

Aus der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

der Universität zu Lübeck

Direktorin: Prof. Dr. med. C. Nau

---

**Analyse der Versorgung und der Auswahl des Krankenhauses  
nach präklinischer Reanimation in der Stadt Dortmund**

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Universität zu Lübeck

- Aus der Sektion Medizin -

vorgelegt von

Stephan Seewald

aus Bremerhaven

Lübeck 2013

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Matthias Heringlake

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Jörg Braun

Tag der mündlichen Prüfung: 14.04.2014

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 14.04.2014

- Promotionskommission der Sektion Medizin -

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Einleitung und Fragestellung</b> .....	<b>7</b>
1.1 Reanimation als Gegenstand wissenschaftlicher Forschung .....	7
1.2 Qualitätsmanagement in der Notfallmedizin – Entwicklung des Deutschen Reanimationsregisters.....	8
1.3 Reanimationserfolg und innerklinische Weiterversorgung.....	10
1.4 Ziele und Fragestellung .....	13
<b>2 Material und Methoden</b> .....	<b>14</b>
2.1 Studiendesign und Auswahl des Untersuchungsgegenstandes .....	14
2.2 Stadt Dortmund .....	15
2.2.1 Statistische Kenndaten und geographischer Überblick .....	15
2.2.2 Aufbau des Rettungsdienstes .....	15
2.2.3 Übersicht über die Krankenhausversorgung .....	17
2.3 Vorgehen.....	20
2.3.1 Erfassung der präklinischen Erstversorgung.....	20
2.3.2 Erfassung der innerklinischen Weiterversorgung .....	22
2.3.3 Erfassung des Langzeitverlaufes .....	24
2.4 Auswertung / Statistik .....	25
2.4.1 Ein- und Ausschlusskriterien.....	25
2.4.2 Statistisches Vorgehen .....	25
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>28</b>
3.1 Analyse der rettungsdienstlichen Versorgung .....	28
3.1.1 Einsatzzahlen Rettungsdienst Dortmund .....	28
3.1.2 Präklinische Erstversorgung .....	28
3.1.3 Ergebnis der rettungsdienstlichen Maßnahmen .....	32
3.2 Innerklinische Weiterversorgung.....	33
3.3 Analyse der Versorgung und des Behandlungsergebnisses in Abhängigkeit vom aufnehmenden Krankenhaus .....	37
3.3.1 Verteilungskriterien der Patienten auf die Krankenhausgruppen.....	37
3.3.2 Innerklinische Weiterversorgung in Abhängigkeit vom aufnehmenden Krankenhaus .....	38
3.4 Analyse der Einflussfaktoren auf die Entlassung aus dem Krankenhaus .....	41

<b>4</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>43</b>
4.1	Ergebnis der rettungsdienstlichen Maßnahmen .....	43
4.2	Innerklinische Therapie .....	44
4.2.1	Koronarangiographie .....	44
4.2.2	Milde therapeutische Hypothermie.....	46
4.2.3	Post-Resuscitation-Bundle.....	48
4.2.4	Leitlinienkonformität und Verbesserungspotentiale .....	49
4.3	Einfluss des Aufnahmekrankenhauses auf das Ergebnis der Versorgung .....	52
4.4	Optimierungsansätze – Weißbuch Reanimation .....	55
4.5	Limitationen .....	58
4.6	Schlussfolgerung.....	59
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>Anhänge .....</b>	<b>69</b>
7.1	Tabellen .....	69
7.2	Abbildungsverzeichnis.....	83
7.3	Tabellenverzeichnis.....	84
7.4	Votum der Ethikkommission .....	86
<b>8</b>	<b>Danksagungen.....</b>	<b>87</b>
<b>9</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>88</b>
<b>10</b>	<b>Publikationsverzeichnis .....</b>	<b>90</b>
10.1	Publikationen.....	90
10.2	Kongressbeiträge und Poster .....	92

## Abkürzungsverzeichnis

AED:	automatisierter externer Defibrillator
AHA:	American Heart Association
ALS:	adult advanced life support
ANV:	akutes Nierenversagen
CARES:	Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival
CAVAS:	Cardiovascular Disease Surveillance Database
CI:	Konfidenzintervall
CPC:	Cerebral Performance Categories
CPR:	Kardiopulmonale Reanimation
CT:	Computertomographie
DGAI:	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V.
DRG:	Diagnosebezogene Fallgruppen
EBM:	Evidenz-basierte-Medizin
ERC:	European Resuscitation Council
FMS:	Funkmeldesystem
GCS:	Glasgow Coma Scale
GRC:	Deutscher Rat für Wiederbelebung (German Resuscitation Council)
IAB:	Intraaortale Ballonpumpe
ICB:	intrazerebrale Blutung
ICD:	implantierbarer Kardioverter-Defibrillator
ILCOR:	International Liaison Committee on Resuscitation
IMC:	Überwachungsstation
KH:	Krankenhaus
KHK:	Koronare Herzkrankheit
MIND:	Minimaler Notfalldatensatz
MTH:	milde therapeutische Hypothermie
NEF:	Notarzteinsatzfahrzeug
OHCA:	präklinischer Herzkreislaufstillstand (out-of-hospital cardiac arrest)
OR:	Odds Ratio
PAD:	öffentlich zugänglicher Defibrillator (public access defibrillator)
PCI:	Koronarangiographie (percutaneous coronary intervention)
PEA:	pulslose elektrische Aktivität

RACA-Score:	ROSC-After-Cardiac-Arrest-Score
RettG NRW:	Gesetz über den Rettungsdienst sowie die Notfallrettung und den Krankentransport durch Unternehmer Nordrhein-Westfalen
ROSC:	Rückkehr des Spontankreislaufs (return of spontaneous circulation)
RTW:	Rettungswagen
SAB:	Subarachnoidalblutung
SD:	Standardabweichung
SIDS:	plötzlicher Säuglingstod (sudden infant death syndrome)
SOP:	Standardarbeitsanweisung (standard operating procedure)
TEE:	transösophageale Echokardiographie
TTE:	transthorakale Echokardiographie
VF:	Kammerflimmern/-flattern

# **1 Einleitung und Fragestellung**

## **1.1 Reanimation als Gegenstand wissenschaftlicher Forschung**

Die Geschichte der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) geht weit zurück. Schon im Alten Testament wurden erste Reanimationsmaßnahmen beschrieben. Die Basis für die heute übliche CPR lieferten Kouwenhoven und Kollegen in den 1960er Jahren durch die Entwicklung der Herzdruckmassage am geschlossenen Thorax (Kouwenhoven et al., 1960). Ein weiterer Meilenstein war die Entwicklung externer Defibrillatoren und deren Anwendung am Menschen (Zoll et al., 1956).

Die notfallmedizinischen Maßnahmen erfahren in den letzten Jahrzehnten mehr und mehr wissenschaftliche Beachtung. Nach den Prinzipien der evidenzbasierten Medizin (EBM) sollen nur Techniken zum Einsatz kommen, die ihren Nutzen nachgewiesen haben. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, auch die Einzelmaßnahmen der Reanimation zu untersuchen und unter Berücksichtigung der wissenschaftlichen Erkenntnisse zu einem Gesamtablauf zusammenzufassen.

Das European Resuscitation Council (ERC) und die American Heart Association (AHA) geben zur Optimierung der Reanimationsergebnisse weltweit geltende Leitlinien zum Handlungsablauf und dem Vorgehen bei Herzkreislaufstillstand heraus. Seit 2005 werden diese Leitlinien unter dem Dach des International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) verabschiedet und alle 5 Jahre aktualisiert (Chamberlain und Cummins, 1997).

## **1.2 Qualitätsmanagement in der Notfallmedizin – Entwicklung des Deutschen Reanimationsregisters**

Die Reanimationsforschung war bis in die 90er Jahre durch wenig vergleichbares Studiendesign geprägt. Häufig fehlten Strukturdaten um Prozess- und Ergebnisqualität vergleichen zu können. Um diese Situation zu verbessern, wurden 1990 in Norwegen in der Abtei von Utstein auf einem internationalen Treffen der an der Reanimationsforschung beteiligten Organisationen Standards zur Dokumentation beschlossen (Cummins et al., 1991). Dieser "Utstein-Style" wurde unter dem Dach der ILCOR zuletzt im April 2002 überarbeitet (Jacobs et al., 2004).

Unterschieden wird zwischen Kern- und Ergänzungsdaten. Kerndaten ermöglichen die Vergleichbarkeit verschiedener Analysen und sollten Bestandteil aller wissenschaftlichen Studien in diesem Bereich sein. Als Kerndaten werden u.a. die Anzahl der durchgeführten Reanimationen in einem Rettungsdienstbereich, die Anzahl der hiervon kardial bedingten Herzkreislaufstillstände, die Anzahl der Patienten, deren Spontankreislauf wieder hergestellt werden konnte (ROSC) sowie die Anzahl der 1-Jahres-Überlebenden festgelegt. Des Weiteren wird die Dokumentation von Einsatzzeiten, die Rückschlüsse auf die Struktur- und Prozessqualität des Gesamtsystems zulassen, gefordert. So werden u.a. der Zeitpunkt des Kollapses, des Notrufeinganges bei der Rettungsleitstelle, des Eintreffens des ersten Rettungsmittels, des Beginns der Reanimationsmaßnahmen sowie einsatztaktische Daten wie der Zeitpunkt des Transportbeginns erfasst. Mit Hilfe von Ergänzungsdaten lassen sich weitergehende detaillierte Unterschiede der Strukturen herausarbeiten.

Diese Empfehlungen wurden 2003 durch die ILCOR um Vorgaben zur Dokumentation der innerklinischen Weiterversorgung präklinisch reanimierter Patienten erweitert (Langhelle et al., 2005). Unter Beibehaltung der Einteilung in Kern- und Ergänzungsdaten werden hier für wissenschaftliche Register zu erfassende Elemente der Struktur- (z.B. Versorgungsstatus des Krankenhauses, Anzahl der Intensivbetten und Versorgungsgebiet) und Prozessqualität definiert. Weiter wird eine Erfassung der wichtigsten klinischen und laborchemischen Parameter zu unterschiedlichen Phasen der Behandlung (0-1h, 1-24h, 24-48h, 48-72h) empfohlen.

Im Rahmen des Symposiums „Rettungsdienst in Deutschland“ der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI) im Oktober 2002 wurde auf die

dringende Notwendigkeit der systematischen Erfassung epidemiologischer notfallmedizinischer Daten auch in Deutschland hingewiesen. Der Arbeitskreis Notfallmedizin der DGAI hat im Folgenden die Entwicklung eines nationalen Reanimationsregisters vereinbart und 2003 auf einer Konsensuskonferenz den DGAI-Reanimationsdatensatz „Erstversorgung“ erstellt (Gräsner und Fischer, 2005).

Dieser Datensatz beinhaltet die Vorgaben des Utstein-Style-Protokolls und ist angelehnt an den Minimalen Notarzt datensatz 2 (MIND2) (Messelken und Schlechtriemen, 2003). Er bildet die Grunddatenmenge für eine einheitliche Erfassung und Auswertung von Reanimationen in Deutschland. Die weiteren Datensätze „Klinische Weiterversorgung“ und „Langzeitverlauf“ wurden 2006 vom Präsidium der DGAI verabschiedet und veröffentlicht (Gräsner et al., 2008) sowie in der Praxis eingesetzt.

Der offizielle Start des DGAI-Reanimationsregisters erfolgte zum Deutschen Anästhesiekongress im Mai 2007 in Hamburg.

Im Jahre 2011 wurden die Datensätze an die veränderten internationalen und europäischen Empfehlung zur Erfassung von Reanimationsdaten angepasst (Gräsner et al., 2011a; Gräsner et al., 2011d; Wnent et al., 2011). Außerdem wurde der revidierte minimale Notfalldatensatz (MIND3) bei der Überarbeitung der Datensätze berücksichtigt (Messelken et al., 2011).

Das Deutsche Reanimationsregister ist inzwischen ein etabliertes Qualitätsmanagementinstrument in der Notfallmedizin mit mehr als 146 teilnehmenden Rettungsdiensten und 106 Kliniken (Stand: Anfang 2013). Es ermöglicht mit der Erfassung und Auswertung lokal gewonnener prä- und innerklinischer Reanimationsdaten ein Benchmarking einzelner Organisationseinheiten mit dem Ziel einer Optimierung der lokalen Prozess-, Struktur- und Ergebnisqualität.

### **1.3 Reanimationserfolg und innerklinische Weiterversorgung**

Ungeachtet der Etablierung und regelmäßigen Aktualisierung von Leitlinien zu rettungsdienstlichen Maßnahmen konnte das Ergebnis präklinischer Reanimationen in den letzten Jahrzehnten nicht wesentlich verbessert werden (Herlitz et al., 2003). Die Raten von lebend aus dem Krankenhaus entlassenen Patienten nach präklinischem Herzkreislaufstillstand (OHCA) schwanken, in Abhängigkeit vom Studiendesign und der untersuchten Region, von 1% bis 31% (Atwood et al., 2005; Berdowski et al., 2010; Herlitz et al., 2003; Nichol et al., 2008).

Neben der präklinischen Therapie beeinflusst insbesondere die innerklinische Weiterversorgung das Reanimationsergebnis und gewinnt eine immer größere Bedeutung bei der Optimierung des Outcomes (Engdahl et al., 2000; Langhelle et al., 2003; Lund-Kordahl et al., 2010).

Die Postreanimationsbehandlung (Post-Resuscitation-Care) startet mit Erreichen von ROSC (Deakin et al., 2010) und umfasst das Monitoring der Vitalfunktionen und die Stabilisierung des Patienten. Die ERC-Leitlinien empfehlen für diese Phase eine standardisierte intensivmedizinische Versorgung mit Vermeidung der Hyperoxämie, Kontrolle der Hämodynamik sowie Einstellung des Serumkaliums und Blutzuckerspiegels (Deakin et al., 2010). Ein weiterer Bestandteil des Post-Resuscitation-Care ist die Anwendung von milder therapeutischer Hypothermie (MTH) und Koronarangiographie (PCI). In zahlreichen Studien konnte für diese Verfahren einzeln und in ihrer Kombination ein positiver Effekt gezeigt werden (Deakin et al., 2010; Gräsner et al., 2011b; Hovdenes et al., 2007; Knafelj et al., 2007; Sunde et al., 2007).

Als Hauptursache für eine schlechte Prognose nach Reanimationsbemühungen wird der ischämisch bedingte zerebrale Schaden angesehen. Die aktive Kühlung soll diesen durch eine Reduzierung der Körperkerntemperatur eingrenzen. Pathophysiologisch wird dieser Effekt durch einen verminderten zerebralen Metabolismus sowie eine geringere Bildung von freien Radikalen erklärt (Gunn und Thoresen, 2006). Die Arbeitsgruppe um Stephen A. Bernard konnte in einer randomisierten kontrollierten Studie mit 77 Patienten 2002 zeigen, dass komatöse Patienten nach erfolgreicher Reanimation mit initialem Kammerflimmern von der MTH profitieren (Bernard et al., 2002). Im selben Jahr veröffentlichte die Studiengruppe „Hypothermia after Cardiac Arrest“ (HACA-trial) eine

ebenfalls randomisierte Studie zum Vergleich der Hypothermie mit der Normothermie. Bei Einschluss von 275 Patienten mit beobachtetem, vermutlich kardial bedingtem Herzkreislaufstillstand und initialem Kammerflimmern zeigte die gekühlte Patientengruppe ein signifikant besseres neurologisches Ergebnis 6 Monate nach dem Ereignis (HACA-Study-Group, 2002). Weitere Studien mit niedrigerem Evidenz-Level dokumentierten außerdem einen günstigen Einfluss der MTH auf das Ergebnis der Versorgung auch bei anderen initialen EKG-Rhythmen oder Beobachtungssituationen (Bernard et al., 1997; Busch et al., 2006; Oddo et al., 2006; Storm et al., 2008; Sunde et al., 2007; Walters et al., 2011). Der präklinische Start der Kühlung und das optimale Instrument sind noch umstritten. Grundsätzlich empfiehlt das ERC die MTH in den Leitlinien aus 2010 für alle Patienten nach OHCA unabhängig vom initialen EKG-Rhythmus auf 32-34°C für 12-24 Stunden (Deakin et al., 2010).

Als eine weitere therapeutische Intervention mit positivem Einfluss auf das Ergebnis nach OHCA wird die PCI genannt: Bei Patienten mit einem Akuten Koronarsyndrom ohne Herzkreislaufstillstand sollte entsprechend der aktuellen Empfehlungen frühestmöglich eine PCI durchgeführt werden (Arntz et al., 2010; Silber et al., 2010). Auch bei den meisten Herzkreislaufstillständen in der Präklinik wird eine kardiale Ursache, häufig eine Ischämie oder anhaltende maligne Herzrhythmusstörungen, berichtet (Pell et al., 2003; Zipes und Wellens, 1998). Aus dieser Überlegung heraus ist anzunehmen, dass die gleichen Therapiestrategien wie bei einem Akuten Koronarsyndrom erfolgsversprechend sein könnten. Erste Hinweise dazu lieferte 1997 die Arbeitsgruppe um Christian M. Spaulding, die 84 Patienten nach präklinischem Herzkreislaufstillstand koronarangiographierte. In 48% der Fälle ließ sich eine Gefäßokklusion zeigen. Die Durchführung der PCI war dabei ein unabhängiger Faktor für ein gutes neurologisches Überleben (Spaulding et al., 1997). Weitere Studien konnten den positiven Einfluss einer Koronarangiographie bestätigen (Bendz et al., 2004; Nagao et al., 2000; Sunde et al., 2007). Im Jahre 2010 konnte Dumas et. al. für eine Gruppe von 435 Patienten mit OHCA ohne offensichtlichen extrakardialen Grund des Herzkreislaufstillstandes einen Nutzen der sofortigen PCI nach Krankenhausaufnahme nachweisen, unabhängig vom primären EKG-Rhythmus der Patienten (Dumas et al., 2010). Eine Arbeit aus dem Deutschen Reanimationsregister aus 2011 konnte an Hand von 2.973 Patienten mit OHCA und 584 dokumentierten Weiterversorgungen einen positiven Effekt der PCI auf das neurologische Ergebnis bei Krankenhauserlassung unabhängig vom initialem EKG oder der vermuteten

Ursache des Herzkreislaufstillstandes belegen (Gräsner et al., 2011b). Die Leitlinien des ERC aus 2010 empfehlen die Anwendung der Koronarangiographie nach OHCA bei Anhaltspunkten für eine Koronare Herzkrankheit (KHK) zu erwägen (Deakin et al., 2010).

## **1.4 Ziele und Fragestellung**

Neben den rettungsdienstlichen Reanimationsmaßnahmen beeinflusst die innerklinische Weiterbehandlung des Patienten nach ROSC maßgeblich das Gesamtergebnis der Versorgung mit.

Aus diesem Grunde wird angenommen, dass auch der Auswahl des Krankenhauses nach OHCA, abhängig von angebotenen und angewendeten innerklinischen Therapieverfahren, eine Bedeutung zukommt.

Es kann vermutet werden, dass auf Grundlage dieses Wissens, die meisten Patienten nach OHCA in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit gebracht werden.

Weiter wird von der Hypothese ausgegangen, dass sich das Ergebnis der innerklinischen Versorgung nach OHCA erst bei Durchführung einer PCI und/oder MTH wesentlich zwischen den Krankenhäusern unterscheidet.

Diese Arbeit untersucht erstmalig in Deutschland auf Basis der Datensätze des Deutschen Reanimationsregisters den Einfluss der Auswahl des Krankenhauses nach präklinischer Reanimation und der innerklinischen Therapie auf das neurologische Ergebnis bei Entlassung sowie das 1-Jahres-Überleben.

Weiter werden die Kriterien, nach denen die Patienten vom Rettungsdienst auf die beteiligten Krankenhäuser verteilt wurden, analysiert.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Studiendesign und Auswahl des Untersuchungsgegenstandes**

Im Rahmen einer retrospektiven Kohortenstudie untersucht die vorliegende Arbeit die Auswahl des Aufnahmekrankenhauses nach präklinischer Reanimation und die Auswirkungen der innerklinischen Therapie auf das kurz- und langfristige Reanimationsergebnis.

Der Rettungsdienstbereich für eine solche Erhebung sollte innerhalb weniger Jahre viele präklinische Reanimationen aufweisen sowie durch ein vielseitiges Klinikangebot alle wichtigen medizinischen Fachbereiche vor Ort anbieten und gleichzeitig eine Versorgung auf unterschiedlichen Versorgungsniveaus ermöglichen können.

Daher wurde diese Studie in Kooperation mit der Stadt Dortmund durchgeführt.

## **2.2 Stadt Dortmund**

### **2.2.1 Statistische Kenndaten und geographischer Überblick**

Die Stadt Dortmund liegt im östlichen Ballungsgebiet des Ruhrgebietes in Nordrhein-Westfalen. Die Stadtfläche aller 12 Stadtbezirke beträgt zusammen 280,25 km<sup>2</sup>. Das Stadtgebiet dehnt sich in Nord-Süd-Richtung 21 km und in Ost-West-Richtung 23 km aus. Die Städte Bochum, Hagen sowie der Ennepe-Ruhr-Kreis und die Landkreise Recklinghausen und Unna sind die angrenzenden Nachbarkreise.

Insgesamt verfügte die Stadt Dortmund am 31.12.2008 über rund 580.500 Einwohner. Die Bevölkerungsdichte variierte in den Stadtbezirken zwischen 1.330 Einwohner/km<sup>2</sup> in Mengede und 4.680 Einwohner/km<sup>2</sup> in der Innenstadt Ost, wobei in Dortmund zu diesem Zeitpunkt insgesamt 2.080 Einwohner/km<sup>2</sup> lebten. Insgesamt 16,4% der Dortmunder Bevölkerung waren 18 Jahre alt und jünger. Zwischen 18 und 65 Lebensjahren alt waren 63,0% und über 65 Jahre 20,7% der Bevölkerung.

### **2.2.2 Aufbau des Rettungsdienstes**

Der Rettungsdienst ist in Deutschland eine hoheitliche Aufgabe und als duales System aus ärztlichem und nicht-ärztlichem Personal organisiert.

Als nicht-ärztliches Personal sind Mitarbeiter mit den Ausbildungsstufen Rettungshelfer, Rettungssanitäter und Rettungsassistent tätig. Die ärztliche Zugangsvoraussetzung zur Teilnahme am Notarztdienst ist in Deutschland der Fachkundenachweis Rettungsdienst bzw. die Zusatzbezeichnung Notfallmedizin nach den Vorgaben der Landesärztekammern. Es kommen hauptsächlich Ärzte in Weiterbildung oder Fachärzte der Fachgebiete Anästhesiologie, Chirurgie und Innere Medizin zum Einsatz.

Der Träger des Rettungsdienstes, die Stadt Dortmund, hat die Durchführung des Rettungsdienstes der Berufsfeuerwehr Dortmund übertragen. Diese wird durch die Hilfsorganisationen Deutsches Rotes Kreuz, Arbeiter Samariter Bund, Malteser Hilfsdienst

und Johanniter-Unfallhilfe sowie die K&G Taxi-Krankentransport und Dienstleistungs GmbH unterstützt.

Im Bundesland Nordrhein-Westfalen existieren keine gesetzlichen Regelungen zu den Hilfsfristen in der Notfallrettung. Nach einem Erlass des Ministeriums für Gesundheit, Soziales, Frauen und Familie vom 05.04.2000 umfasst die Hilfsfrist den Zeitraum zwischen Eingang der Meldung in der Einsatzleitstelle und dem Eintreffen des ersten geeigneten Rettungsmittels am Notfallort. Entsprechend der Begründung des Gesetzes über den Rettungsdienst sowie die Notfallrettung und den Krankentransport durch Unternehmer (RettG NRW) wurde für die Stadt Dortmund das Schutzziel in der Notfallrettung wie folgt definiert: In mindestens 90% aller Fälle ist der Einsatzort innerhalb einer Hilfsfrist von 8 Minuten im innerstädtischen und 12 Minuten im ländlichen Bereich zu erreichen. Dazu wurden in den Jahren 2007 und 2008 17 Rettungswagen (RTW) mit je 24 Stunden-Vorhaltung an 15 Rettungswachenstandorten eingesetzt (25.653 Vorhaltestunden pro 100.000 Einwohner und Jahr). Weiter wurden 6 RTW als taktische Reserve für den Rettungsdienst vorgehalten. Die Fahrzeuge werden mit mindestens einem Rettungsassistent als Teamleiter und einem Rettungsassistenten bzw. Rettungsassistenten als Teamhelfer besetzt.

Zusätzlich kommen in Dortmund in der Notfallrettung 5 Notarzteinsetzfahrzeuge (NEF) besetzt mit Rettungsassistent und Notarzt zum Einsatz (7.545 Vorhaltestunden pro 100.000 Einwohner und Jahr). Diese Fahrzeuge werden gemeinsam mit dem RTW durch die Leitstelle alarmiert und treffen unabhängig voneinander im sogenannten Rendezvous-System an der Einsatzstelle ein.

Falls eine notärztliche Versorgung am Boden nicht zeitnah möglich ist, kann die Leitstelle der Berufsfeuerwehr Dortmund auf den Rettungshubschrauber Christoph 8 der ADAC Luftrettung am Marienkrankenhaus in Lünen und einen Intensivtransporthubschrauber am Flughafen Dortmund zurückgreifen.

Um das therapiefreie Intervall bei Hilfsfristüberschreitungen zu verkürzen, hat die Feuerwehr Dortmund eine sogenannte First Responder Einheit zur Unterstützung des Rettungsdienstes gebildet. Eingesetzt werden Kräfte der Berufsfeuerwehr oder der Freiwilligen Feuerwehr, die mindestens die Qualifikation zum Rettungshelfer (80h Ausbildung in der Rettungsdienstschule und 80h Praktikum im Einsatzdienst auf dem RTW) besitzen und 8 Fortbildungsstunden pro Jahr absolvieren. Ihre Aufgabe ist die Durchführung einer

qualifizierten Erstversorgung bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes. Die First Responder werden alarmiert, wenn der organisierte Rettungsdienst bei Notfällen auf Grund der Ortslage, Witterung oder Einsatzhäufigkeit den Einsatzort nicht in der vorgegebenen Hilfsfrist erreichen kann.

Die First Responder rücken mindestens zu zweit mit einem Fahrzeug des Löschzuges sowie einem Notfallrucksack, einer Sauerstoffeinheit und einem automatisierten externen Defibrillator (AED) zum Notfallort aus.

### **2.2.3 Übersicht über die Krankenhausversorgung**

Die Stadt Dortmund verfügt über 12 in der Krankenhausdatenbank des Landes Nordrhein-Westfalen registrierte Krankenhäuser.

In Dortmund sind herzchirurgische Eingriffe sowie Koronarangiographien nur im Klinikum Dortmund und im St.-Johannes-Hospital möglich.

Das Klinikum Dortmund gGmbH ist als Krankenhaus der Maximalversorgung auf 3 Klinikkomplexe (Nord, Mitte und Kinderklinik) verteilt. Es versorgt jährlich ca. 54.000 stationäre Patienten und verfügt insgesamt über 1.751 Betten, davon 126 Betten auf verschiedenen Intensivstationen. Im Klinikum Dortmund sind alle medizinischen Fachdisziplinen, mit Ausnahme der Psychiatrie, vertreten. Das Klinikzentrum Nord verfügt als einziges Dortmunder Krankenhaus über eine neurochirurgische Fachabteilung.

Das St.-Johannes-Hospital in Trägerschaft der Katholischen St.-Johannes-Gesellschaft versorgt als Schwerpunktkrankenhaus mit Elementen der Maximalversorgung knapp 27.500 stationäre Patienten. Es verfügt über 595 Betten (42 Intensivpflegebetten) sowie eine kardiologische Klinik.

Eine Übersicht der weiteren Krankenhäuser im Dortmunder Stadtgebiet für die Versorgung von Patienten nach einer Reanimation enthält Tabelle 1.

Name der Klinik	Träger	Bettenanzahl insgesamt	Intensivbetten
Evangelisches Krankenhaus Lütgendortmund	Evangelische Krankenhaus GmbH	296	11
Hüttenhospital	Betriebskrankenkasse Hoesch	144	7
Katholisches Krankenhaus Dortmund West	Katholischen St. Lukas Gesellschaft	263	9
Knappschaftskrankenhaus	Klinikum Westfalen gGmbH	451	16
Evangelisches Krankenhaus Bethanien	Evangelische Krankenhaus GmbH	185	7
Marien-Hospital	St.-Johannes-Gesellschaft	185	6
St. Elisabeth Krankenhaus	St.-Johannes-Gesellschaft	70	4
St.-Josefs-Hospital	Katholische St. Lukas Gesellschaft	293	12

**Tabelle 1:** Übersicht der Krankenhäuser in der Stadt Dortmund die Patienten nach präklinischer Reanimation in den Jahren 2007 und 2008 aufgenommen haben

Neben den Kliniken im Stadtgebiet wurden Patienten nach präklinischer Reanimation durch den Dortmunder Rettungsdienst auch in Krankenhäuser der Nachbargemeinden transportiert (Tabelle 2).

Name der Klinik	Träger	Betten- anzahl insgesamt	Intensiv- betten	Koronar- angiographie möglich	Besonder- heiten
Klinik am Park Lünen Brambauer	Klinikum West- falen gGmbH	160	9		
Marienkrankenhaus Schwerte	Marienkran- kenhaus Schwerte gGmbH	274	11		
Evangelisches Kran- kenhaus Schwerte	Ev. Kranken- haus Schwerte GmbH	125	7		
Evangelisches Kran- kenhaus Unna	Stiftung Ev. Krankenhaus	324	17		
Katharinen Kranken- haus Unna	Kath. Kirchen- gemeinde St. Katharina	340	16	x	
Klinikum Lünen	Stiftung St. Marien Hospital	590	25	x	
Knappschaftskran- kenhaus Bochum- Langendreer	Knappschaft- Bahn-See	485	30	x	Neuro- chirurgie
Evangelisches Kran- kenhaus Castrop- Rauxel	KH- Gemeinschaft Kirchenkreis Herne	370	10		
St. Rochus-Hospital Castrop-Rauxel	Kath. St. Lukas Gesellschaft	204	10		
Städtisches Hellmig Krankenhaus Kamen	Stadt Kamen	207	9		
Berufsgenossen- schaftliches Universi- tätsklinikum Berg- mannsheil Bochum	Berufsgen. Uniklinikum Bochum GmbH	547	78	x	Herz- chirurgie, Neuro- chirurgie
Marien-Hospital Wit- ten	St. Vincenz Gruppe Ruhr GmbH	362	12	x	

**Tabelle 2:** Übersicht der Krankenhäuser außerhalb des Dortmunder Stadtgebiets die Patienten nach präklinischer Reanimation aus der Stadt Dortmund in den Jahren 2007 und 2008 aufgenommen haben

## **2.3 Vorgehen**

In Absprache mit der Ärztlichen Leitung des Rettungsdienstes der Feuerwehr Dortmund wurden alle präklinischen Reanimationen auf Basis der archivierten Notarzteinsatzprotokolle mit Hilfe des Datensatzes „Erstversorgung“ des Deutschen Reanimationsregisters erfasst. Für Patienten, die in ein Krankenhaus transportiert wurden, wurde anhand der Klinikdokumentation die innerklinische Weiterbehandlung dokumentiert. Der Langzeitverlauf aller Patienten, die lebend aus dem Krankenhaus entlassen werden konnten, wurde schriftlich von den Hausärzten bzw. von den weiterbehandelnden Einrichtungen erfragt.

Die Untersuchung wurde von der Ethikkommission der Universität zu Lübeck genehmigt (Aktenzeichen: 11-050). Die Datenerhebung erfolgte mit Hilfe des Deutschen Reanimationsregisters unter Verwendung pseudoanonymer Datensätze.

### **2.3.1 Erfassung der präklinischen Erstversorgung**

Jeder Rettungsdiensteinsatz in der Stadt Dortmund wurde auf einem Einsatzprotokoll dokumentiert. Die Einsätze der NEF wurden auf dem bundeseinheitlichen „Notarzteinsatzprotokoll DIVIDOK Version 4.2“ erfasst. Alle ausgefüllten Einsatzprotokolle wurden über ein Hauspostsystem dem Sachgebiet 37/2-3 (Rettungsdienst) bei der Berufsfeuerwehr Dortmund zugeleitet und hier archiviert.

#### **DGAI Datensatz „Erstversorgung“**

Ausgehend vom Notarzteinsatzprotokoll wurden für jede präklinische Reanimation die Daten des DGAI-Datensatzes „Erstversorgung“ (01/2008) erhoben (Gräsner et al., 2005). Dieser umfasst, angelehnt an die internationalen Vorgaben des Utstein-Style, in 14 Blöcken die wichtigsten Angaben zur Bewertung der Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität.

Zur eindeutigen Identifikation eines Einsatzes werden das Einsatzdatum, eine Protokollnummer, das Geburtsdatum sowie das Geschlecht des Patienten erfasst.

Im Block „Einsatzzeiten“ kann der Zeitpunkt eines beobachteten Kollapses sowie des Notrufes erhoben werden. Für die Dokumentation der Prozessqualität werden außerdem für den First-Responder, den RTW und den Notarzt der Zeitpunkt des Alarms, des Ausrückens, des Eintreffens an der Einsatzstelle bzw. am Patienten und eines eventuellen Transportes erfasst. Die Einsatzzeiten wurden in der Stadt Dortmund über das Funkmeldesystem (FMS) direkt in der Leitstelle dokumentiert und in die Datenbank des Deutschen Reanimationsregisters importiert.

Weiter werden der Einsatzort, die Erstbefunde zum EKG-Rhythmus, der Atmung sowie zur AED-Schockfreigabe erfragt.

Für die Analyse des Prozesses der Reanimation ist eine Erfassung der zeitlichen Abfolge der nachfolgend genannten, wichtigsten Maßnahmen im Rahmen der Wiederbelebung erforderlich: Der Herzdruckmassage, der 1. Defibrillation, der Intubation, der Schaffung eines intravenösen Zugangsweges, der Gabe des ersten Vasopressors sowie des Erreichens von ROSC. Außerdem kann die Qualifikation der durchführenden Person für jede dieser Maßnahmen genannt werden.

Im Block „weitere Maßnahmen“ können verschiedene technische Besonderheiten der Reanimation angegeben werden. Im Sinne der aktuellen Leitlinien sind insbesondere die Art des Atemwegszuganges sowie die aktive Kühlung von Bedeutung.

Um die Ergebnisqualität der Maßnahmen beurteilen zu können, werden die Vitalfunktion bei Übergabe im Krankenhaus sowie das primäre Reanimationsergebnis angegeben. Falls die Bemühungen durch den Rettungsdienst abgebrochen werden, ist der Beendigungszeitpunkt der Reanimation zu dokumentieren.

Für die Auswertung und Vergleichbarkeit von Qualitätsanalysen gemäß des Utstein-Style hat die Angabe der vermuteten Ursache eine große Bedeutung. Der eingesetzte Notarzt dokumentiert während oder nach dem Einsatz anhand der Vorerkrankungen des Patienten und den Umständen des Herzkreislaufstillstandes die vermutete Ursache für den Kollaps. Eine spätere Verifizierung erfolgt nicht. Alle nicht sicher nicht-kardial bedingten Herzkreislaufstillstände werden gemäß Utstein-Style-Protokoll als kardiale Ursache gewertet (Jacobs et al., 2004).

Temporär wurden die Datensätze für die Anfragen bei Krankenhäusern und Hausärzten mit Namen und Adresse des Patienten versehen und in einer separaten Datei gespeichert. Diese Datei war passwortgesichert und nur dem Doktoranden zugänglich. Nach Dokumentation der klinischen Weiterversorgung und Eingang des Langzeitverlaufes durch den Hausarzt wurden diese Daten unwiderruflich gelöscht. Die Eingabe der Datensätze in die Datenbank des Deutschen Reanimationsregisters erfolgte vollständig pseudoanonymisiert, so dass eine Zuordnung der Datensätze zu den einzelnen Patienten nicht möglich ist.

### **2.3.2 Erfassung der innerklinischen Weiterversorgung**

Für alle Patienten, die vom Rettungsdienst nach präklinischer Reanimation in ein Krankenhaus transportiert wurden, wurde die innerklinische Therapie und das Ergebnis der Maßnahmen mit Hilfe der Krankenhausdokumentation erfasst. Zur Wahrung des Datenschutzes erfolgte die Eingabe der Datensätze unmittelbar pseudoanonymisiert in die Datenbank des Deutschen Reanimationsregisters. Diese Daten sind den einzelnen Personen nicht mehr zuordenbar.

In einer separaten, geschützten und nur dem Doktoranden zugänglichen Datei wurden der Name und die Adresse des Hausarztes erfasst und diese Angaben der Protokollnummer zugeordnet. Falls kein Hausarzt in den Unterlagen des Krankenhauses dokumentiert worden war, wurde gleichsam mit der weiterversorgenden Einrichtung verfahren. Auch diese Datei wurde nach Eingang der Langzeitverläufe durch die Hausärzte unwiderruflich gelöscht, sodass die Angaben in der Datenbank des Deutschen Reanimationsregisters keinen Rückschluss auf den behandelnden Hausarzt und die Identität des Patienten ermöglichen.

#### **DGAI Datensatz „Weiterversorgung“**

Der DGAI-Weiterversorgungsdatensatz (01/2008) bildet den Aufnahmezustand und die innerklinische Diagnostik und Therapie des Patienten sowie die eingetretenen Komplikationen ab (Gräsner et al., 2008).

Zur Dokumentation der Strukturqualität wird der Versorgungsstatus des aufnehmenden Krankenhauses sowie die aufnehmende Einrichtung (Notaufnahme, Allgemeinstation, OP, Herzkatheterlabor, Intensivstation und Überwachungsstation (IMC)) erfasst. Weiter wird nach dem Zielkrankenhaus bei einer Sekundärverlegung gefragt.

Der Block „Aufnahmestatus und Diagnose“ dokumentiert das primäre Reanimationsergebnis (ROSC oder laufende Reanimation) sowie die Vitalfunktionen des Patienten bei Aufnahme. Weiter können reanimationsbedingte Verletzungen angegeben werden.

Zur Dokumentation der innerklinischen Prozessqualität werden die Diagnose- und Therapiemaßnahmen innerhalb der ersten 120 Minuten erfasst. Dabei können u.a. die Durchführung einer Röntgen-Thorax-Untersuchung, einer Sonographie, einer transthorakale oder transösophageale Echokardiographie (TTE oder TEE), einer Labor- und Troponinbestimmung, einer PCI, einer Gastroskopie und einer Computertomographie (CT) dokumentiert werden. Weiterhin wird die innerklinische Kausaltherapie innerhalb der ersten 24h erfragt. Dabei kann u.a. zwischen PCI, Lyse-Therapie, Einsatz einer intraaortalen Ballonpumpe (IABP), einer Herzlungenmaschine oder der Durchführung eines herzchirurgischen Eingriffes unterschieden werden. Darüber hinaus wird die Durchführung einer aktiven Kühlung erfragt.

Zur Dokumentation der Ergebnisqualität kann das Entlassungsdatum und das neurologische Ergebnis dokumentiert werden. Dieses wird mit Hilfe der Cerebral Performance Categories (CPC) in 5 Kategorien erfasst (Edgren et al., 1994): Die Kategorien 1 (normale Lebensführung möglich, erhaltende Arbeitsfähigkeit) und 2 (weitgehend selbstständiges Leben, Teilzeitarbeit in beschützter Umgebung möglich) werden definiert als Überleben mit gutem neurologischem Ergebnis. Als schlechtes Ergebnis werden die Kategorien 3 (schwere zerebrale Beeinträchtigung mit Hilfsbedürftigkeit beim täglichen Leben), 4 (Koma) und 5 (Tod) angesehen. Weiter können Sekundärkomplikationen, wie Infektion, Sepsis, Apoplex ischämisch, Apoplex Blutung, andere Blutung, Transfusion, Koma und Dialyse bei akutem Nierenversagen erfasst werden.

### **2.3.3 Erfassung des Langzeitverlaufes**

Zur Ermittlung der abschließenden Ergebnisqualität der Reanimations- und Weiterversorgungsmaßnahmen wurden die Hausärzte bzw., falls diese im Krankenhaus nicht ermittelbar waren, die weiterversorgenden Einrichtungen angeschrieben und um Dokumentation des DGAI Datensatz „Langzeitverlauf“ gebeten. Die zurück gesandten Formulare wurden über die Protokollnummer dem Datensatz der Online-Datenbank des Deutschen Reanimationsregisters zugeordnet und pseudoanonymisiert erfasst.

#### **DGAI Datensatz „Langzeitverlauf“**

Der Datensatz Langzeitverlauf des Deutschen Reanimationsregisters erfasst das Überleben des Patienten ein Jahr nach dem HerzKreislaufstillstand sowie das neurologische Ergebnis mit Hilfe des CPC und der Glasgow Coma Scale (GCS). Weiter kann das Wohnumfeld vor und nach dem HerzKreislaufstillstand mit Differenzierung in eigener Haushalt, betreutes Wohnen und Dauerpflegeeinrichtung dokumentiert werden. Außerdem wird eine mögliche Veränderung der Berufstätigkeit erfragt (Gräsner et al., 2008).

## **2.4 Auswertung / Statistik**

### **2.4.1 Ein- und Ausschlusskriterien**

Eingeschlossen wurden alle Patienten, die zwischen dem 01. Januar 2007 und dem 31. Dezember 2008 durch den Rettungsdienst der Stadt Dortmund reanimiert wurden.

Auf Grund von großen Unterschieden zwischen kindlichen Herzkreislaufstillständen und Reanimationen bei Erwachsenen in Bezug auf Ätiologie und Therapie wurden Patienten unter 18 Jahren von der Analyse ausgeschlossen.

Für Patienten mit einem schweren Trauma steht in der Region Dortmund mit dem zertifizierten überregionalen Traumazentrum im Klinikzentrum Nord des Klinikums Dortmund nur eine spezialisierte Klinik zur Verfügung. Daher ist eine sinnvolle Analyse der Krankenhausauswahl für diese Patientengruppe nicht möglich, sodass auch diese Patientengruppe von der Studie ausgeschlossen wurde.

Die Adjustierung an Hand von präklinischen Prognosefaktoren macht vollständige Angaben für folgende Variablen erforderlich:

- Einsatzort
- Erstbefund EKG
- vermutete Ursache
- primäres Reanimationsergebnis

In diesen Feldern unvollständige Datensätze wurden ebenfalls von der Analyse ausgeschlossen.

### **2.4.2 Statistisches Vorgehen**

Die präklinische Versorgung des Rettungsdienstes wurde deskriptiv, insbesondere in Hinblick auf die Patientencharakteristika, den zeitlichen Ablauf und den Umfang der Reanimationsmaßnahmen untersucht. Endpunkt der Erstversorgung ist das Erreichen von ROSC und die Klinikaufnahme. Zur Beurteilung der Struktur- und Ergebnisqualität wurden für die wichtigsten Variablen Inzidenzen angegeben. Weiter wurde der beobachtete

primäre Reanimationserfolg an Hand der ROSC-Rate mit der Prognose nach dem ROSC-after-cardiac-arrest-Score (RACA-Score) verglichen. Der RACA-Score wurde 2011 aus dem Deutschen Reanimationsregister publiziert und gewichtet die bekannten und zum Zeitpunkt des Eintreffens von professionellen Rettungskräften erfassbaren Einflussfaktoren. Damit ermöglicht der Score die Vorhersage einer Wahrscheinlichkeit für ROSC (Gräsner et al., 2011c).

Darüber hinaus wurden deskriptiv die klinische Weiterversorgung und das Langzeitergebnis präklinisch reanimierter Patienten untersucht. Dazu wurden die dokumentierten innerklinischen Diagnose- und Therapieverfahren sowie die Ergebnisqualität zu den Zeitpunkten 24h nach dem Ereignis, Krankenhausentlassung und ein Jahr nach dem Ereignis ausgewertet.

Um die Bedeutung der Krankenhausauswahl zu untersuchen, wurden die Kliniken in zwei Gruppen eingeteilt und separat analysiert:

- Gruppe 1: Krankenhäuser ohne Möglichkeit zur PCI
- Gruppe 2: Krankenhäuser mit PCI-Möglichkeit

Ferner untersucht diese Arbeit uni- und multivariat, welche Faktoren (Patientencharakteristika, präklinische Versorgung) die Verteilung der Patienten durch den Rettungsdienst auf beide Krankenhausgruppen beeinflussen.

Weiterhin wurden in einer vorwärts bedingten binär logistischen Regressionsanalyse die Einflussfaktoren auf die Variablen Krankenhausentlassung und Entlassung mit gutem neurologischem Ergebnis (CPC 1 und 2) ermittelt. Folgende bekannte Prognosefaktoren, die vom Rettungsdienst vor Ort erhoben werden konnten, wurden in einer univariaten Analyse untersucht:

- Geschlecht
- Alter
- Ort des HerzKreislaufstillstandes
- Beobachtungsstatus (nicht beobachtet, Laie, professioneller Helfer)
- Laienreanimation
- Vermutete Ursache
- Zeit zwischen Kollaps und Ankunft Rettungsdienst
- neurologischer Zustand vor dem HerzKreislaufstillstand

Alle Variablen mit signifikantem Einfluss wurden zur Adjustierung zusammen mit den etablierten innerklinischen Therapieverfahren PCI und MTH sowie der Krankenhausgruppe (ohne PCI-Möglichkeit / mit PCI-Möglichkeit) in die multivariate Analyse eingeschlossen.

Die statistischen Analysen der binären und kategorisierten Variablen erfolgten mit dem Chi-Quadrat und exakten Test nach Fisher. Für die verhältnisskalierten Variablen (Alter und Einsatzzeiten) wurden der U-Test und der Test nach Kruskal-Wallis verwendet. Alle statistischen Analysen wurden mit SPSS Version 18 (Chicago, Illinois, USA) durchgeführt. Für verhältnisskalierte Variablen erfolgte die Angabe des Mittelwertes und der Standardabweichung (SD). Die Signifikanz wurde bei  $p < 0,05$  und das Konfidenzintervall mit 95% definiert.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Analyse der rettungsdienstlichen Versorgung**

#### **3.1.1 Einsatzzahlen Rettungsdienst Dortmund**

Der Rettungsdienst der Stadt Dortmund registrierte im Jahr 2007 insgesamt 96.238 Einsätze. Auf die RTW entfielen 48.030 und auf die NEF 24.630 Einsätze. Im Jahre 2008 stieg die Gesamteinsatzzahl auf 100.869, davon 23.999 mit Notarzt.

Insgesamt wurden im untersuchten Zeitraum 48.629 Notarzteinsätze durchgeführt, deren Protokolle im Rahmen dieser Studie gesichtet und bei Erfüllen der Einschlusskriterien weiter ausgewertet wurden.

Die First-Responder der Berufsfeuerwehr und der Freiwilligen Feuerwehr wurden 2007 zu 1.013 (davon 667 (65,8%) durch die Freiwillige Feuerwehr) und 2008 zu 1.086 Einsätzen (davon 732 (67,4%) durch die Freiwillige Feuerwehr) alarmiert.

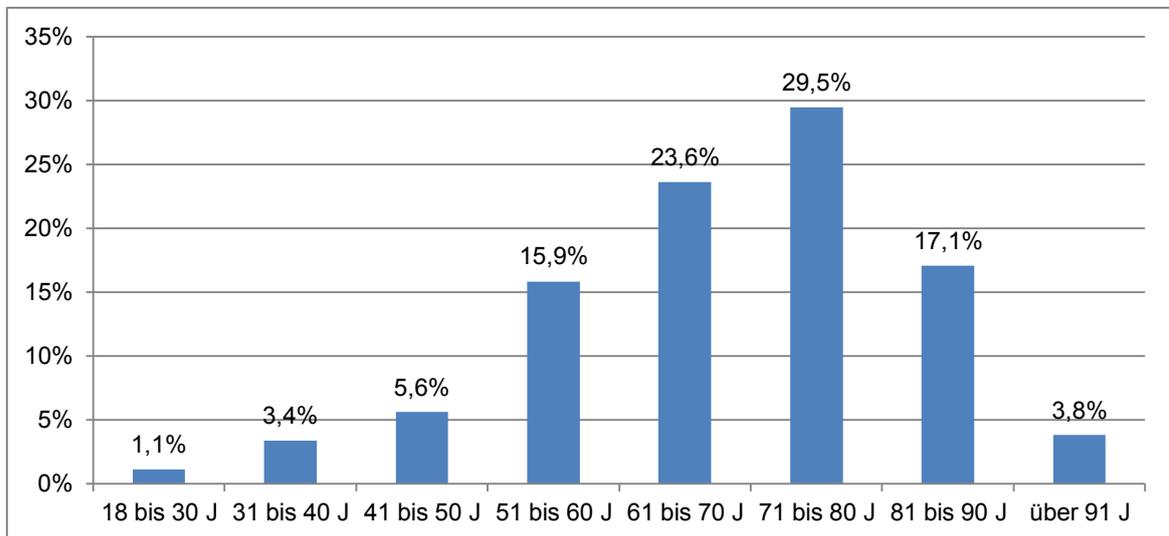
#### **3.1.2 Präklinische Erstversorgung**

Zwischen dem 01. Januar 2007 und dem 31. Dezember 2008 wurden in der Stadt Dortmund 1.109 Patienten nach einem HerzKreislaufstillstand außerhalb des Krankenhauses durch den Rettungsdienst reanimiert.

Insgesamt wurden 220 Einsätze (19,8%) von der weiteren Analyse ausgeschlossen: In 14 Fällen wurden Patienten unter 18 Jahren reanimiert und in 38 Einsätzen wurde ein Trauma als Ursache des HerzKreislaufstillstandes vermutet. In 168 Fällen waren die Datensätze in relevanten Teilbereichen unvollständig und wurden daher ebenfalls von der weiteren Auswertung ausgeschlossen (Tabelle 4, Anhang).

Damit konnten 889 Patienten (80,2%) in die weitere Analyse eingeschlossen werden. Die Inzidenz der auswertbaren Reanimationen lag bei 76,6 Reanimationen pro 100.000 Einwohner und Jahr. Die Mehrheit der eingeschlossenen Patienten war männlichen Geschlechts (n=562; 63,2%).

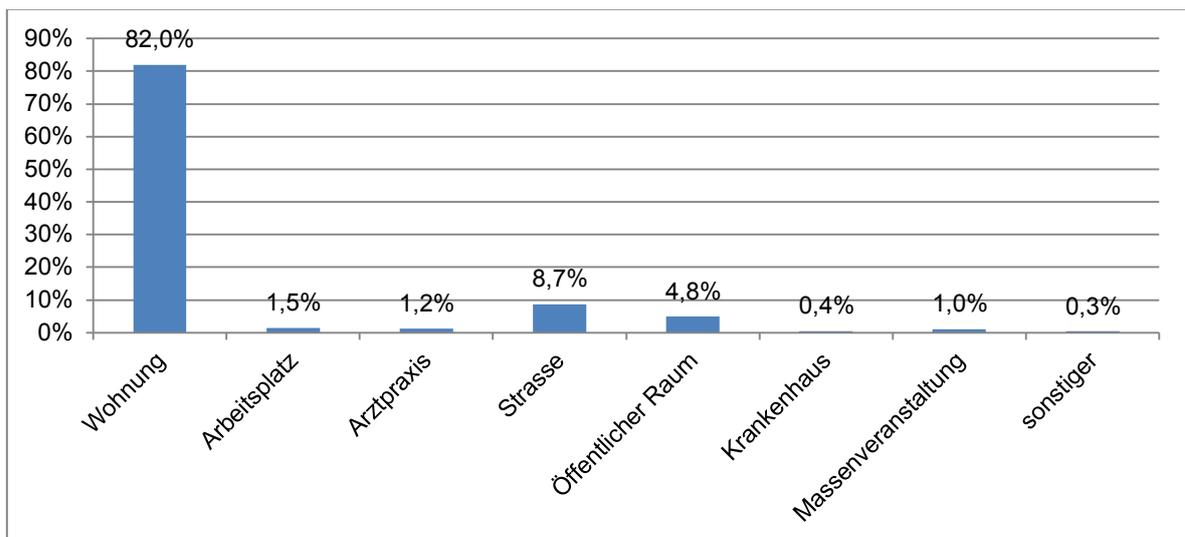
Das mittlere Alter der eingeschlossenen Patienten betrug 69,4 (SD: 14,5) Jahre (Abbildung 1). Die männlichen Patienten waren im Durchschnitt 67,7 (SD: 13,7) Jahre alt. Bei den Frauen betrug das Durchschnittsalter 72,6 (SD: 14,3) Jahre.



**Abbildung 1:** Lebensalter der reanimierten Patienten in Gruppen

Im Durchschnitt konnte der Rettungsdienst den Patienten unabhängig von der Tageszeit mit dem ersten Fahrzeug nach 6,9 Minuten (SD: 4,8) erreichen. Die Hilfsfrist von 8 Minuten wurde in 80,7% der Fälle erreicht.

Der Herzkreislaufstillstand ereignete sich in 729 Fällen (82,0%) in der Wohnung, davon in 39 Fällen im Altenheim. Insgesamt 129 Patienten (14,5%) erlitten ihren Herzkreislaufstillstand in der Öffentlichkeit (Straße, Öffentlicher Raum, Massenveranstaltung) (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Ort des HerzKreislaufstillstandes

Insgesamt wurde bei 468 HerzKreislaufstillständen (52,6%) das Ereignis beobachtet: In 364 Fällen (40,9%) durch Laien, in 11 (1,2%) durch First Responder, in 19 (2,1%) durch die Besatzung des RTW und in 74 (8,3%) durch den Notarzt.

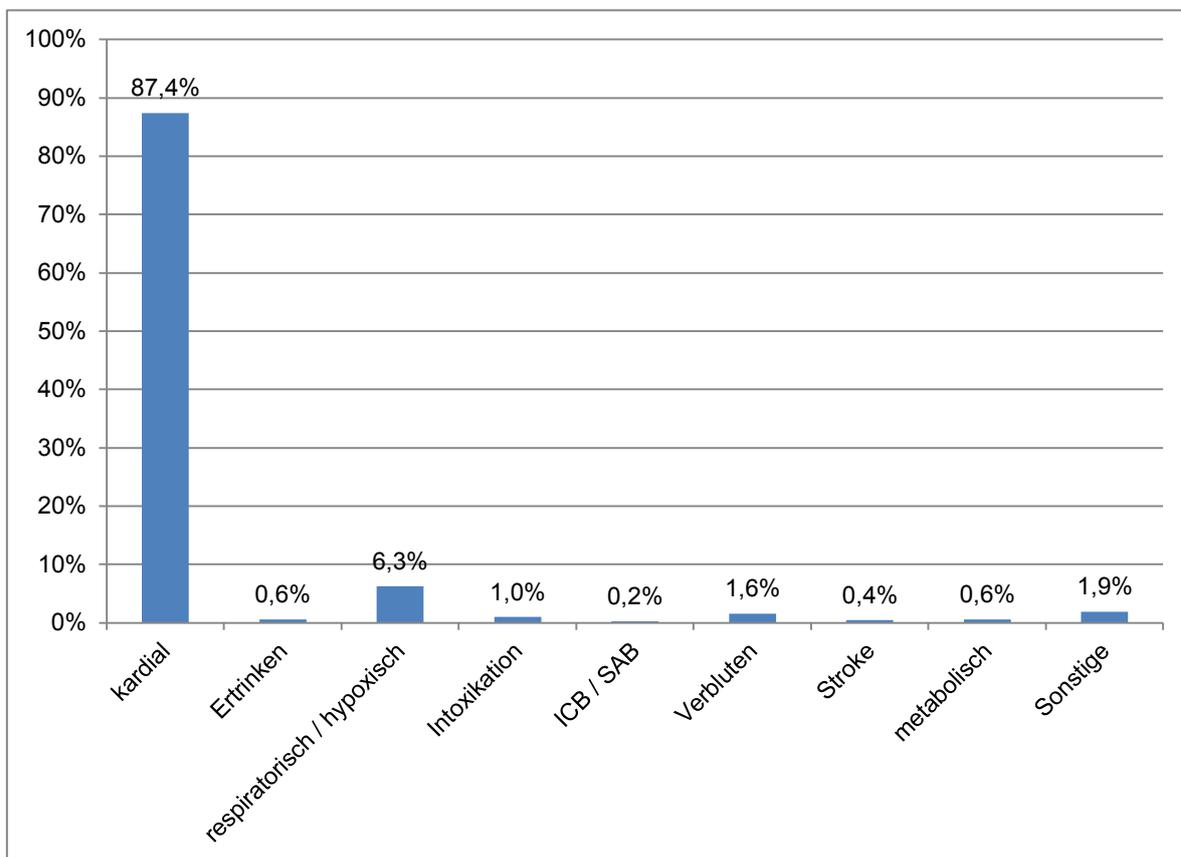
Bezogen auf alle ausgewerteten Reanimationen (n=889) begannen in 117 Einsätzen (13,2%) Ersthelfer mit der Herzdruckmassage vor dem Eintreffen des Rettungsdienstes. In 42 Fällen (4,7%) begannen die First Responder mit den Reanimationsmaßnahmen. Bei 726 Patienten (81,7%) erfolgte der Beginn der Wiederbelebung erst mit Ankunft des Rettungsdienstes.

Angaben zum therapiefreien Intervall fanden sich in 293 Fällen: Das therapiefreie Intervall lag bei 187 Einsätzen (63,8%) unter 5 Minuten, in 20,5% der Fälle zwischen 6-10 Minuten, in 6,5% zwischen 11 und 15 Minuten und in 27 Fällen (9,2%) über 15 Minuten.

Ein defibrillierbarer EKG-Rhythmus, in Form von Kammerflimmern oder pulsloser ventrikulärer Tachykardie, lag initial in 234 Fällen (26,3%) vor. Bei 81 Einsätzen (9,1%) zeigte das Erst-EKG eine pulslose elektrische Aktivität (PEA). Eine Asystolie wurde bei 574 Patienten (64,6%) registriert.

Insgesamt wurden 359 Patienten (40,4%) im Verlauf der präklinischen Versorgung defibrilliert. Ein öffentlich zugänglicher Defibrillator (PAD) wurde in 2 Fällen (0,6%) verwendet.

In 777 Fällen (87,4%) wurde eine kardiale Ursache des HerzKreislaufstillstandes vermutet. Eine respiratorisch/hypoxische Ursache lag in 56 Fällen (6,3%) vor (Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Vermutete Ursache des HerzKreislaufstillstandes in Gruppen  
(ICB = intrazerebrale Blutung; SAB = subarachnoidale Blutung)

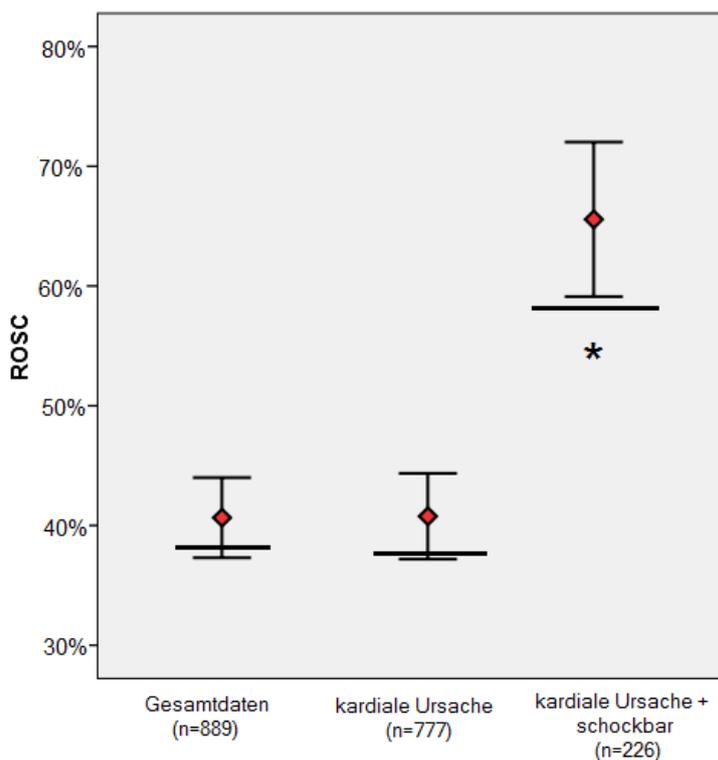
Die eingesetzten Notärzte waren in 345 Fällen (51,6%) Fachärzte und in 324 (48,4%) Ärzte in Weiterbildung. In 220 Fällen fehlten Angaben zur Qualifikation des Notarztes. Am häufigsten kamen Notärzte aus der Anästhesie (n=334; 49,6%) zum Einsatz. Bei 184 Reanimationen (27,3%) wurde eine internistische und in 139 Fällen (20,6%) eine chirurgische Fachrichtung des Notarztes angegeben (Sonstige: n=11; 1,6%). In 0,9% (n=6) kam ein Pädiater zum Einsatz.

Bei insgesamt 64 Einsätzen (7,2%) wurde von der Einsatzleitstelle primär nur ein RTW zum Notfallort entsandt. In diesen Fällen musste der Notarzt durch den RTW nachgefordert werden. Eine Telefonanleitung von Laien zur Reanimation durch die Rettungsleitstelle (sogenannte Telefon-CPR) fand im untersuchten Zeitraum nicht statt.

### 3.1.3 Ergebnis der rettungsdienstlichen Maßnahmen

Der primäre Endpunkt der präklinischen Versorgung nach Herzkreislaufstillstand durch den Rettungsdienst ist die Rückkehr des Spontankreislaufes für > 20 Sekunden (ROSC). Die Ergebnisqualität der rettungsdienstlichen Versorgung lässt sich aus der beobachteten ROSC-Rate und der Prognose nach dem RACA-Score unabhängig von strukturellen Faktoren ermitteln.

Im untersuchten Zeitraum konnte der Rettungsdienst der Stadt Dortmund bei 360 Patienten (40,5%; 95% CI: 37,3-43,7%) einen ROSC erreichen. Dies entspricht einer Inzidenz von 31,0 Patienten pro 100.000 Einwohner und Jahr. Die erwartete ROSC-Rate nach dem RACA-Score lag bei 38,0%.



**Abbildung 4:** Übersicht über den erwarteten (schwarzer Balken) und beobachteten (rote Raute und 95% CI) primären Reanimationserfolg für Subgruppen (\* =  $p < 0,05$ )

Insgesamt konnten 282 Patienten (31,7%) mit ROSC und 152 (17,1%) unter laufender CPR in ein Krankenhaus aufgenommen werden. Die Inzidenz für die Krankenhausaufnahme mit ROSC und unter laufender CPR beträgt 37,4/100.000 Einwohner und Jahr.

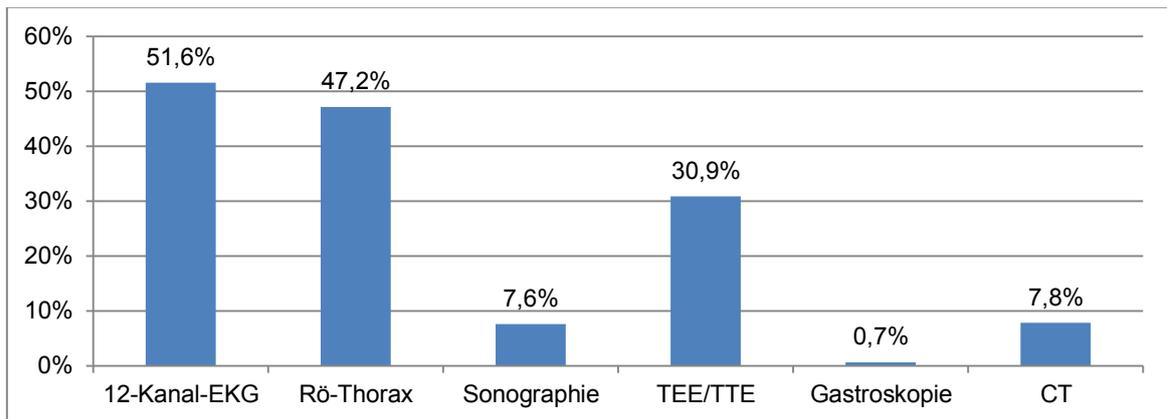
### 3.2 Innerklinische Weiterversorgung

Nach einem präklinischen Herzkreislaufstillstand und Reanimation durch den Rettungsdienst in den Jahren 2007 und 2008 konnten in der Stadt Dortmund 434 Patienten in ein Krankenhaus aufgenommen werden. Insgesamt 289 Patienten (79,0%) wurden direkt auf die Intensivstation übernommen. In 72 Fällen (19,7%) wurde der Patient in der Notaufnahme bzw. im Schockraum an die weiterbehandelnden Ärzte übergeben. Das Herzkatheterlabor war in 5 Fällen (1,4%) primärer Übergabeort des Patienten. In 136 Fällen fehlten Angaben zum Übergabeort. Eine Weiterverlegung in ein anderes Krankenhaus erfolgte in 33 Fällen (7,6%).

Von den in ein Krankenhaus aufgenommenen Patienten (n=434) wurden 152 (35,0%) bei Übergabe durch den Rettungsdienst weiterhin reanimiert werden. In 19 Fällen (14,0%) lag ein Kammerflimmern/-flattern vor. In 23 Fällen (16,9%) wurde eine PEA und bei 94 Patienten (69,1%) eine Asystolie dokumentiert (keine Angaben: n=16).

Insgesamt konnten 282 Patienten mit ROSC in ein Krankenhaus aufgenommen werden. In 134 Fällen (47,5%) lag ein Sinusrhythmus vor. Eine absolute Arrhythmie wurde in 19 Fällen (6,7%) registriert. Bei 10 Patienten (3,5%) wurde ein Schrittmacher-Rhythmus und bei 36 (12,7%) ein Infarkt-EKG (ST-Strecken-Veränderung oder Linksschenkelblockbild) dokumentiert.

Innerhalb der ersten 2 Stunden nach Aufnahme wurde bei 224 Patienten (51,6%) ein 12-Kanal-EKG geschrieben. Eine Röntgen-Untersuchung des Thorax erfolgte in 205 Fällen (47,2%), eine transthorakale Echokardiographie (TTE) bzw. eine transösophageale Echokardiographie (TEE) in 134 Fällen (30,9%) (Abbildung 5).

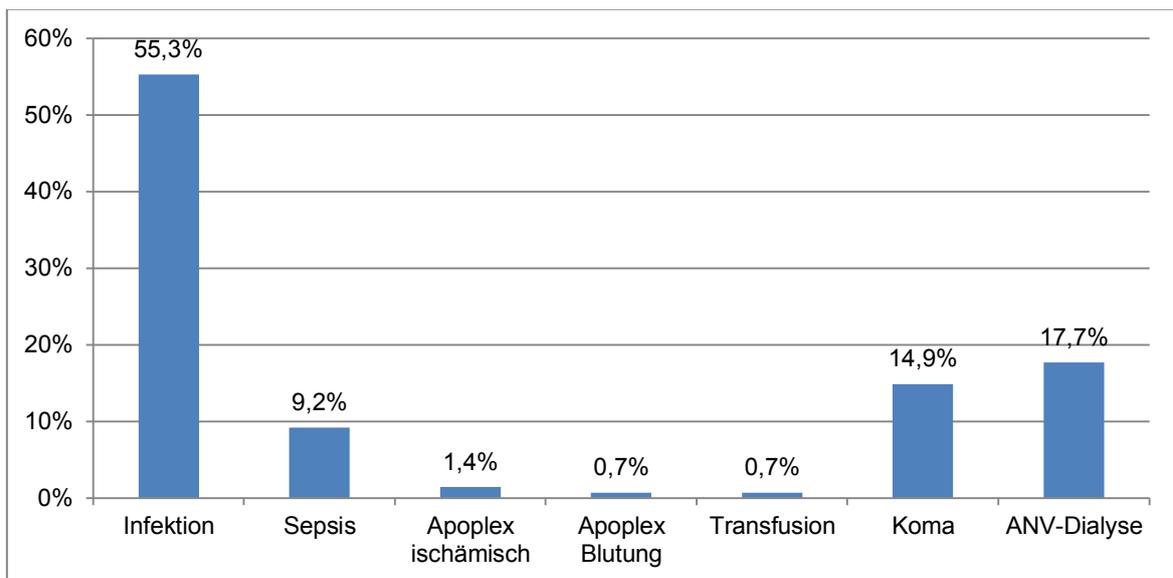


**Abbildung 5:** Innerklinische Diagnostik innerhalb von 2h nach Aufnahme von präklinisch reanimierten Patienten in der Stadt Dortmund

(CT = Computertomographie; TEE = transösophageale Echokardiographie; TTE = transthorakale Echokardiographie)

Eine intraaortale Ballonpumpe (IABP) kam bei 15 Patienten (3,5%) zur Kreislaufstabilisierung zum Einsatz. In 5 Fällen (1,2%) wurde ein Schrittmacher eingesetzt. Eine Thrombolyse-Therapie wurde in der Klinik bei 19 Patienten (4,4%) durchgeführt. Ein Patient (0,2%) wurde an die Herz-Lungen-Maschine angeschlossen und zwei (0,5%) einer herzchirurgischen Behandlung zugeführt. Die MTH wurde in 33 Fällen (7,6%) und eine PCI in 61 Fällen (14,1%) durchgeführt. Insgesamt wurden 31 Patienten (7,1%) während ihres Klinikaufenthaltes mit einem Implantierbaren Kardioverter-Defibrillator (ICD) versorgt.

In 141 Fällen (32,5%) traten Komplikationen während des Krankenhausaufenthaltes auf oder war eine Therapieausweitung notwendig (Abbildung 6).



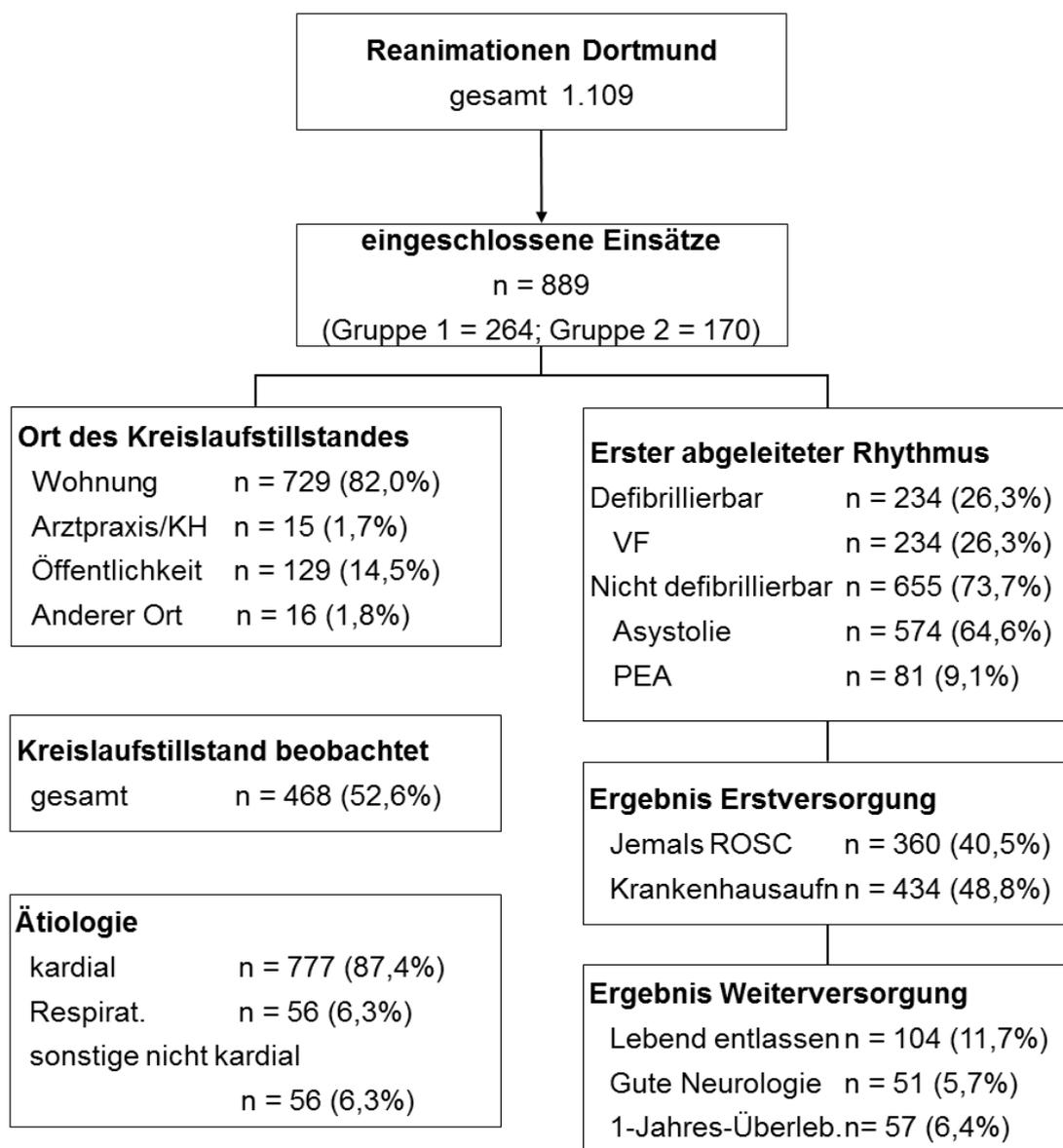
**Abbildung 6:** Komplikationen bzw. Behandlungsausweitungen während des Klinikaufenthaltes bei Patienten nach präklinischer Reanimation in der Stadt Dortmund  
(ANV = akutes Nierenversagen)

Patienten die lebend aus dem Krankenhaus entlassen werden konnten, verbrachten im Durchschnitt 15,2 Tage (SD: 13,4) auf der Intensivstation und wurden 168,7 Stunden beatmet (SD: 203,2).

Insgesamt konnten 196 (45,2%) der in ein Krankenhaus aufgenommenen Patienten (n=434) 24 Stunden überleben und 104 (24,0%) lebend entlassen werden, davon 51 Patienten mit einer guten neurologischen Funktion (CPC1 und 2) (Abbildung 7). In der Summe überlebten 57 Patienten (13,1%) von 434 aufgenommenen Patienten das erste Jahr nach der Reanimation.

Bezogen auf alle eingeschlossenen Patienten (n=889) konnten 11,7% lebend entlassen werden und 6,4% das erste Jahr überleben.

Von den Patienten die unter laufender Herzdruckmassage in das Krankenhaus aufgenommen wurden (n=152), konnten 11 (7,2%) 24 Stunden überleben und 4 (2,6%) lebend entlassen werden. Ein Patient dieser Gruppe (0,7%) überlebte das erste Jahr nach Herzkreislaufstillstand.



**Abbildung 7:** Utstein-Übersicht über alle vom Rettungsdienst der Stadt Dortmund nach plötzlichem Herztod zwischen 2007 und 2008 reanimierten Patienten (Gruppe 1 = Krankenhäuser ohne PCI-Möglichkeit; Gruppe 2 = Krankenhäuser mit PCI) (KH = Krankenhaus; PCI = Koronarangiographie; PEA = pulslose elektrische Aktivität; ROSC = Rückkehr des Spontankreislaufs; VF = Kammerflimmern/-flattern)

### **3.3 Analyse der Versorgung und des Behandlungsergebnisses in Abhängigkeit vom aufnehmenden Krankenhaus**

#### **3.3.1 Verteilungskriterien der Patienten auf die Krankenhausgruppen**

Von den 434 aufgenommenen Patienten wurden 264 (60,8%) in ein Krankenhaus ohne PCI-Möglichkeit (Gruppe 1) transportiert. Insgesamt 170 Patienten wurden primär in eine Klinik mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) aufgenommen (39,2%).

Die Patienten, für die der Rettungsdienst bzw. der Notarzt primär ein PCI-Krankenhaus (Gruppe 2) ausgewählt hat, waren verglichen mit den Patienten in Krankenhäusern der Gruppe 1 im Durchschnitt häufiger männlich (71,6% vs. 61,3%;  $p=0,03$ ) und jünger (64,7 Jahre vs. 69,4 Jahre;  $p=0,002$ ). Bei 92,9% der Patienten in Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit wurde eine kardiale Ursache des HerzKreislaufstillstandes vermutet, gegenüber 83,0% in den nicht PCI-Kliniken ( $p=0,01$ ). Die Patienten in PCI-Krankenhäusern wurden signifikant seltener unter laufender Herzdruckmassage aufgenommen (27,4% vs. 40,9%;  $p=0,005$ ). Der Anteil von Patienten mit schlechtem neurologischem Zustand (CPC 3) vor dem Reanimationsereignis lag in Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit bei 3,1% und bei Kliniken ohne PCI bei 15,1% ( $p<0,001$ ). Der Einsatzort, der initiale EKG-Rhythmus, der Beobachtungsstatus und die Transportzeit unter Beachtung des Reanimationsergebnisses waren für die Auswahl des Krankenhauses ohne Bedeutung (Tabelle 5, Anhang).

In der binär logistischen Regression (Tabelle 6 und 7, Anhang) zeigen das männliche Geschlecht (adjustierte OR: 2,06 (95% CI: 1,21-3,53);  $p=0,008$ ), die nicht kardiale Ursache des HerzKreislaufstillstandes ohne Trauma (adjustierte OR: 0,37 (95% CI: 0,16-0,85);  $p=0,02$ ), der Transport unter laufenden Reanimationsmaßnahmen (adjustierte OR: 0,33 (95% CI: 0,20-0,55);  $p<0,001$ ) sowie die schwere zerebrale Behinderung vor dem Kollaps (CPC 3) (adjustierte OR: 0,17 (95% CI: 0,06-0,51);  $p=0,002$ ) einen unabhängigen Einfluss auf die Krankenhausauswahl durch den Notarzt.

### 3.3.2 Innerklinische Weiterversorgung in Abhängigkeit vom aufnehmenden Krankenhaus

Bei Übergabe in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) ist in 51 Fällen (30,0%) eine PCI durchgeführt worden. Patienten, die initial in ein Krankenhaus der Gruppe 2 aufgenommen wurden, sind im Vergleich mit Patienten der Gruppe 1 signifikant häufiger echokardiographiert (47,1% vs. 20,5%;  $p < 0,001$ ) und tendenziell häufiger aktiv gekühlt worden (10,6% vs. 5,7%;  $p = 0,07$ ). Die Versorgung der Patienten mit einem Schrittmacher innerhalb der ersten 24h nach dem Ereignis unterschied sich zwischen den Krankenhausgruppen nicht signifikant (0,6% vs. 1,5%;  $p = 0,65$ ). Bei Aufnahme in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) wurde in 4 Fällen (2,4%) im Vergleich zu 15 Fällen (5,7%) in Gruppe 1 eine Lysetherapie innerhalb der ersten 24h nach Aufnahme durchgeführt ( $p = 0,15$ ). Patienten, die initial in ein Krankenhaus der Gruppe 2 aufgenommen wurden, erhielten häufiger einen ICD implantiert (12,9% vs. 3,4%;  $p = 0,001$ ). Das 24 Stunden Überleben lag in den Krankenhäusern der Gruppe 2 mit 66,0% ( $n = 103$ ) signifikant über dem Ergebnis von 42,9% ( $n = 93$ ) in der Gruppe 1 ( $p < 0,001$ ) (fehlende Angaben:  $n = 61$ ).

Im Durchschnitt verbrachten Patienten nach präklinischem Herzkreislaufstillstand und Reanimation durch den Rettungsdienst in Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) 7,5 Tagen (SD: 10,9) auf einer Intensivstation und wurden 93 Stunden (SD: 144) beatmet. In den Krankenhäusern der Gruppe 1 lag die durchschnittliche Intensiv-Verweildauer bei 4,3 Tagen (SD: 7,1) ( $p = 0,003$ ) und die mittlere Beatmungszeit bei 50 Stunden (SD: 130) ( $p < 0,001$ ). Werden nur die Patienten betrachtet, die lebend aus dem Krankenhaus entlassen werden konnten, betrug die durchschnittliche Liegedauer auf der Intensivstation in der Gruppe 2 16,8 Tagen (SD: 14,7) im Vergleich zu 12,7 Tagen (SD: 11,0) in der Gruppe 1 ( $p = 0,34$ ). Die Beatmungsdauer lag im Durchschnitt bei den lebend aus Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit entlassenen Patienten bei 168 Stunden (SD: 174) gegenüber 170 Stunden (SD: 252) in Krankenhäusern ohne PCI-Möglichkeit ( $p = 0,39$ ). Signifikant häufiger entwickelten Patienten in einem Krankenhaus der Gruppe 2 Sekundärkomplikationen (56,5% vs. 40,2%;  $p = 0,001$ ).

Von den Patienten, die initial in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) ( $n = 170$ ) aufgenommen wurden, erhielten 51 (30,0%) tatsächlich eine PCI. Im Vergleich zu den Patienten dieser Krankenhausgruppe, die keine PCI erhalten haben ( $n = 119$ ), konnten diese häufiger die ersten 24h nach dem Ereignis überleben (92,2% vs. 53,3%;  $p < 0,001$ ).

Tendenziell wurden Patienten, die eine PCI erhalten haben, häufiger aktiv gekühlt (15,7% vs. 8,4%;  $p=0,18$ ). Ebenfalls zeigte sich in der Gruppe, der tatsächlich koronarangiographierten Patienten eine leicht höhere Rate an Sekundärkomplikationen (64,7% vs. 52,9%;  $p=0,18$ ). Signifikant häufiger wurden Patienten nach PCI im Vergleich zu Patienten in Krankenhäusern der Gruppe 2 ohne durchgeführte PCI lebend entlassen (78,4% vs. 24,2%;  $p<0,001$ ) und überlebten häufiger das erste Jahr nach dem Kollaps (65,7% vs. 16,8%;  $p<0,001$ ). Das neurologische Ergebnis bei Entlassung lag nach Anwendung der PCI tendenziell über den Patienten ohne PCI (60,5% CPC1/2 vs. 53,6% CPC1/2;  $p=0,62$ ).

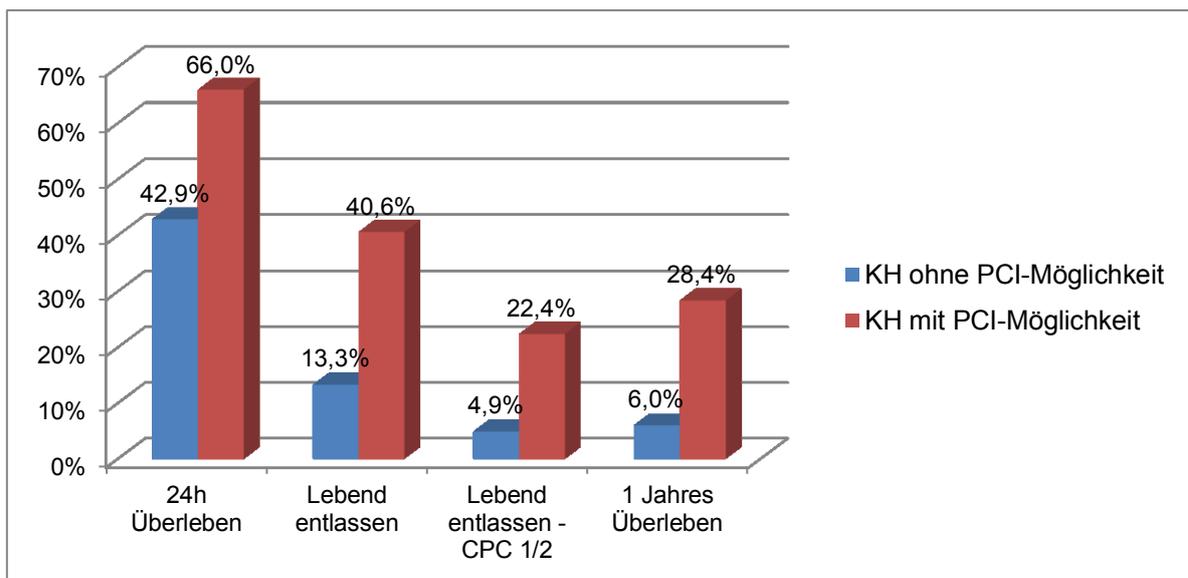
Von 264 Patienten, die primär in ein Krankenhaus ohne PCI-Möglichkeit (Gruppe 1) aufgenommen wurden, wurden 24 (9,1%) weiterverlegt. Von diesen erhielten im weiterver sorgenden Krankenhaus 10 (42%) innerhalb von 24h eine PCI, 14 (58%) konnten lebend entlassen werden und 9 (43%) überlebten ein Jahr (Tabelle 3). Von den nicht weiterver legten Patienten der Gruppe 1 konnten 21 (9%) lebend entlassen werden und 6 (3%) ein Jahr überleben (fehlende Angaben:  $n=47$ ).

	keine Weiterverlegung	Weiterverlegung
<b>n</b>	240	24
<b>TEE/TTE &lt; 120 min</b>	39 (16,2%)	15 (62,5%)
<b>Schrittmacher &lt; 24h</b>	3 (1,2%)	1 (4,0%)
<b>Lyse &lt; 24h</b>	13 (5,4%)	2 (8,3%)
<b>Koronarangiographie &lt; 24h</b>	0	10 (41,7%)
<b>Aktive Kühlung &lt; 24h</b>	7 (2,9%)	8 (33,3%)
<b>24h Überleben</b>	74 (38,3%)	19 (79,2%)
<b>Sekundärkomplikationen</b>	93 (38,8%)	13 (54,2%)
<b>Implantation eines ICD</b>	5 (2,1%)	4 (16,7%)
<b>Lebend entlassen</b>	21 (8,8%)	14 (58,3%)
<b>CPC bei Entlassung</b>		
- CPC 1+2	6 (31,6%)	7 (53,8%)
- CPC 3+4	13 (68,4%)	6 (46,2%)
<b>1-Jahres-Überleben</b>	6 (2,6%)	9 (42,9%)

**Tabelle 3:** Therapie und Ergebnis von Patienten die nach präklinischem Herzkreislaufstillstand initial in Krankenhäuser ohne PCI-Möglichkeit aufgenommen wurden, in Abhängigkeit der Weiterverlegung

(CPC = Cerebral Performance Categories; ICD = implantierbarer Kardioverter-Defibrillator; TEE = transösophageale Echokardiographie; TTE = transthorakale Echokardiographie)

Das Ergebnis der Versorgung in den Krankenhäusern mit Möglichkeit zur PCI (Gruppe 2) war signifikant besser im Vergleich zu den Kliniken ohne PCI-Möglichkeit (Gruppe 1) zu den Zeitpunkten 24h-Überleben (66,0% vs. 42,9%;  $p < 0,001$ ) (fehlende Angaben:  $n=61$ ), Krankenhausentlassung (40,6% vs. 13,3%;  $p < 0,001$ ) und 1-Jahres-Überleben (28,4% vs. 6,0%;  $p < 0,001$ ) (fehlende Angaben:  $n=35$ ) (Abbildung 8).



**Abbildung 8:** Versorgungsergebnis präklinisch reanimierter Patienten in Abhängigkeit der Aufnahme in Krankenhäuser ohne PCI-Möglichkeit (Gruppe 1) oder mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) (CPC = Cerebral Performance Categories; PCI = Koronarangiographie)

### 3.4 Analyse der Einflussfaktoren auf die Entlassung aus dem Krankenhaus

In der Gruppe der lebend aus dem Krankenhaus entlassenen Patienten beträgt der Anteil der Männer 75,0%. Weiter waren die lebend aus dem Krankenhaus entlassenen Patienten im Durchschnitt 6,7 Jahre jünger (62,5 Jahre vs. 69,2 Jahre;  $p < 0,001$ ) und wiesen häufiger einen defibrillierbaren EKG-Erstbefund auf (65,4% vs. 30,9%;  $p < 0,001$ ). Bei guter Neurologie vor dem Herzkreislaufstillstand (CPC1 oder 2) erhöhten sich ebenfalls die Chancen für eine Entlassung aus dem Krankenhaus (96,9% vs. 86,8%;  $p = 0,02$ ). Insgesamt stammen 66,3% der entlassenen Patienten aus einem Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) und 33,7% aus einem Krankenhaus der Gruppe 1 (unadjustierte OR: 4,55 (95% CI: 2,78-7,14);  $p < 0,001$ ). Signifikanten Einfluss auf die Entlassung aus dem Krankenhaus zeigte darüber hinaus die Anwendung der PCI (unadjustierte OR: 13,50 (95% CI: 7,23-25,20);  $p < 0,001$ ) und MTH (unadjustierte OR: 5,05 (95% CI: 2,43-10,48);  $p < 0,001$ ) (Tabelle 8, Anhang).

Auch die binär logistische Regressionsanalyse (Tabelle 9 und 10, Anhang) unter Berücksichtigung der eben genannten Prognosefaktoren belegte den positiven Einfluss der initialen Aufnahme des Patienten nach präklinischer Reanimation in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) auf die Rate der lebend entlassenen Patienten (adjustierte OR: 2,39 (95% CI: 1,33-4,28);  $p = 0,004$ ) unter Berücksichtigung der tatsächlichen Durchführung einer PCI (adjustierte OR: 4,57 (95% CI: 2,20-9,50);  $p < 0,001$ ), einer MTH (adjustierte OR: 5,31 (95% CI: 1,91-14,77);  $p = 0,001$ ) und der Asystolie als initialem EKG-Rhythmus (adjustierte OR: 0,46 (95% CI: 0,26-0,82);  $p = 0,008$ ). Das Geschlecht, das Alter und der neurologische Zustand vor dem Herzkreislaufstillstand zeigten im multivariaten Modell keinen signifikanten Einfluss.

Patienten, die mit gutem neurologischem Ergebnis (CPC 1 und 2) aus dem Krankenhaus entlassen werden konnten, waren im Durchschnitt 7,1 Jahre jünger (61,4 Jahre vs. 68,5 Jahre;  $p = 0,001$ ), wiesen häufiger initial einen defibrillierbaren EKG-Befund auf (64,7% vs. 35,3%;  $p < 0,001$ ) und wurden öfter bereits vor Eintreffen des Rettungsdienstes von Laien reanimiert (23,5% vs. 11,4%;  $p = 0,02$ ). Häufiger konnten Patienten mit besserem neurologischem Zustand vor dem Herzkreislaufstillstand mit guter zerebraler Leistungsfähigkeit aus dem Krankenhaus entlassen werden (CPC 1 81,6% vs. 68,7%;  $p = 0,03$ ). Die Aufnahme in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) ist assoziiert mit einer höheren Rate lebend aus dem Krankenhaus entlassenen Patienten mit gutem neurologischem

Ergebnis (unadjustierte OR: 5,62 (95% CI: 2,89-10,92);  $p < 0,001$ ). Ähnliche Auswirkungen zeigte die tatsächliche Anwendung von PCI (unadjustierte OR: 10,84 (95% CI: 5,63-20,87);  $p < 0,001$ ) und MTH (unadjustierte OR: 4,44 (95% CI: 2,01-9,82);  $p = 0,001$ ) (Tabelle 11, Anhang).

In der multivariaten Analyse (Tabelle 12 und 13, Anhang) zeigte sich, dass die Entlassung aus dem Krankenhaus mit gutem neurologischem Ergebnis (CPC 1 und 2) neben der direkten Aufnahme in eine Klinik mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) (adjustierte OR: 3,14 (95% CI: 1,51-6,56);  $p = 0,002$ ), durch die Durchführung einer PCI (adjustierte OR: 6,16 (95% CI: 3,03-12,55);  $p < 0,001$ ) und MTH (adjustierte OR: 3,11 (95% CI: 1,26-7,69);  $p = 0,01$ ) beeinflusst wird. Der EKG-Erstbefund, das Alter und die Durchführung der Laienreanimation zeigten keine Relevanz in der Regressionsanalyse.

## 4 Diskussion

### 4.1 Ergebnis der rettungsdienstlichen Maßnahmen

Die Laienreanimation, die frühzeitige Alarmierung des professionellen Systems und die Maßnahmen des Rettungsdienstes sind wichtige Schritte zum Überleben des Patienten. Der erste Erfolgsmarker dieser Bemühungen ist das Erreichen von ROSC. Aus dem Vergleich der europäischen Reanimationsregister sind ROSC-Raten von 26% bis 44% bekannt (Gräsner et al., 2011a). Aus dem deutschen Reanimationsregister sind, je nach betrachtetem Standort, ROSC-Raten zwischen 42% und 53% berichtet worden (Gräsner et al., 2010; Neukamm et al., 2011). In Dortmund konnte im untersuchten Zeitraum in 41% (95% CI: 37-44%) der Fälle ein ROSC erreicht werden. Dieser Wert liegt unter den bisherigen Ergebnissen aus Deutschland. Allerdings eignet sich ein alleiniger Vergleich von ROSC-Raten nicht, um die Qualität der Maßnahmen valide beurteilen zu können. Hierbei sollten strukturelle Faktoren (z.B. Zeit zwischen Kollaps und Ankunft Rettungsdienst, Beobachtungsstatus, Laienreanimation) und Eigenschaften des behandelten Patienten (z.B. Alter, Geschlecht, erster EKG-Rhythmus) berücksichtigt werden. Dies gewährleistet der ROSC-after-cardiac-arrest-Score (RACA-Score), der einen Vorhersagewert für die ROSC-Rate errechnet. Diese prognostizierte ROSC-Rate betrug für die vorliegenden Daten 38%. Damit lag der erreichte primäre Reanimationserfolg des Dortmunder Rettungsdienstes tendenziell oberhalb der Prognose. In der Subgruppe der Patienten mit Herzkreislaufstillstand kardialer Ätiologie und schockbarem EKG-Erstbefund lag der beobachtete Erfolg mit 66% (95% CI: 60-72%) signifikant oberhalb der Prognose mit 58%.

## **4.2 Innerklinische Therapie**

Mit dem Erreichen von ROSC ist die Behandlung eines Patienten nach einem Herz-Kreislaufstillstand noch nicht beendet. Durch mögliche Schäden des Gehirns, die Dysfunktion des Herzens und eine vorübergehende systemische Minderperfusion mit entsprechenden pathophysiologischen Reaktionen, im Rahmen des sogenannten Post-cardiac-arrest-Syndroms (Nolan et al., 2008), ist eine intensive Überwachung und Therapie des Patienten notwendig. In den letzten Jahren fokussierte die Wissenschaft zunehmend auf diesen Abschnitt der Versorgung nach präklinischer Reanimation.

Strikte und eindeutige Empfehlungen, wie für die Reanimationsmaßnahmen vorhanden, wurden in den letzten Jahren auch für diesen Abschnitt der Versorgung formuliert (Deakin et al., 2010; Nolan et al., 2008). Zum Studienzeitpunkt existierte jedoch nur auf 3 Seiten der ERC-Leitlinien aus 2005 eine kurze Beschreibung der intensivmedizinischen Therapie nach Herz-Kreislaufstillstand. Besonders hervorzuheben ist dabei die Fokussierung auf ein sogenanntes Post-Resuscitation-Bundle aus Koronarangiographie (PCI) und milder therapeutischer Hypothermie (MTH) (Nolan et al., 2005).

### **4.2.1 Koronarangiographie**

Die invasive Darstellung der Koronargefäße und mögliche Intervention mit Hilfe von Ballons und/oder Stents ist eine wichtige diagnostische und therapeutische Maßnahme bei Patienten mit Akutem Koronarsyndrom oder KHK.

Verschiedene Studien konnten zeigen, dass auch bei Patienten mit präklinischem Herz-Kreislaufstillstand oftmals ähnliche pathophysiologische Mechanismen ursächlich für das Ereignis sind (Pell et al., 2003; Zipes und Wellens, 1998). Allerdings fehlen bei Patienten nach einer Reanimation häufig die typischen Symptome eines akuten Myokardinfarkts, insbesondere der Brustschmerz und die mögliche ST-Strecken-Hebung im EKG, so dass die Indikationsstellung oft schwierig ist (Arntz et al., 2010; Silber et al., 2010).

Nichtsdestotrotz wurde die PCI auf Grund pathophysiologischer Überlegungen bei Patienten nach OHCA häufiger angewendet. Verschiedene Studien konnten ab 1997 den positiven Einfluss der PCI-Anwendung in dieser Patientengruppe auf das Ergebnis nach OHCA bestätigen (Dumas et al., 2010; Gräsner et al., 2011b; Spaulding et al., 1997; Sunde et al., 2007).

Auch in der vorliegenden Studie zeigte sich unabhängig von der vermutete Ursache des Herzkreislaufstillstandes, bei ausgeschlossenen traumatisch verursachten Ereignissen, ein positiver Einfluss der PCI. In der multivariaten Analyse für die Prädiktoren einer Entlassung aus dem Krankenhaus ergab sich bei Adjustierung für präklinische Prognosefaktoren eine OR von 4,57 (95% CI: 2,20-9,50;  $p < 0,001$ ) für die Durchführung einer PCI. Auch bei Patienten, die mit gutem neurologischem Ergebnis aus dem Krankenhaus entlassen werden konnten, war die Durchführung einer PCI ein signifikant positiver Einflussfaktor (adjustierte OR: 6,16 (95% CI: 3,03-12,55);  $p < 0,001$ ).

Analog zu den vorliegenden Ergebnissen empfehlen die Reanimationsleitlinien aus 2005 bei Anhaltspunkten für einen Koronararterienverschluss die Erwägung einer PCI (Nolan et al., 2005). Diese Empfehlung wurde in der Überarbeitung der Leitlinien 2010 deutlich untermauert (Deakin et al., 2010).

Trotz der guten wissenschaftlichen Belege und den eindeutigen Empfehlungen in den Leitlinien erhielten in der vorliegenden Untersuchung nur 61 von 434 Patienten (14%), die nach OHCA in ein Krankenhaus aufgenommen wurden, eine PCI. Insgesamt 264 Patienten (61%) wurden initial in ein Krankenhaus ohne Möglichkeit zur PCI (Gruppe 1) aufgenommen. Diese Patienten hätten entsprechend der Empfehlungen bei Anhaltspunkten für einen Verschluss der Herzkranzgefäße zügig zur PCI in ein anderes Krankenhaus weiterverlegt werden sollen. Tatsächlich erfolgte eine Weiterverlegung aus einem Nicht-PCI-Krankenhaus nur in 9% der Fälle.

In 170 Fällen wurden die Patienten unmittelbar nach der präklinischen Reanimation in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit gebracht. Von diesem Patienten erhielten 51 (30%) eine Koronarangiographie.

Die berichteten Ergebnisse aus Dortmund liegen bezogen auf alle 434 Patienten, die in ein Krankenhaus aufgenommen wurden, mit 14% durchgeführter PCI deutlich unter den bisher publizierten Zahlen. Eine Studie aus Göteborg (Schweden) mit 3 teilnehmenden

Krankenhäusern und 375 eingeschlossenen Patienten untersuchte zwischen 2003 und 2005 die innerklinische Versorgung nach OHCA. Trotz fehlender standardisierter Vorgaben zum innerklinischen Management wurde in 28% der Fälle eine PCI durchgeführt (Werling et al., 2007). Bei einer Analyse von 584 Datensätzen aus dem Deutschen Reanimationsregister für den Zeitraum von Januar 2004 bis Juli 2010 konnte eine Anwendungshäufigkeit der PCI von knapp 22% beobachtet werden (Gräsner et al., 2011b).

Die Arbeitsgruppe um Kjetil Sunde konnte 2007 zeigen, dass sich die berichteten Anwendungshäufigkeiten der PCI noch deutlich steigern lassen. Nach Einführung eines standardisierten Interventionsprotokolls konnte in einem Osloer Krankenhaus bei 69 Patienten nach OHCA mit kardialer Ursache zwischen September 2003 und Mai 2005 eine PCI-Anwendungsquote von 49% erreicht werden (Sunde et al., 2007).

Vor diesem Hintergrund erscheint die Implementierung und Umsetzung der Leitlinien in Bezug auf die Anwendungshäufigkeit der PCI in den Dortmunder Krankenhäusern verbesserungswürdig.

#### **4.2.2 Milde therapeutische Hypothermie**

Unter der milden therapeutischen Hypothermie (MTH) wird in der Reanimatologie die Absenkung der Körperkerntemperatur auf 32-34°C verstanden. Entsprechend pathophysiologischer Überlegungen könnte dies zu einer Reduktion des Stoffwechsels, der Neurotoxizität und der Bildung freier Radikale führen und damit den Schaden durch die Ischämie nach Herzkreislaufstillstand mit erfolgreicher Reanimation vermindern (Polderman, 2009).

Die MTH ist die einzige therapeutische Intervention nach erfolgreicher Reanimation, die ihre Wirksamkeit in dieser Patientengruppe im Rahmen von zwei randomisierten Studien nachgewiesen hat (Bernard et al., 2002; HACA-Study-Group, 2002). Der multizentrische HACA-Trial konnte die Rate von Überlebenden nach OHCA durch MTH von 41% auf 56% steigern, sodass sich eine Number needed to treat von 6-7 ergab (HACA-Study-Group, 2002).

Auf Grund der Einschlusskriterien beider Studien wurde die MTH auf 32-34°C für mind. 12 bis 24 Stunden in den ERC-Leitlinien aus 2005 bei allen bewusstlosen Patienten nach präklinischer Reanimation mit initialem Kammerflimmern empfohlen (Nolan et al., 2005). Weitere Studien mit niedrigerem Evidenz-Level zeigen zudem einen günstigen Einfluss der MTH auf das Ergebnis der Versorgung bei anderen initialen EKG-Rhythmen oder Beobachtungssituationen (Bernard et al., 1997; Busch et al., 2006; Oddo et al., 2006; Storm et al., 2008; Sunde et al., 2007; Walters et al., 2011). Daher empfehlen die Leitlinien auch eine Erwägung der MTH in diesen Patientengruppen (Nolan et al., 2005).

Die vorliegende Arbeit konnte analog zum aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand (Deakin et al., 2010) zeigen, dass die MTH unabhängig vom initialen EKG-Rhythmus ein wichtiger Einflussfaktor für die Entlassung aus dem Krankenhaus ist. Die für präklinische Prognosefaktoren adjustierte OR beträgt 5,31 (95% CI: 1,91-14,77; p=0,001). Ein ähnliches Ergebnis zeigte sich für die binär logistische Regression mit Endpunkt gutes neurologisches Ergebnis bei Krankenhausentlassung (adjustierte OR: 3,11 (95% CI: 1,26-7,69); p=0,014).

Trotz der überzeugenden Evidenz und der langjährigen internationalen Empfehlungen wurden im untersuchten Zeitraum in der Stadt Dortmund nach OHCA nur 33 von 434 Patienten (8%) aktiv gekühlt. Die Anwendung der MTH erfolgte in den PCI-Krankenhäusern mit 11% tendenziell häufiger als in den nicht-PCI-Kliniken (6%; p=0,07).

In der Gruppe der Patienten mit OHCA und initialem Kammerflimmern ist die Anwendung der MTH auf höchstem Evidenzniveau belegt und wissenschaftlich unumstritten. Dennoch wurden in dieser Patientengruppe (n=170) in Dortmund nur 16 Patienten (9%) aktiv gekühlt.

Die Rate der gekühlten Patienten entspricht damit nicht den Vorgaben der Leitlinien und liegt außerdem deutlich unter den Ergebnissen, die aus Deutschland bisher publiziert wurden: Eine Studie aus dem Deutschen Reanimationsregister mit 584 ausgewerteten Weiterversorgungs-Datensätzen über einen Zeitraum von rund 6 Jahren, berichtete von 25% gekühlten Patienten (Gräsner et al., 2011b). Eine Arbeitsgruppe aus Lübeck, Potsdam und Berlin führte 2005 eine strukturierte Umfrage zur MTH an allen deutschen Intensivstationen durch. Bei einem Rücklauf von 58% (428 von 735 Fragebögen) konnte fest-

gestellt werden, dass 24% der befragten Kliniken für Patienten nach OHCA die MTH nutzen (Wolfrum et al., 2007).

Auch aus dem europäischen Ausland sind deutlich höhere Raten von gekühlten Patienten als in Dortmund berichtet worden: Beispielsweise wurden aus Schweden bei einer Untersuchung zwischen 2003 und 2005 in 3 Osloer Krankenhäusern Raten von 32% gekühlter Patienten unabhängig vom initialem EKG-Rhythmus publiziert (Werling et al., 2007). Die Arbeitsgruppe um Kjetil Sunde konnte am Osloer Universitätsklinikum nach Einführung einer Standardarbeitsanweisung (SOP) im Zeitraum von September 2003 bis Januar 2009 unabhängig von vermuteter Ursache und initialem EKG einen MTH-Anteil von 60% erreichen. Bezogen auf die eingeschlossene Studienpopulation wurden sogar 87% berichtet (Tomte et al., 2011).

Auf Basis der sehr guten Evidenz für die Nutzung der MTH bei Patienten nach OHCA und des hohen Erfolges, gemessen an der Number needed to treat, erscheint die Nutzung der MTH in Dortmund mit 7% stark optimierungsbedürftig.

#### **4.2.3 Post-Resuscitation-Bundle**

Neuere Erkenntnisse zeigen, dass insbesondere die Festlegung und Anwendung von Post-Resuscitation-Bundles, speziell der Einsatz von MTH und PCI, die bestmögliche Genesung des Patienten ermöglichen (Engdahl et al., 2000; Hollenberg et al., 2007; Lund-Kordahl et al., 2010; Tomte et al., 2011). Die Verfahren sollten in standardisierten Algorithmen zusammengefasst und in einem interdisziplinären Team angewendet werden. Diese Ergebnisse spiegeln sich auch in der Empfehlung der ILCOR zum Post-Cardiac-Arrest-Syndrom (Nolan et al., 2008) und den neuen Reanimationsleitlinien aus 2010 wieder (Deakin et al., 2010).

#### 4.2.4 Leitlinienkonformität und Verbesserungspotentiale

Die in der vorliegenden Arbeit berichteten Anwendungshäufigkeiten von MTH und PCI in Dortmund liegen deutlich unter den bisher aus Deutschland und international beschriebenen Angaben und entsprechen nicht den Leitlinien.

Zur Umsetzung von Leitlinien sind nach U. C. Hoppe folgende 3 Schritte notwendig (Hoppe, 2003):

- Kenntnis über die Existenz und den Inhalt der Leitlinie,
- Akzeptanz der Leitlinie und
- Modifikation der eigenen Behandlungsentscheidung.

Alle drei genannten Ebenen sind von herausragender Bedeutung und müssen zusammenwirken, damit eine Leitlinie in die Praxis umgesetzt wird.

Die Empfehlungen zur Reanimation erreichen bei nicht-ärztlichen und ärztlichen Rettungsdienstmitarbeitern sowie nicht rettungsdienstlich tätigen Ärzten einen hohen Kenntnisstand. Durch regelmäßige Thematisierung in Kursen und Fortbildungsveranstaltungen sind Vorgehensweisen, wie die Abfolge von Herzdruckmassage und Beatmung (30 zu 2) oder die 3 bzw. 1-Schockstrategie weithin bekannt. Die Empfehlungen zur intensivmedizinischen Weiterbehandlung nach einer Reanimation führen dagegen in den Reanimationsleitlinien eher ein Schattendasein, was Umfang und Position der Inhalte betrifft. Sie finden sich auf den letzten Seiten der Leitlinien zu den Erweiterten Wiederbelebungsmaßnahmen (ALS) und machen lediglich 5 von 48 Seiten des Kapitels aus (Deakin et al., 2010). Auf Grund der großen Bedeutung für die Prognose des Patienten sollten der klinischen Diagnostik und Therapie nach Reanimation größerer Raum in den Leitlinien und möglicherweise auch in den Kursformaten des ERC eingeräumt werden, um die Kenntnisse über diesen Teil der Leitlinien zu verbessern.

Neben der Kenntnis muss auch die Akzeptanz von wissenschaftlichen Leitlinien sichergestellt werden, um eine Umsetzung zu gewährleisten. Eine Untersuchung aus den Niederlanden an 61 Hausärzten prüfte die allgemeine Leitlinienkonformität und die beeinflussenden Faktoren. Es konnte gezeigt werden, dass Leitlinien die klare Empfehlungen formulieren häufiger befolgt werden (67%) als vage Aussagen (36%). Wissenschaftlich fundierte Aussagen wurden darüber hinaus eher bei der Therapieentscheidung berücksichtigt (71%), als solche ohne wissenschaftliche Begründung (57%) (Grol et al., 1998).

Diese Ergebnisse untermauern die Bedeutung von Forschung und Studien mit einem hohen Evidenzgrad, um die Akzeptanz von Leitlinienempfehlungen zu verbessern.

Eine weitere wichtige Maßnahme ist die Definition von standardisierten Vorgehensweisen, sogenannten SOPs, welche orientiert an den aktuellen Leitlinien und wissenschaftlichen Erkenntnissen erstellt sein sollten. Optimalerweise bieten sie dem diensthabenden Arzt an Hand klarer Entscheidungskriterien Unterstützung, um auch für seltene Patientengruppen, wie Patienten nach OHCA, die bestmögliche Therapie organisieren zu können. Mit Hilfe dieser Strukturen konnten in verschiedenen Ländern große Verbesserungen des Versorgungsergebnisses erzielt werden (Sunde et al., 2007; Tomte et al., 2011). Außerdem können SOPs mögliche Defizite in Kenntnis und Akzeptanz internationaler Leitlinien von wenig bekannten Organisationen und Experten abmildern, da sie zusätzlich eine lokale Unterstützung und Autorisierung erfahren haben.

Allerdings sind selbst bei größtem Wissen und Akzeptanz der Leitlinien beim diensthabenden Arzt Umgebungsstrukturen notwendig, die die Umsetzung einer Leitlinienempfehlung im Einzelfall erlauben. So ist beispielsweise die Anwendung der MTH nur möglich, wenn auf der Intensivstation auch die technischen Voraussetzungen, wie Vorhaltung von Kühlschränken für Infusionen, Geräte zur intravasalen Kühlung oder andere Kühlungsinstrumente, vorhanden sind. Dies erfordert neben dem Anwendungswillen des diensthabenden Arztes auch ein Bewusstsein der Notwendigkeit bei den verantwortlichen Leitungskräften und Entscheidungsträgern in der Verwaltung. Darüber hinaus sind Politik und Kostenträger aufgefordert, über eine adäquate Honorierung solcher Therapieverfahrenen einen höheren Umsetzungsgrad der Empfehlungen sicherzustellen.

Weiterhin ist ein Konsens mit allen an der Pflege und Versorgung des Patienten beteiligten Mitarbeitern notwendig, um interprofessionell die Durchführung der MTH zu organisieren. Eine Umfrage an alle deutschen Intensivstationen, welche vermutlich von den leitenden Mitarbeitern beantwortet oder autorisiert worden ist, zeigte 2007, dass nur 24% der Intensivstationen MTH bei Patienten nach OHCA einsetzen (Wolfrum et al., 2007). Die tatsächliche Durchführungshäufigkeit wurde in dieser Studie nicht erfragt.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Durchführung einer PCI bei Patienten nach OHCA. Nur 39% der Patienten in Dortmund sind nach OHCA in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit gebracht worden. Damit wurde in 61% der Fälle eine Klinik gewählt, die die für

bestimmte Patienten nach OHCA in den Leitlinien geforderte Therapieoption nicht anbieten kann. Neben den lokalen Hürden, analog zur Anwendung der MTH, besteht für die aufnehmenden Ärzte in diesen Krankenhäusern zusätzlich der Zwiespalt zwischen leitlinienkonformer Therapie, die eine zügige Sekundärverlegung in ein PCI-Zentrum erforderlich machen würde, und den möglichen finanziellen Interessen des eigenen Arbeitsgebers. In diesem Spannungsverhältnis sollte auf Ebene der Krankenhausführung vermehrt an Konzepten gearbeitet werden, die zumindest für die Durchführung der PCI und ggf. auch die anschließende Intensivtherapie eine Verlegung ohne finanziellen Schaden möglich machen. Die Etablierung solcher Absprachen ist nach Einführung neuer Erlös-konzepte, wie Diagnosebezogener Fallgruppen (DRGs), nicht einfacher geworden, aber dennoch im Sinne des Patienten zu fordern.

### **4.3 Einfluss des Aufnahmekrankenhauses auf das Ergebnis der Versorgung**

Die Anwendung von PCI und MTH nach OHCA ist für die Prognose des Patienten von entscheidender Bedeutung. Darüber hinaus konnte diese Arbeit erstmalig in Deutschland zeigen, dass bereits die Aufnahme in ein Krankenhaus mit PCI-Vorhaltung einen positiven Einfluss auf das langfristige Reanimationsergebnis hat.

Im untersuchten Zeitraum konnten in den Krankenhäusern mit Möglichkeit zur PCI (Gruppe 2) 41% der aufgenommenen Patienten lebend aus der Klinik entlassen werden. Die beobachteten Ergebnisse in den Krankenhäusern ohne PCI-Möglichkeit (Gruppe 1) lagen mit 13% Entlassungsrate signifikant niedriger ( $p < 0,001$ ). Dieses Ergebnis zeigte sich auch für das Überleben der Patienten ein Jahr nach dem Ereignis: 28% der Patienten aus den PCI-Krankenhäusern überlebten 1 Jahr, aber nur 6% der Patienten aus den Nicht-PCI-Kliniken ( $p < 0,001$ ).

Dieses Ergebnis konnte in einer multivariaten Analyse mit Adjustierung präklinischer Prognosefaktoren und unter Einbeziehung des Effektes von MTH und PCI bestätigt werden. Die OR für den positiven Einfluss von Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit auf die Entlassung von Patienten aus dem Krankenhaus beträgt 2,39 (95% CI: 1,33-4,28);  $p = 0,004$ ). Für die Entlassung mit gutem neurologischem Ergebnis (CPC 1 oder 2) beträgt der Effekt, gemessen an der OR, 3,14 (95% CI: 1,51-6,56;  $p = 0,002$ ).

Dieses Ergebnis legt nahe, dass nicht nur die Anwendung von PCI und/oder MTH, sondern schon allein die Vorhaltung einer PCI ein wichtiger Indikator für die Versorgungsqualität nach OHCA ist. Möglicherweise lässt sich das bessere Ergebnis der Patienten in PCI-Kliniken auf die hohe kardiologische und intensivmedizinische Erfahrung des Personals zurückführen. Ferner ist zu vermuten, dass in Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit unabhängig von der Tageszeit ein höherer Personalschlüssel und besser qualifiziertes Personal, wie etwa ein kardiologisch fachärztlicher Ruf- oder Anwesenheitsdienst und eine ständig ärztlich besetzte Intensivstation, vorgehalten wird. Außerdem verfügen die Intensivstationen in PCI-Kliniken möglicherweise über eine höhere Fallzahl von Patienten nach OHCA und somit eine größere Erfahrung auf diesem Gebiet. Diese Einflussfaktoren sollten in weiteren Studien ausführlicher untersucht werden.

Als Konsequenz dieser Annahmen lässt sich für Patienten nach OHCA eine zielgerichtetere Diagnostik und Therapie erwarten. Diese These wird in Teilen durch die vorliegende Untersuchung unterstützt: So wurden in Dortmund 47% der aufgenommenen Patienten in den PCI-Kliniken echokardiographiert, verglichen mit 21% in den nicht-PCI-Häusern ( $p < 0,001$ ). Außerdem wurde signifikant häufiger in den PCI-Kliniken ein ICD zur Vermeidung weiterer Herzkreislaufstillstände in Folge von malignen Herzrhythmusstörungen (Ruskin et al., 2002) implantiert (13%). In den nicht-PCI-Kliniken erfolgte dieser Eingriff nur in 3% der Fälle ( $p = 0,001$ ).

In weiteren Arbeiten ist die Bedeutung der Krankenhausauswahl bereits untersucht worden. Eine Auswertung aus einer US-amerikanischen Datenbank von Intensivstationen (APACHE IV database) konnte 2009 zeigen, dass eine hohe Anzahl von behandelten Patienten nach Herzkreislaufstillstand in einem Krankenhaus mit einer abnehmenden Mortalität (adjustierte Mortalität zwischen 46% und 68%) assoziiert ist (Carr et al., 2009). Allerdings wurden bei dieser Analyse 18 kleine Krankenhäuser mit weniger als 20 Patienten nach OHCA im untersuchten Zeitraum bzw. weniger als 12 pro Jahr ausgeschlossen und es fehlten Angaben zur rettungsdienstlichen Versorgung vor Aufnahme in die Klinik. Die tatsächlich durchgeführte innerklinische Diagnostik/Therapie wurde in dieser Arbeit ebenfalls nicht erfasst.

Eine weitere 2012 erschienene Analyse aus dem amerikanischen Reanimationsregister CARES (Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival) konnte basierend auf 4.125 erwachsenen Patienten mit kardial bedingtem Herzkreislaufstillstand keinen signifikanten Einfluss des Klinikvolumens an OHCA-Patienten auf das Ergebnis der Versorgung feststellen. Allerdings zeigte sich eine tendenzielle Zunahme der Überlebensrate von 21% in den Häusern mit niedrigem Volumen ( $< 11$  OHCA/a) auf 48% in den Kliniken mit einem hohen Versorgungsvolumen ( $> 39$  OHCA/a) (Cudnik et al., 2012).

Eine vergleichbare Analyse wurde 2012 aus Korea für Patienten ohne präklinischen ROSC veröffentlicht. In einem mit Deutschland kaum vergleichbaren Rettungssystem, da die eingesetzten Kräfte nur Basis-Wiederbelebensmaßnahmen durchführten und keine Reanimation beenden durften, konnte gezeigt werden, dass auch Patienten mit laufender Herzdruckmassage bei einer etwas längeren Transportzeit vom Transport zu einem Haus mit häufigerer Behandlung von Patienten nach Herzkreislaufstillständen, profitieren (Cha et al., 2012). Diese Ergebnisse konnten beschränkt auf die nicht kardial bedingten

HerzKreislaufstillstände bei einer weiteren Auswertung der koreanischen „cardiovascular disease surveillance (CAVAS) database“ bestätigt werden. In dieser Untersuchung wurde ein Krankenhaus mit weniger als 38 Fällen pro Jahr als Klinik mit niedrigem Volumen bezeichnet (Ro et al., 2012).

Ähnliche Ergebnisse konnten auch für Victoria in Australien publiziert werden. Nach einer Arbeit von Stub et al ist die Aufnahme in ein Krankenhaus mit 24h PCI-Bereitschaft assoziiert mit einer höheren Entlassungsrate (Stub et al., 2011), allerdings ohne Berücksichtigung der Anwendung dieser Intervention. Ein Zusammenhang zu den OHCA-Fallzahlen oder der absoluten Bettenanzahl konnte nicht gezeigt werden.

In einer Untersuchung im japanischen Osaka zeigte der Transport zu einem intensivmedizinisch erfahrenen Krankenhaus nach Adjustierung für prognostische Faktoren nur für Patienten mit Transport unter laufender Reanimation einen unabhängigen Einfluss auf das 1-Monats-Überleben mit gutem neurologischem Ergebnis (Kajino et al., 2010). Eine Analyse der innerklinischen Therapie und der Anwendung von MTH und PCI unterblieb in dieser Studie.

Eine Analyse von 4.087 Patienten des ROC Cardiac Arrest Epidemiological Registry (Epistry) aus den USA und Kanada zeigte univariat ein höheres Überleben in Krankenhäusern mit Möglichkeit zur PCI (Callaway et al., 2010). In einer multivariaten Analyse ließ sich dieser Einfluss nicht bestätigen. Die Aussagen dieser Studie sind durch die große geographische Heterogenität und die fehlenden Informationen über die innerklinische Therapie eingeschränkt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die vorliegende Arbeit erstmals zeigen konnte, dass unabhängig von der durchgeführten Therapie die Aufnahme in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit das Überleben nach OHCA signifikant verbessert.

#### **4.4 Optimierungsansätze – Weißbuch Reanimation**

Trotz guter rettungsdienstlicher und notärztlicher Versorgung konnte das Ergebnis der Reanimationsmaßnahmen in den letzten Jahrzehnten nicht wesentlich verbessert werden (Herlitz et al., 2003). Nicht zuletzt auf Grund einer sehr unterschiedlichen Qualität der innerklinischen Maßnahmen variiert die Raten von lebend aus dem Krankenhaus entlassenen Patienten nach präklinischem Herzkreislaufstillstand (OHCA) in Abhängigkeit der untersuchten Region von 1% bis 31% (Atwood et al., 2005; Berdowski et al., 2010; Herlitz et al., 2003; Nichol et al., 2008).

Ähnliche Beobachtungen ließen sich auch im Bereich der Schwerverletzten-Versorgung über Jahrzehnte machen. Dort zeigte sich eine stark schwankende Mortalität nach einem Polytrauma zwischen den Kliniken sowie eine sehr heterogene personelle und strukturelle Ausstattung (Ruchholtz et al., 2012). Als Konsequenz dieser Ergebnisse formulierte die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie im Jahre 2006 ein Weißbuch zur Schwerverletztenversorgung (Siebert, 2006). Dieses definiert die Versorgungstufen „lokales“, „regionales“ und „überregionales“ Traumazentrum und beschreibt die benötigten strukturellen und personalen Ressourcen. Weiter wird die Aus- und Weiterbildung des beteiligten Personals, inklusive der ärztlichen Mitarbeiter, festgelegt und eine Teilnahme am Qualitätsmanagement des TraumaRegisterDGU verbindlich vorgeschrieben.

Darüber hinaus wurde die Idee des Traumanetzwerkes entwickelt. Dieses ist ein Zusammenschluss eines oder mehrerer überregionaler Traumazentren mit den umliegenden lokalen und regionalen Zentren. Nach der Definition einer solchen Kooperation werden die Vorgaben des Weißbuches zusätzlich durch ein regelmäßiges externes Audit überprüft. Durch den Netzwerkgedanken und gemeinsame Abstimmungen und Absprachen konnte die strukturelle Versorgung von Patienten mit Polytrauma deutlich verbessert werden (Ruchholtz et al., 2012).

Eine ähnliche Entwicklung bedarf es auch bei der Versorgung von Patienten nach Herzkreislaufstillständen (Lurie et al., 2005; Nichol et al., 2010; Soar und Packham, 2010). In der Literatur ist mehrheitlich der starke Einfluss des Post-Resuscitation-Care auf das Überleben nach präklinischem Herzkreislaufstillstand im Sinne eines Chain of survival beschrieben worden (Nolan et al., 2005). Auch die Therapieverfahren MTH und PCI sind

mittlerweile weit verbreitet, sodass die Definition von Standards für Reanimationszentren überfällig ist.

Analog zu den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit und in Einklang mit der erwähnten Literatur sollte ein Level 1 Reanimationszentrum, analog zum überregionalen Traumazentrum, rund um die Uhr an 365 Tagen des Jahres eine PCI-Möglichkeit vorhalten (Nichol et al., 2010). Außerdem muss dieses Krankenhaus gewährleisten, alle Patienten nach OHCA ohne größeren Zeitverlust aktiv kühlen zu können. Ferner sollten diese Maßnahmen zusammen mit weiteren intensivmedizinischen Diagnostik- und Therapieschemata (z.B. zur Blutzuckereinstellung) zu einem standardisierten Algorithmus zusammengefasst werden. Darüber hinaus sollten Vorgaben zur Qualifikation des vorgehaltenen Personals, wie etwa ein fachärztlicher Ruf- oder Anwesenheitsdienst und berufsbegleitende Fortbildungsmaßnahmen, wie die Teilnahme an Kursen des ERC, erwogen werden. Die Bedeutung des Behandlungsvolumens einer Klinik in Bezug auf das Ergebnis der Maßnahmen und damit auch auf die Berücksichtigung bei der Definition von Kriterien für Reanimationszentren ist zurzeit noch umstritten (Carr et al., 2009; Cha et al., 2012; Ro et al., 2012).

Um auch ländlichere Strukturen und kleinere Krankenhäuser ohne PCI-Möglichkeit in diesem Weißbuch berücksichtigen zu können, definiert die AHA zusätzlich ein Level 2 Zentrum: Für dieses wird die Durchführung einer MTH sowie eine schnellstmögliche Verlegung in ein Level 1 Zentrum bei PCI-Indikation, möglichst innerhalb von 90 Minuten, gefordert (Nichol et al., 2010). Eine Qualifikation der Mitarbeiter mit Hilfe von ERC-Kursen und die Definition von Therapie-Algorithmen sollten auch in diesen Zentren gefordert werden.

Im Einklang mit den Erfahrungen des Traumanetzwerkes in Deutschland sollten die bekannten Vorschläge von den nationalen Experten mit den beteiligten Fachgesellschaften und unter Federführung des Deutschen Rates für Wiederbelebung (GRC) zu einem Weißbuch der Reanimatologie zusammengetragen werden. Darüber hinaus sollte neben der Definition von Qualitätskriterien auch die Voraussetzungen für ein externes Audit zur Akkreditierung der Krankenhäuser geschaffen werden. Ferner sollte eine ständige, begleitende Qualitätskontrolle mit Hilfe eines Registers sichergestellt werden.

Diese Netzwerkstrukturen sollten stets auch die lokalen Anbieter des Rettungsdienstes berücksichtigen. Nur durch eine interdisziplinäre und interprofessionelle Zusammenarbeit von prä- und innerklinischen Akteuren lässt sich eine zielgerichtete Klinikzuweisung erreichen.

Bereits im untersuchten Zeitraum unterschied sich in der Stadt Dortmund die Patienten-zuweisung zwischen den Krankenhäusern mit und ohne PCI-Möglichkeit: Insgesamt waren die Patienten für die Krankenhäuser mit PCI-Möglichkeit jünger (64,7 vs. 69,4;  $p=0,002$ ) und häufiger männlich (72% vs. 61%;  $p=0,03$ ). Weiter wurden Patienten mit kardialer Ursache (93% vs. 83%;  $p=0,01$ ) und gutem neurologischem Status vor dem Ereignis (CPC 1/2) (97% vs. 85%;  $p<0,001$ ) und damit präferenziell besserer Prognose eher zu einem Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit transportiert.

Möglicherweise ließe sich durch eine besser abgestimmte Zuweisung zwischen prä- und innerklinischen Akteuren die Prognose der Patienten weiter verbessern. Wären beispielsweise im untersuchten Zeitraum in Dortmund alle 434 Patienten nach präklinischer Reanimation durch den Rettungsdienst in ein Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2) aufgenommen worden, ließe sich möglicherweise hypothetisch annehmen, dass bis zu 72 Patienten mehr lebend entlassen (176 statt 104) und 66 Patienten mehr ein Jahr nach dem Ereignis hätten überleben können (123 statt 57).

Weitere Studien und Abstimmungen innerhalb von Reanimationsnetzwerken sind notwendig, um zu ermitteln, welche Patienten welchem Krankenhaus zugeführt werden sollten, um ein bestmögliches, aber auch unter Berücksichtigung von Transportzeit und finanziellen Mitteln realisierbares Ergebnis zu erreichen.

## 4.5 Limitationen

Durch die Beschränkung auf ein deutsches Oberzentrum ergeben sich Limitationen für diese Studie. Die Ergebnisse lassen sich nur begrenzt auf Regionen mit einer anderen Klinikstruktur übertragen. Insbesondere im ländlichen Bereich wird der Transportzeit zu einem Zentrum für die Versorgung nach Herz-Kreislaufstillstand im Vergleich zu einem grundversorgenden Krankenhaus möglicherweise eine größere Bedeutung zukommen. Dies konnte in der vorliegenden Studie nicht ausreichend untersucht werden.

Weiter bildet die vorliegende Untersuchung nur ausgewählte prä- und innerklinische Therapieverfahren ab. Andere Schwerpunkte der Behandlung nach Herz-Kreislaufstillstand und Utstein-Kriterien der innerklinischen Weiterversorgung, wie etwa die Kontrolle des Blutzuckerspiegels, der Temperatur oder von Krämpfen (Deakin et al., 2010) wurden nicht untersucht.

Die untersuchten Krankenhäuser nehmen zum Teil auch Patienten nach Herz-Kreislaufstillstand aus anderen Regionen Nordrhein-Westfalens auf, so dass eine Auswertung in Bezug auf die Fallzahl in der vorliegenden Studie nicht möglich war.

Ferner wurden nur Reanimationseinsätze der Feuerwehr Dortmund analysiert. Möglicherweise sind aber auch andere Rettungsdienste im Rahmen der Amtshilfe in Dortmund bei Reanimationen tätig gewesen, die nicht erfasst wurden. Daher kann ein Selektionsbias nicht ausgeschlossen werden.

Die vorliegende Arbeit bewertet retrospektiv die prä- und innerklinische Versorgungsqualität auf Basis von Notarzteinsatzprotokollen und Krankenhausakten. Auf Grund dieser nicht kontrollierten Datenerfassung können Verzerrungen im Sinne eines Informationsbias nicht ausgeschlossen werden.

Weitere Studien sind daher notwendig, um den Einfluss der Krankenhausauswahl und innerklinischen Versorgung nach präklinischer Reanimation prospektiv detaillierter und an einem größeren Patientenkollektiv zu untersuchen.

#### **4.6 Schlussfolgerung**

Der Rettungsdienst beeinflusst mit der Auswahl des Krankenhauses nach einer präklinischen Reanimation das Überleben des Patienten maßgeblich mit. Bei Aufnahme in eine Klinik mit PCI-Möglichkeit zeigen die Patienten unabhängig von der tatsächlichen Durchführung von PCI und MTH einen Prognosevorteil zum Zeitpunkt Krankenhausentlassung und 1-Jahres-Überleben.

Insgesamt erfolgt die Anwendung von PCI und MTH in Dortmund zu selten und nicht entsprechend der Leitlinien. Daher sollte auf eine verbesserte Umsetzung der Leitlinien hingewirkt werden. Letztendlich ist die Etablierung von standardisierten Vorgaben zur rettungsdienstlichen und klinischen Versorgung nach Reanimation, analog zum Weißbuch Schwerverletztenversorgung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, sowie der Aufbau von Versorgungsnetzwerken zu fordern.

## 5 Zusammenfassung

Zwischen 1% und 31% der Patienten nach einem präklinischen Herzkreislaufstillstand (OHCA) werden lebend aus dem Krankenhaus entlassen. Diese Arbeit untersucht erstmals in Deutschland an Hand der Stadt Dortmund die Auswirkung der Krankenhausauswahl durch den Notarzt auf das langfristige Reanimationsergebnis.

Analysiert wurden alle durch den Rettungsdienst der Stadt Dortmund in den Jahren 2007 und 2008 reanimierten Patienten ausgehend von den Datensätzen des Deutschen Reanimationsregisters. Ausgeschlossen wurden Patienten <18 Jahre, OHCA traumatischer Ursache und in relevanten Bereichen unvollständige Datensätze. Die Zielkrankenhäuser wurden in 2 Gruppen eingeteilt (1: Krankenhaus ohne Möglichkeit zur Koronarangiographie (PCI); 2: Krankenhaus mit PCI-Möglichkeit). Uni- und multivariat wurde der Einfluss des Krankenhauses unter Berücksichtigung von milder therapeutischer Hypothermie (MTH) und PCI auf die Entlassung mit gutem neurologischem Ergebnis (CPC1+2) analysiert (SPSS 18).

Im ausgewerteten Zeitraum sind 1.109 Patienten durch den Rettungsdienst Dortmund reanimiert worden, 889 Patienten konnten in die Analyse eingeschlossen werden. In 360 Fällen konnte eine Rückkehr des Spontankreislaufs (ROSC) erreicht werden. Insgesamt wurden 282 Patienten mit ROSC und 152 unter laufender Reanimation in ein Krankenhaus transportiert. In Krankenhäuser ohne PCI-Möglichkeit wurden 264 Patienten aufgenommen, 170 in PCI-Kliniken. Multivariat zeigten die Krankenhäuser mit PCI-Möglichkeit einen signifikanten Einfluss auf die Entlassung mit guter Neurologie (OR 3,14 (95% CI: 1,51-6,56);  $p=0,002$ ), unabhängig von der Anwendung von PCI und MTH. Signifikant mehr Patienten konnten in den Krankenhäusern mit Möglichkeit zur PCI lebend entlassen werden (41% vs. 13%,  $p<0,001$ ) und ein Jahr überleben (28% vs. 6%,  $p<0,001$ ).

Der Rettungsdienst beeinflusst durch die Auswahl des Krankenhauses nach OHCA maßgeblich die weitere Versorgung und das Ergebnis der Therapie des Patienten mit. Dieser Einfluss ist unabhängig von der tatsächlichen Durchführung von PCI und MTH. Weitere Analysen sind notwendig, um die beeinflussenden Faktoren genauer zu ermitteln. Die vorliegenden Ergebnisse könnten zusammen mit der Literatur aber bereits auf die Notwendigkeit der Definition von Versorgungsstrukturen und Etablierung von Netzwerken im Sinne eines Weißbuchs zur Reanimationsversorgung in Deutschland hinweisen.

## 6 Literaturverzeichnis

Arntz HR, Bossaert LL, Danchin N, Nikolaou NI (2010) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 5. Initial management of acute coronary syndromes. *Resuscitation* 81, 1353-1363

Atwood C, Eisenberg MS, Herlitz J, Rea TD (2005) Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. *Resuscitation* 67, 75-80

Benz B, Eritsland J, Nakstad AR, Brekke M, Klow NE, Steen PA, Mangschau A (2004) Long-term prognosis after out-of-hospital cardiac arrest and primary percutaneous coronary intervention. *Resuscitation* 63, 49-53

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

Bernard SA, Jones BM, Horne MK (1997) Clinical trial of induced hypothermia in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 30, 146-153

Bernard SA, Gray TW, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, Smith K (2002) Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med* 346, 557-563

Busch M, Soreide E, Lossius HM, Lexow K, Dickstein K (2006) Rapid implementation of therapeutic hypothermia in comatose out-of-hospital cardiac arrest survivors. *Acta Anaesthesiol Scand* 50, 1277-1283

Callaway CW, Schmicker R, Kampmeyer M, Powell J, Rea TD, Daya MR, Aufderheide TP, Davis DP, Rittenberger JC, Idris AH, Nichol G (2010) Receiving hospital characteristics associated with survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 81, 524-529

Carr BG, Kahn JM, Merchant RM, Kramer AA, Neumar RW (2009) Inter-hospital variability in post-cardiac arrest mortality. *Resuscitation* 80, 30-34

Cha WC, Lee SC, Shin SD, Song KJ, Sung AJ, Hwang SS (2012) Regionalisation of out-of-hospital cardiac arrest care for patients without prehospital return of spontaneous circulation. *Resuscitation* 83, 1338-1342

Chamberlain DA, Cummins RO (1997) Advisory statements of the International Liaison Committee on Resuscitation ('ILCOR'). *Resuscitation* 34, 99-100

Cudnik MT, Sasson C, Rea TD, Sayre MR, Zhang J, Bobrow BJ, Spaite DW, McNally B, Denninghoff K, Stolz U (2012) Increasing hospital volume is not associated with improved survival in out of hospital cardiac arrest of cardiac etiology. *Resuscitation* 83, 862-868

Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L, Bossaert L, Deloos HH, Dick WF, Eisenberg MS, Evans TR, Holmberg S, Kerber R, Mullie A, Ornato JP, Sandoe E, Skulberg A, Tunstall-Pedoe H, Swanson R, Thies WH (1991) Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation* 84, 960-975

Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster R, Smith G, Perkins GD (2010) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 81, 1305-1352

Dumas F, Cariou A, Manzo-Silberman S, Grimaldi D, Vivien B, Rosencher J, Empana JP, Carli P, Mira JP, Jouven X, Spaulding C (2010) Immediate percutaneous coronary intervention is associated with better survival after out-of-hospital cardiac arrest: insights from the PROCAT (Parisian Region Out of hospital Cardiac Arrest) registry. *Circ Cardiovasc Interv* 3, 200-207

Edgren E, Hedstrand U, Kelsey S, Sutton-Tyrrell K, Safar P (1994) Assessment of neurological prognosis in comatose survivors of cardiac arrest. BRCT I Study Group. *Lancet* 343, 1055-1059

Engdahl J, Abrahamsson P, Bang A, Lindqvist J, Karlsson T, Herlitz J (2000) Is hospital care of major importance for outcome after out-of-hospital cardiac arrest? Experience acquired from patients with out-of-hospital cardiac arrest resuscitated by the same

Emergency Medical Service and admitted to one of two hospitals over a 16-year period in the municipality of Goteborg. Resuscitation 43, 201-211

Gräsner JT, Fischer M (2005) Das DGAI-Reanimationsregister: Strukturierte Reanimationsdatenerfassung - Datensatz "Erstversorgung". Anästh Intensivmed 46, 42-45

Gräsner JT, Fischer M, Altemeyer KH, Bahr J, Böttiger BW, Döriges V, Franz R, Gries A, Krieter H, Messelken M, Rosolski T, Ruppert M, Schlechtriemen T, Scholz J, Schüttler J, Wolke B, Zander JF (2005) Nationales Reanimationsregister. Notfall Rettungsmed 8, 112-115

Gräsner JT, Messelken M, Fischer M, Jantzen T, Bahr J, Böttiger BW, Döriges V, Franz R, Gries A, Krieter H, Schüttler J, Wnent J, Zander JF, Scholz J (2008) Das DGAI-Reanimationsregister: Die Datensätze "Weiterversorgung" und "Langzeitverlauf". Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 43, 706-709

Gräsner JT, Franz R, Jantzen T, Messelken M, Wnent J, Bein B, Böttiger BW, Schüttler J, Schleppers A, Scholz J, Fischer M (2010) Plötzlicher Herztod und Reanimation - Eine Analyse der Jahre 2007 und 2008 in Deutschland. Anästh Intensivmed 51, 66-74

Gräsner JT, Herlitz J, Koster RW, Rosell-Ortiz F, Stamatakis L, Bossaert L (2011a) Quality management in resuscitation - Towards a European Cardiac Arrest Registry (EuReCa). Resuscitation 82, 989-994

Gräsner JT, Meybohm P, Caliebe A, Böttiger BW, Wnent J, Messelken M, Jantzen T, Zeng T, Strickmann B, Bohn A, Fischer H, Scholz J, Fischer M (2011b) Postresuscitation care with mild therapeutic hypothermia and coronary intervention after out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: a prospective registry analysis. Crit Care 15, R61

Gräsner JT, Meybohm P, Lefering R, Wnent J, Bahr J, Messelken M, Jantzen T, Franz R, Scholz J, Schleppers A, Böttiger BW, Bein B, Fischer M (2011c) ROSC after cardiac arrest--the RACA score to predict outcome after out-of-hospital cardiac arrest. Eur Heart J 32, 1649-1656

Gräsner JT, Seewald S, Wnent J, Messelken M, Jantzen T, Franz R, Fischer M (2011d) Strukturierte Reanimationsdatenerfassung: Datensatz Erstversorgung und Weiterversorgung. *Anästh Intensivmed* 52, S707-715

Grol R, Dalhuijsen J, Thomas S, Veld C, Rutten G, Mokkink H (1998) Attributes of clinical guidelines that influence use of guidelines in general practice: observational study. *BMJ* 317, 858-861

Gunn AJ, Thoresen M (2006) Hypothermic neuroprotection. *NeuroRx* 3, 154-169

HACA-Study-Group (2002) Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med* 346, 549-556

Herlitz J, Bang A, Gunnarsson J, Engdahl J, Karlson BW, Lindqvist J, Waagstein L (2003) Factors associated with survival to hospital discharge among patients hospitalised alive after out of hospital cardiac arrest: change in outcome over 20 years in the community of Goteborg, Sweden. *Heart* 89, 25-30

Hollenberg J, Lindqvist J, Ringh M, Engdahl J, Bohm K, Rosenqvist M, Svensson L (2007) An evaluation of post-resuscitation care as a possible explanation of a difference in survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 74, 242-252

Hoppe UC (2003) Warum werden Leitlinien nicht befolgt? *Dtsch Med Wochenschr* 128, 820-824

Hovdenes J, Laake JH, Aaberge L, Haugaa H, Bugge JF (2007) Therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest: experiences with patients treated with percutaneous coronary intervention and cardiogenic shock. *Acta Anaesthesiol Scand* 51, 137-142

Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J, Berg RA, Billi JE, Bossaert L, Cassan P, Coovadia A, D'Este K, Finn J, Halperin H, Handley A, Herlitz J, Hickey R, Idris A, Kloeck W, Larkin GL, Mancini ME, Mason P, Mears G, Monsieurs K, Montgomery W, Morley P, Nichol G, Nolan J, Okada K, Perlman J, Shuster M, Steen PA, Sterz F, Tibballs J, Timerman S, Truitt T, Zideman D (2004) 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 63, 233-249

Kajino K, Iwami T, Daya M, Nishiuchi T, Hayashi Y, Kitamura T, Irisawa T, Sakai T, Kuwagata Y, Hiraide A, Kishi M, Yamayoshi S (2010) Impact of transport to critical care medical centers on outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 81, 549-554

Knafelj R, Radsel P, Ploj T, Noc M (2007) Primary percutaneous coronary intervention and mild induced hypothermia in comatose survivors of ventricular fibrillation with ST-elevation acute myocardial infarction. Resuscitation 74, 227-234

Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG (1960) Closed-chest cardiac massage. JAMA 173, 1064-1067

Langhelle A, Tyvold SS, Lexow K, Hapnes SA, Sunde K, Steen PA (2003) In-hospital factors associated with improved outcome after out-of-hospital cardiac arrest. A comparison between four regions in Norway. Resuscitation 56, 247-263

Langhelle A, Nolan J, Herlitz J, Castren M, Wenzel V, Soreide E, Engdahl J, Steen PA (2005) Recommended guidelines for reviewing, reporting, and conducting research on post-resuscitation care: the Utstein style. Resuscitation 66, 271-283

Lund-Kordahl I, Olasveengen TM, Lorem T, Samdal M, Wik L, Sunde K (2010) Improving outcome after out-of-hospital cardiac arrest by strengthening weak links of the local Chain of Survival; quality of advanced life support and post-resuscitation care. Resuscitation 81, 422-426

Lurie KG, Idris A, Holcomb JB (2005) Level 1 cardiac arrest centers: learning from the trauma surgeons. Acad Emerg Med 12, 79-80

Messelken M, Schlechtriemen T (2003) Der minimale Notarzt Datensatz MIND2. Notfall Rettungsmed 6, 189-192

Messelken M, Schlechtriemen T, Arntz HR, Bohn A, Bradschettl G, Brammen D, Braun J, Gries A, Helm M, Kill C, Mochmann C, Paffrath T (2011) Der Minimale Notfalldatensatz MIND3. *DIVI* 3, 130-135

Nagao K, Hayashi N, Kanmatsuse K, Arima K, Ohtsuki J, Kikushima K, Watanabe I (2000) Cardiopulmonary cerebral resuscitation using emergency cardiopulmonary bypass, coronary reperfusion therapy and mild hypothermia in patients with cardiac arrest outside the hospital. *J Am Coll Cardiol* 36, 776-783

Neukamm J, Gräsner JT, Schewe JC, Breil M, Bahr J, Heister U, Wnent J, Bohn A, Heller G, Strickmann B, Fischer H, Kill C, Messelken M, Bein B, Lukas R, Meybohm P, Scholz J, Fischer M (2011) The impact of response time reliability on CPR incidence and resuscitation success - a benchmark study from the German Resuscitation Registry. *Crit Care* 15, R282

Nichol G, Thomas E, Callaway CW, Hedges J, Powell JL, Aufderheide TP, Rea T, Lowe R, Brown T, Dreyer J, Davis D, Idris A, Stiell I (2008) Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome. *JAMA* 300, 1423-1431

Nichol G, Aufderheide TP, Eigel B, Neumar RW, Lurie KG, Bufalino VJ, Callaway CW, Menon V, Bass RR, Abella BS, Sayre M, Dougherty CM, Racht EM, Kleinman ME, O'Connor RE, Reilly JP, Ossmann EW, Peterson E (2010) Regional systems of care for out-of-hospital cardiac arrest: A policy statement from the American Heart Association. *Circulation* 121, 709-729

Nolan JP, Deakin CD, Soar J, Bottiger BW, Smith G (2005) European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 67 Suppl 1, S39-86

Nolan JP, Neumar RW, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Böttiger BW, Callaway C, Clark RS, Geocadin RG, Jauch EC, Kern KB, Laurent I, Longstreth WT, Merchant RM, Morley P, Morrison LJ, Nadkarni V, Peberdy MA, Rivers EP, Rodriguez-Nunez A, Sellke FW, Spaulding C, Sunde K, Hoek TV (2008) Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and

Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. *Resuscitation* 79, 350-379

Oddo M, Schaller MD, Feihl F, Ribordy V, Liaudet L (2006) From evidence to clinical practice: effective implementation of therapeutic hypothermia to improve patient outcome after cardiac arrest. *Crit Care Med* 34, 1865-1873

Pell JP, Sirel JM, Marsden AK, Ford I, Walker NL, Cobbe SM (2003) Presentation, management, and outcome of out of hospital cardiopulmonary arrest: comparison by underlying aetiology. *Heart* 89, 839-842

Polderman KH (2009) Mechanisms of action, physiological effects, and complications of hypothermia. *Crit Care Med* 37, S186-202

Ro YS, Shin SD, Song KJ, Park CB, Lee EJ, Ahn KO, Cho SI (2012) A comparison of outcomes of out-of-hospital cardiac arrest with non-cardiac etiology between emergency departments with low- and high-resuscitation case volume. *Resuscitation* 83, 855-861

Ruchholtz S, Mand C, Lewan U, Debus F, Dankowski C, Committee AS, Kühne C, Siebert H (2012) Regionalisation of trauma care in Germany: the "TraumaNetwork DGU-Project". *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* 38, 11-17

Ruskin JN, Camm AJ, Zipes DP, Hallstrom AP, McGrory-Usset ME (2002) Implantable cardioverter defibrillator utilization based on discharge diagnoses from Medicare and managed care patients. *J Cardiovasc Electrophysiol* 13, 38-43

Siebert H (2006) Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung der DGU. *Der Unfallchirurg* 109, 815-820

Silber S, Van de Werf F, Force MdT (2010) Akutes Koronarsyndrom mit persistierender ST-Streckenhebung (STEMI). *Der Kardiologe* 4, 93-106

Soar J, Packham S (2010) Cardiac arrest centres make sense. *Resuscitation* 81, 507-508

Spaulding CM, Joly LM, Rosenberg A, Monchi M, Weber SN, Dhainaut JF, Carli P (1997) Immediate coronary angiography in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 336, 1629-1633

Storm C, Steffen I, Schefold JC, Krueger A, Oppert M, Jorres A, Hasper D (2008) Mild therapeutic hypothermia shortens intensive care unit stay of survivors after out-of-hospital cardiac arrest compared to historical controls. *Crit Care* 12, R78

Stub D, Smith K, Bray JE, Bernard S, Duffy SJ, Kaye DM (2011) Hospital characteristics are associated with patient outcomes following out-of-hospital cardiac arrest. *Heart* 97, 1489-1494

Sunde K, Pytte M, Jacobsen D, Mangschau A, Jensen LP, Smedsrud C, Draegni T, Steen PA (2007) Implementation of a standardised treatment protocol for post resuscitation care after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 73, 29-39

Tomte O, Andersen GO, Jacobsen D, Draegni T, Auestad B, Sunde K (2011) Strong and weak aspects of an established post-resuscitation treatment protocol-A five-year observational study. *Resuscitation* 82, 1186-1193

Walters JH, Morley PT, Nolan JP (2011) The role of hypothermia in post-cardiac arrest patients with return of spontaneous circulation: a systematic review. *Resuscitation* 82, 508-516

Werling M, Thoren AB, Axelsson C, Herlitz J (2007) Treatment and outcome in post-resuscitation care after out-of-hospital cardiac arrest when a modern therapeutic approach was introduced. *Resuscitation* 73, 40-45

Wnent J, Seewald S, Messelken M, Jantzen T, Franz R, Fischer M, Gräsner JT (2011) Strukturierte Reanimationsdatenerfassung: Die aktuellen Protokolle. *Anästh Intensivmed* 52, S716-722

Wolfrum S, Radke PW, Pischon T, Willich SN, Schunkert H, Kurowski V (2007) Mild therapeutic hypothermia after cardiac arrest - a nationwide survey on the implementation of the ILCOR guidelines in German intensive care units. *Resuscitation* 72, 207-213

Zipes DP, Wellens HJ (1998) Sudden cardiac death. *Circulation* 98, 2334-2351

Zoll PM, Linenthal AJ, Gibson W, Paul MH, Norman LR (1956) Termination of ventricular fibrillation in man by externally applied electric countershock. *N Engl J Med* 254, 727-732

## 7 Anhänge

### 7.1 Tabellen

	ausge- schlossen	einge- schlossen	p-Wert	OR (95%CI)	Test- Verfahren
<b>n</b>	220	889			
<b>Geschlecht</b> männlich	127 (58,8%)	562 (63,2%)	0,158	0,80 (0,59-1,09)	Fisher exact
<b>Alter</b> (Jahre): Mittelwert (SD)	63,7 (23,6)	69,4 (14,5)	0,107		U-Test
<b>Einsatzort</b>					
- Wohnung/Pflegeheim	106 (71,1%)	729 (82,0%)			
- Arztpraxis/Krankenhaus	2 (1,3%)	15 (1,7%)	p<0,001		Chi <sup>2</sup>
- Öffentlichkeit	41 (27,5%)	129 (14,5%)			
- sonstige	0	16 (1,8%)			
<b>EKG-Erstbefund</b>					
- Kammerflimmern/-flattern	26 (24,5%)	234 (26,3%)			
- pulslose elektrische Akt.	5 (4,7%)	81 (9,1%)	0,248		Chi <sup>2</sup>
- Asystolie	75 (70,8%)	574 (64,6%)			
<b>Beobachtungsstatus</b>					
- Nicht beobachtet	90 (40,9%)	421 (47,4%)			
- Laie	75 (34,1%)	364 (40,9%)	p<0,001		Chi <sup>2</sup>
- Professioneller Helfer	55 (25,0%)	104 (11,7%)			
<b>Laienreanimation</b>	27 (12,3%)	117 (13,2%)	0,823	1,08 (0,69-1,69)	Fisher exact
<b>Vermutete Ursache</b>					
- kardial	142 (64,5%)	777 (87,4%)			
- Trauma	38 (17,3%)	0	p<0,001		Chi <sup>2</sup>
- Hypoxie	24 (10,9%)	56 (6,3%)			
- andere nicht kardial	16 (7,3%)	56 (6,3%)			
<b>Notarzt Qualifikation</b>					
- Arzt in Weiterbildung	67 (42,4%)	324 (48,4%)			
- Facharzt	91 (57,6%)	345 (51,6%)	0,184	0,78 (0,55-1,11)	Fisher exact
<b>Fachgebiet Notarzt</b>					
- Innere Medizin	39 (25,2%)	184 (27,8%)			
- Chirurgie	40 (25,8%)	139 (21,0%)			
- Anästhesie	74 (47,7%)	334 (50,4%)	0,568		Chi <sup>2</sup>
- Pädiatrie	2 (1,3%)	6 (0,9%)			
<b>Zeit Kollaps bis Rettungsdienstankunft</b> (min): Mittelwert (SD)	7,4 (5,3)	7,5 (5,2)	0,752		U-Test

<b>CPC vor Kollaps</b>						
- CPC 1	60 (70,6%)	215 (71,2%)				
- CPC 2	15 (17,6%)	57 (18,9%)	0,873			Chi <sup>2</sup>
- CPC 3	10 (11,8%)	30 (9,9%)				
<b>Krankenhausgruppe</b>						
- KH ohne PCI-Möglichkeit	77 (68,1%)	264 (60,8%)	0,158	1,38 (0,89-		Fisher exact
- KH mit PCI-Möglichkeit	36 (31,9%)	170 (39,2%)		2,14)		
<b>ROSC</b>	100 (46,5%)	360 (40,6%)	0,123	0,79 (0,58-		Fisher exact
				1,06)		
<b>Krankenhausaufnahme</b>	113 (51,4%)	434 (48,8%)	0,547	0,90 (0,67-		Fisher exact
				1,21)		

**Tabelle 4:** Vergleich der ein- und ausgeschlossenen Datensätze

(CPC = Cerebral Performance Categories; KH = Krankenhaus; PCI = Koronarangiographie; ROSC = Rückkehr des Spontankreislaufs)

	KH ohne PCI- Möglichkeit (Gruppe 1)	KH mit PCI- Möglichkeit (Gruppe 2)	p-Wert	OR (95%CI)	Test Verfahren
<b>n</b>	264	170			
<b>Geschlecht</b> männlich	160 (61,3%)	121 (71,6%)	0,030	0,63 (0,41-0,95)	Fisher exact
<b>Alter</b> (Jahre): Mittelwert (SD)	69,4 (13,6)	64,7 (15,1)	0,002		U-Test
<b>Alter</b>					
- 18 – 20 Jahre	0	3 (1,8%)			
- 20 – 40 Jahre	9 (3,4%)	12 (7,1%)			
- 40 – 60 Jahre	60 (22,7%)	48 (28,2%)	0,006		Chi <sup>2</sup>
- 60 – 80 Jahre	140 (53,0%)	88 (51,8%)			
- > 80 Jahre	55 (20,8%)	19 (11,2%)			
<b>Einsatzort</b>					
- Wohnung/Pflegeheim	199 (75,4%)	124 (72,9%)			
- Arztpraxis/Krankenhaus	5 (1,9%)	7 (4,1%)			
- Öffentlichkeit	54 (20,5%)	32 (18,8%)	0,355		Chi <sup>2</sup>
- sonstige	6 (2,3%)	7 (4,1%)			
<b>EKG-Erstbefund</b>					
- Kammerflimmern/-flattern	92 (34,8%)	78 (45,9%)			
- pulslose elektrische Akt.	31 (11,7%)	18 (10,6%)	0,068		Chi <sup>2</sup>
- Asystolie	141 (53,4%)	74 (43,5%)			
<b>Beobachtungsstatus</b>					
- Nicht beobachtet	86 (32,6%)	61 (35,9%)			
- Laie	128 (48,5%)	80 (47,1%)	0,873		Chi <sup>2</sup>
- Professioneller Helfer	50 (18,9%)	29 (17,1%)			
<b>Laienreanimation</b>	32 (12,2%)	23 (13,5%)	0,661	1,13 (0,64-2,01)	Fisher exact
<b>Vermutete Ursache</b>					
- kardial	219 (83,0%)	158 (92,9%)			
- Hypoxie	26 (9,8%)	6 (3,5%)	0,010		Chi <sup>2</sup>
- andere nicht kardial	19 (7,2%)	6 (3,5%)			
<b>Notarzt Qualifikation</b>					
- Arzt in Weiterbildung	101 (50,2%)	69 (52,3%)			
- Facharzt	100 (49,8%)	63 (47,7%)	0,738	0,92 (0,59-1,43)	Fisher exact
<b>Fachgebiet Notarzt</b>					
- Innere Medizin	54 (27,0%)	40 (30,8%)			
- Chirurgie	47 (23,5%)	24 (18,5%)			
- Anästhesie	97 (48,5%)	65 (50,0%)	0,704		Chi <sup>2</sup>
- Pädiatrie	2 (1,0%)	1 (0,8%)			

<b>Zeit Kollaps bis Rettungsdienstankunft</b> (min): Mittelwert (SD)	7,1 (4,8)	7,4 (5,5)	0,962		U-Test
<b>Transportdauer</b> (min): Mittelwert (SD)					
- mit laufender CPR	7,1 (7,2)	8,3 (7,0)	0,077		U-Test
- mit ROSC	10,6 (10,5)	11,0 (9,1)	0,417		U-Test
<b>ROSC</b>	201 (76,7%)	141 (82,9%)	0,145	1,48 (0,90-2,41)	Fisher exact
<b>Transport mit laufender CPR</b>	106 (40,9%)	46 (27,4%)	0,005	0,54 (0,36-0,83)	Fisher exact
<b>CPC vor Kollaps</b>					
- CPC 1	122 (70,9%)	93 (71,5%)			
- CPC 2	24 (14,0%)	33 (25,4%)	p<0,001		Chi <sup>2</sup>
- CPC 3	26 (15,1%)	4 (3,1%)			

**Tabelle 5:** Patientencharakteristika und Merkmale des Herzkreislaufstillstandes in Abhängigkeit der Auswahl des Krankenhauses nach OHCA

(CPC = Cerebral Performance Categories; CPR = Kardiopulmonale Reanimation; KH = Krankenhaus; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; PCI = Koronarangiographie; ROSC = Rückkehr des Spontankreislaufs)

		Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert	OR	95% CI	
<b>Schritt 1</b>	<b>Transport mit laufender CPR</b>	-0,922	0,251	p<0,001	0,398	0,243	0,651
	<b>Konstante</b>	0,053	0,146	0,715	1,055		
<b>Schritt 2</b>	<b>Transport mit laufender CPR</b>	-1,030	0,257	p<0,001	0,357	0,216	0,591
	<b>CPC vor Kollaps – CPC 3</b>	-1,911	0,559	0,001	0,148	0,050	0,442
	<b>Konstante</b>	0,244	0,156	0,118	1,276		
<b>Schritt 3</b>	<b>Geschlecht männlich</b>	0,682	0,270	0,012	1,978	1,165	3,359
	<b>Transport mit laufender CPR</b>	-1,094	0,262	p<0,001	0,335	0,200	0,560
	<b>CPC vor Kollaps – CPC 3</b>	-1,849	0,562	0,001	0,157	0,052	0,474
	<b>Konstante</b>	-0,202	0,236	0,392	0,817		
<b>Schritt 4</b>	<b>Geschlecht männlich</b>	0,725	0,274	0,008	2,064	1,207	3,529
	<b>Vermutete Ursache – nicht kardial</b>	-0,990	0,425	0,020	0,372	0,162	0,854
	<b>Transport mit laufender CPR</b>	-1,110	0,265	p<0,001	0,330	0,196	0,554
	<b>CPC vor Kollaps – CPC 3</b>	-1,782	0,565	0,002	0,168	0,056	0,509
	<b>Konstante</b>	-0,121	0,240	0,614	0,886		

**Tabelle 6:** Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zur Auswahl von Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit für Patienten nach OHCA: Variablen in der Gleichung (CPC = Cerebral Performance Categories; CPR = Kardiopulmonale Reanimation; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; PCI = Koronarangiographie)

		Wert	p-Wert
<b>Schritt 1</b>	<b>Geschlecht</b> – männlich	7,952	0,005
	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	4,725	0,030
	<b>Vermutete Ursache</b> – nicht kardial	5,985	0,014
	<b>CPC vor Kollaps</b> – CPC 3	14,580	p<0,001
<b>Schritt 2</b>	<b>Geschlecht</b> – männlich	6,475	0,011
	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	1,178	0,278
	<b>Vermutete Ursache</b> – nicht kardial	5,059	0,024
<b>Schritt 3</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	0,347	0,556
	<b>Vermutete Ursache</b> – nicht kardial	5,700	0,017
<b>Schritt 4</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	0,546	0,460

**Tabelle 7:** Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zur Auswahl von Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit für Patienten nach OHCA: Variablen nicht in der Gleichung (CPC = Cerebral Performance Categories; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; PCI = Koronarangiographie)

	Lebend entlassen	Tod im Krankenhaus	p-Wert	OR (95%CI)	Test-Ver- fahren
<b>n</b>	104	330			
<b>Geschlecht</b> männlich	78 (75,0%)	203 (62,3%)	0,018	1,81 (1,11-2,99)	Fisher exact
<b>Alter</b> (Jahre): Mittelwert (SD)	62,5 (14,0)	69,2 (14,1)	p<0,001		U-Test
<b>Alter</b>					
- 18 – 20 Jahre	2 (1,9%)	1 (0,3%)			
- 20 – 40 Jahre	3 (2,9%)	18 (5,5%)			
- 40 – 60 Jahre	42 (40,4%)	66 (20,0%)	p<0,001		Chi <sup>2</sup>
- 60 – 80 Jahre	49 (47,1%)	179 (54,2%)			
- > 80 Jahre	8 (7,7%)	66 (20,0%)			
<b>Einsatzort</b>					
- Wohnung/Pflegeheim	73 (70,2%)	250 (75,8%)			
- Arztpraxis/Krankenhaus	4 (3,8%)	8 (2,4%)	0,470		Chi <sup>2</sup>
- Öffentlichkeit	22 (21,2%)	64 (19,4%)			
- sonstige	5 (4,8%)	8 (2,4%)			
<b>EKG-Erstbefund</b>					
- Kammerflimmern/-flattern	68 (65,4%)	102 (30,9%)			
- pulslose elektrische Akt.	4 (3,8%)	45 (13,6%)	p<0,001		Chi <sup>2</sup>
- Asystolie	32 (30,8%)	183 (55,5%)			
<b>Beobachtungsstatus</b>					
- Nicht beobachtet	33 (31,7%)	114 (34,5%)			
- Laie	54 (51,9%)	154 (46,7%)	0,638		Chi <sup>2</sup>
- Professioneller Helfer	17 (16,3%)	62 (18,8%)			
<b>Laienreanimation</b>	18 (17,3%)	37 (11,2%)	0,127	1,67 (0,90-3,03)	Fisher exact
<b>Vermutete Ursache</b>					
- kardial	92 (88,5%)	285 (86,4%)			
- Hypoxie	7 (6,7%)	25 (7,6%)	0,847		Chi <sup>2</sup>
- andere nicht kardial	5 (4,8%)	20 (6,1%)			
<b>Notarzt Qualifikation</b>					
- Arzt in Weiterbildung	40 (47,6%)	130 (52,2%)	0,528	1,20 (0,73-1,96)	Fisher exact
- Facharzt	44 (52,4%)	119 (47,8%)			
<b>Fachgebiet Notarzt</b>					
- Innere Medizin	22 (26,2%)	72 (29,3%)			
- Chirurgie	17 (20,2%)	54 (22,0%)	0,379		Chi <sup>2</sup>
- Anästhesie	43 (51,2%)	119 (48,4%)			
- Pädiatrie	2 (2,4%)	1 (0,4%)			
<b>Zeit Kollaps bis Rettungsdienstankunft</b> (min): Mittelwert (SD)	6,6 (3,1)	7,4 (5,5)	0,498		U-Test

<b>CPC vor Kollaps</b>						
- CPC 1	74 (76,3%)	141 (68,8%)				
- CPC 2	20 (20,6%)	37 (18,0%)	0,024			Chi <sup>2</sup>
- CPC 3	3 (3,1%)	27 (13,2%)				
<b>Krankenhausgruppe</b>						
- KH ohne PCI-Möglichkeit	35 (33,7%)	229 (69,4%)	p<0,001	4,55 (2,78-		Fisher
- KH mit PCI-Möglichkeit	69 (66,3%)	101 (30,6%)		7,14)		exact
				13,50		
<b>Koronarangiographie</b>	44 (42,3%)	17 (5,2%)	p<0,001	(7,23-		Fisher
				25,20)		exact
<b>milde therapeutische Hypo- thermie</b>	19 (18,3%)	14 (4,2%)	p<0,001	5,05 (2,43-		Fisher
				10,48)		exact

**Tabelle 8:** Einflussfaktoren (Patientencharakteristika, prä- und innerklinische Versorgung) auf die Entlassung aus der Klinik nach OHCA

(CPC = Cerebral Performance Categories; KH = Krankenhaus; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; PCI = Koronarangiographie)

		Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert	OR	95% CI	
<b>Schritt 1</b>	<b>Koronarangiographie</b>	2,185	0,338	p<0,001	8,889	4,580	17,252
	<b>Konstante</b>	-1,204	0,151	p<0,001	0,300		
<b>Schritt 2</b>	<b>Koronarangiographie</b>	2,101	0,345	p<0,001	8,176	4,158	16,078
	<b>milde therapeutisch Hypothermie</b>	1,570	0,506	0,002	4,805	1,781	12,964
	<b>Konstante</b>	-1,320	0,159	p<0,001	0,267		
<b>Schritt 3</b>	<b>KH mit PCI-Möglichkeit</b>	0,884	0,294	0,003	2,420	1,360	4,307
	<b>Koronarangiographie</b>	1,713	0,365	p<0,001	5,543	2,708	11,345
	<b>milde therapeutisch Hypothermie</b>	1,596	0,512	0,002	4,934	1,808	13,469
	<b>Konstante</b>	-1,669	0,210	p<0,001	0,188		
<b>Schritt 4</b>	<b>EKG-Erstbefund – Asystolie</b>	-0,773	0,291	0,008	0,462	0,261	0,817
	<b>KH mit PCI-Möglichkeit</b>	0,870	0,298	0,004	2,387	1,331	4,282
	<b>Koronarangiographie</b>	1,519	0,374	p<0,001	4,566	2,195	9,498
	<b>milde therapeutisch Hypothermie</b>	1,669	0,522	0,001	5,306	1,906	14,770
	<b>Konstante</b>	-1,274	0,249	p<0,001	0,280		

**Tabelle 9:** Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zu Einflussfaktoren auf die Krankenhausentlassung nach OHCA: Variablen in der Gleichung (KH = Krankenhaus; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; PCI = Koronarangiographie)

		<b>Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Schritt 1</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	2,587	0,108
	<b>Geschlecht – männlich</b>	3,056	0,080
	<b>EKG-Erstbefund – Asystolie</b>	7,121	0,008
	<b>CPC vor Kollaps – schwere Behinderung</b>	4,122	0,042
	<b>KH mit PCI-Möglichkeit</b>	9,110	0,003
	<b>milde therapeutische Hypothermie</b>	10,638	0,001
<b>Schritt 2</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	2,214	0,137
	<b>Geschlecht – männlich</b>	2,168	0,141
	<b>EKG-Erstbefund – Asystolie</b>	7,722	0,005
	<b>CPC vor Kollaps – schwere Behinderung</b>	3,798	0,051
	<b>KH mit PCI-Möglichkeit</b>	9,320	0,002
<b>Schritt 3</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	1,887	0,170
	<b>Geschlecht – männlich</b>	1,402	0,236
	<b>EKG-Erstbefund – Asystolie</b>	7,212	0,007
	<b>CPC vor Kollaps – schwere Behinderung</b>	2,490	0,115
<b>Schritt 4</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	1,688	0,194
	<b>Geschlecht – männlich</b>	0,999	0,318
	<b>CPC vor Kollaps – schwere Behinderung</b>	1,301	0,254

**Tabelle 10:** Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zu Einflussfaktoren auf die Krankenhausentlassung nach OHCA: Variablen nicht in der Gleichung (CPC = Cerebral Performance Categories; KH = Krankenhaus; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; PCI = Koronarangiographie)

	Entlassung mit gutem neurologi- schem Er- gebnis (CPC 1-2)	Entlassung mit schlech- tem neurolo- gischem Ergebnis oder Tod (CPC 3-5)	p-Wert	OR (95%CI)	Test- Verfahren
<b>n</b>	51	377			
<b>Geschlecht</b> männlich	38 (74,5%)	238 (63,8%)	0,159	1,66 (0,85-3,22)	Fisher exact
<b>Alter</b> (Jahre): Mittelwert (SD)	61,4 (14,9)	68,5 (14,1)	0,001		U-Test
<b>Alter</b>					
- 18 – 20 Jahre	2 (3,9%)	1 (0,3%)			
- 20 – 40 Jahre	0	20 (5,3%)			
- 40 – 60 Jahre	24 (47,1%)	82 (21,8%)	p<0,001		Chi <sup>2</sup>
- 60 – 80 Jahre	21 (41,2%)	204 (54,1%)			
- > 80 Jahre	4 (7,8%)	70 (18,6%)			
<b>Einsatzort</b>					
- Wohnung/Pflegeheim	34 (66,7%)	286 (75,9%)			
- Arztpraxis/Krankenhaus	3 (5,9%)	8 (2,1%)	0,311		Chi <sup>2</sup>
- Öffentlichkeit	12 (23,5%)	72 (19,1%)			
- sonstige	2 (3,9%)	11 (2,9%)			
<b>EKG-Erstbefund</b>					
- Kammerflimmern/-flattern	33 (64,7%)	133 (35,3%)			
- pulslose elektrische Akt.	2 (3,9%)	46 (12,2%)	p<0,001		Chi <sup>2</sup>
- Asystolie	16 (31,4%)	198 (52,5%)			
<b>Beobachtungsstatus</b>					
- Nicht beobachtet	16 (31,4%)	131 (34,7%)			
- Laie	24 (47,1%)	180 (47,7%)	0,754		Chi <sup>2</sup>
- Professioneller Helfer	11 (21,6%)	66 (17,5%)			
<b>Laienreanimation</b>	12 (23,5%)	43 (11,4%)	0,024	2,39 (1,16-4,91)	Fisher exact
<b>Vermutete Ursache</b>					
- kardial	44 (86,3%)	327 (86,7%)			
- Hypoxie	5 (9,8%)	27 (7,2%)	0,675		Chi <sup>2</sup>
- andere nicht kardial	2 (3,9%)	23 (6,1%)			
<b>Notarzt Qualifikation</b>					
- Arzt in Weiterbildung	17 (44,7%)	149 (51,6%)	0,491	1,32 (0,67-2,60)	Fisher exact
- Facharzt	21 (55,3%)	140 (48,4%)			

<b>Fachgebiet Notarzt</b>						
- Innere Medizin	9 (23,7%)	84 (29,4%)				
- Chirurgie	10 (26,3%)	61 (21,3%)				
- Anästhesie	19 (50,0%)	139 (48,6%)	0,792			Chi <sup>2</sup>
- Pädiatrie	0	2 (0,7%)				
<b>Zeit Kollaps bis Rettungsdienstankunft (min): Mittelwert (SD)</b>						
	6,3 (2,7)	7,4 (5,3)	0,274			U-Test
<b>CPC vor Kollaps</b>						
- CPC 1	40 (81,6%)	171 (68,7%)				
- CPC 2	9 (18,4%)	48 (19,3%)	0,032			Fisher exact
- CPC 3	0	30 (12,0%)				
<b>Krankenhausgruppe</b>						
- KH ohne PCI-Möglichkeit	13 (25,5%)	248 (65,8%)				
- KH mit PCI-Möglichkeit	38 (74,5%)	129 (34,2%)	p<0,001	5,62 (2,89-10,92)		Fisher exact
<b>Koronarangiographie</b>						
	26 (51,0%)	33 (8,8%)	p<0,001	10,84 (5,63-20,87)		Fisher exact
<b>milde therapeutische Hypothermie</b>						
	11 (21,6%)	22 (5,8%)	0,001	4,44 (2,01-9,82)		Fisher exact

**Tabelle 11:** Einflussfaktoren (Patientencharakteristika, prä- und innerklinische Versorgung) auf den neurologischen Status bei Krankenhausentlassung nach OHCA

(CPC = Cerebral Performance Categories; KH = Krankenhaus; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; PCI = Koronarangiographie)

		Re- gres- sions- koeffi- zient	Stan- dard- fehler	p-Wert	OR	95% CI	
<b>Schritt 1</b>	<b>Koronaran- giographie</b>	2,383	0,334	p< 0,001	10,841	5,632	20,870
	<b>Konstante</b>	-2,622	0,207	p< 0,001	0,073		
<b>Schritt 2</b>	<b>KH mit PCI- Möglichkeit</b>	1,133	0,373	0,002	3,105	1,495	6,448
	<b>Koronaran- giographie</b>	1,913	0,360	p< 0,001	6,776	3,347	13,721
	<b>Konstante</b>	-3,113	0,293	p< 0,001	0,044		
<b>Schritt 3</b>	<b>KH mit PCI- Möglichkeit</b>	1,145	0,375	0,002	3,144	1,507	6,557
	<b>Koronaran- giographie</b>	1,818	0,363	p< 0,001	6,161	3,025	12,548
	<b>milde thera- peutische Hypothermie</b>	1,135	0,461	0,014	3,112	1,260	7,688
	<b>Konstante</b>	-3,236	0,306	p< 0,001	0,039		

**Tabelle 12:** Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zu Einflussfaktoren auf ein gutes neurologisches Ergebnis bei Krankenhausentlassung nach OHCA: Variablen in der Gleichung

(KH = Krankenhaus; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; PCI = Koronarangiographie)

		<b>Wert</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Schritt 1</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	1,318	0,251
	<b>EKG-Erstbefund – Asystolie</b>	1,353	0,245
	<b>Laienreanimation</b>	3,739	0,053
	<b>KH mit PCI-Möglichkeit</b>	9,944	0,002
	<b>milde therapeutische Hypothermie</b>	6,188	0,013
<b>Schritt 2</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	1,057	0,304
	<b>EKG-Erstbefund – Asystolie</b>	1,282	0,258
	<b>Laienreanimation</b>	3,620	0,057
	<b>milde therapeutische Hypothermie</b>	6,308	0,012
<b>Schritt 3</b>	<b>Alter &gt; 80 Jahre</b>	0,670	0,413
	<b>EKG-Erstbefund – Asystolie</b>	1,464	0,226
	<b>Laienreanimation</b>	2,738	0,098

**Tabelle 13:** Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zu Einflussfaktoren auf ein gutes neurologisches Ergebnis bei Krankenhausentlassung nach OHCA: Variablen nicht in der Gleichung

(KH = Krankenhaus; OHCA = out-of-hospital cardiac arrest; PCI = Koronarangiographie)

## 7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lebensalter der reanimierten Patienten in Gruppen .....	29
Abbildung 2: Ort des Herzkreislaufstillstandes .....	30
Abbildung 3: Vermutete Ursache des Herzkreislaufstillstandes in Gruppen .....	31
Abbildung 4: Übersicht über den erwarteten (schwarzer Balken) und beobachteten (rote Raute und 95% CI) primären Reanimationserfolg für Subgruppen.	32
Abbildung 5: Innerklinische Diagnostik innerhalb von 2h nach Aufnahme von präklinisch reanimierten Patienten in der Stadt Dortmund .....	34
Abbildung 6: Komplikationen bzw. Behandlungsausweitungen während des Klinikaufenthaltes bei Patienten nach präklinischer Reanimation in der Stadt Dortmund.....	35
Abbildung 7: Utstein-Übersicht über alle vom Rettungsdienst der Stadt Dortmund nach plötzlichem Herztod zwischen 2007 und 2008 reanimierten Patienten .....	36
Abbildung 8: Versorgungsergebnis präklinisch reanimierter Patienten in Abhängigkeit der Aufnahme in Krankenhäuser ohne PCI-Möglichkeit (Gruppe 1) oder mit PCI-Möglichkeit (Gruppe 2).....	40

### 7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der Krankenhäuser in der Stadt Dortmund die Patienten nach präklinischer Reanimation in den Jahren 2007 und 2008 aufgenommen haben.....	18
Tabelle 2:	Übersicht der Krankenhäuser außerhalb des Dortmunder Stadtgebiets die Patienten nach präklinischer Reanimation aus der Stadt Dortmund in den Jahren 2007 und 2008 aufgenommen haben .....	19
Tabelle 3:	Therapie und Ergebnis von Patienten die nach präklinischem Herzkreislaufstillstand initial in Krankenhäuser ohne PCI-Möglichkeit aufgenommen wurden, in Abhängigkeit der Weiterverlegung .....	39
Tabelle 4:	Vergleich der ein- und ausgeschlossenen Datensätze .....	70
Tabelle 5:	Patientencharakteristika und Merkmale des Herzkreislaufstillstandes in Abhängigkeit der Auswahl des Krankenhauses nach OHCA .....	72
Tabelle 6:	Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zur Auswahl von Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit für Patienten nach OHCA: Variablen in der Gleichung .....	73
Tabelle 7:	Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zur Auswahl von Krankenhäusern mit PCI-Möglichkeit für Patienten nach OHCA: Variablen nicht in der Gleichung.....	74
Tabelle 8:	Einflussfaktoren (Patientencharakteristika, prä- und innerklinische Versorgung) auf die Entlassung aus der Klinik nach OHCA .....	76
Tabelle 9:	Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zu Einflussfaktoren auf die Krankenhausentlassung nach OHCA: Variablen in der Gleichung.....	77
Tabelle 10:	Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zu Einflussfaktoren auf die Krankenhausentlassung nach OHCA: Variablen nicht in der Gleichung .....	78
Tabelle 11:	Einflussfaktoren (Patientencharakteristika, prä- und innerklinische Versorgung) auf den neurologischen Status bei Krankenhausentlassung nach OHCA.....	80
Tabelle 12:	Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zu Einflussfaktoren auf ein gutes neurologisches Ergebnis bei Krankenhausentlassung nach OHCA: Variablen in der Gleichung.....	81

Tabelle 13: Ergebnis der binär logistischen Regression (vorwärts bedingt) zu Einflussfaktoren auf ein gutes neurologisches Ergebnis bei Krankenhausentlassung nach OHCA: Variablen nicht in der Gleichung . 82

## 7.4 Votum der Ethikkommission



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Universität zu Lübeck · Ratzeburger Allee 160 · 23538 Lübeck

Herrn  
Prof. Dr. med. Heringlake  
Klinik für Anaesthesiologie

im Hause

nachrichtlich:

Herrn Prof. Schmucker, Direktor der Klinik für Anaesthesiologie

### **Ethik-Kommission**

Vorsitzender:  
Herr Prof. Dr. med. Dr. phil. H. Raspe  
Universität zu Lübeck  
Stellv. Vorsitzende:  
Frau Prof. Dr. med. M. Schrader  
Ratzeburger Allee 160  
23538 Lübeck

Sachbearbeitung: Frau Janine Erdmann  
Tel.: +49 451 500 4639  
Fax: +49 451 500 3026  
janine.erdmann@medizin.uni-luebeck.de

**Aktenzeichen: 11-050**

**Datum: 15. April 2011**

### **Sitzung der Ethik-Kommission am 12. April 2011**

**Antragsteller: Herr Prof. Heringlake / Herr Prof. Schmucker**

**Titel: Analyse der klinischen Versorgung und des Ergebnisse präklinischer Reanimationen in der Stadt Dortmund**

Sehr geehrter Herr Prof. Heringlake,

der Antrag wurde unter berufsethischen, medizinisch-wissenschaftlichen und berufsrechtlichen Gesichtspunkten geprüft.

Die Kommission hat nach der Berücksichtigung folgenden **Hinweises** keine Bedenken: Die Kommission bittet um die Nachreichung eines vollständigen Studienprotokolls (bislang liegt nur jede zweite Seite vor).

Bei Änderung des Studiendesigns sollte der Antrag erneut vorgelegt werden. Über alle schwerwiegenden oder unerwarteten und unerwünschten Ereignisse, die während der Studie auftreten, muss die Kommission umgehend benachrichtigt werden. Nach Abschluss des Projektes bitte ich um Übersendung eines knappen Schlussberichtes (unter Angabe unseres Aktenzeichens), aus dem der Erfolg/Misserfolg der Studie sowie Angaben darüber, ob die Studie abgebrochen oder geändert bzw. ob Regressansprüche geltend gemacht wurden, ersichtlich sind.

Die ärztliche und juristische Verantwortung des Leiters der klinischen Studie und der an der Studie teilnehmenden Ärzte bleibt entsprechend der Beratungsfunktion der Ethikkommission durch unsere Stellungnahme unberührt.

Mit freundlichem Gruß bin ich

Ihre

Prof. Dr. med. Marianne Schrader  
Stellv. Vorsitzende

#### anwesende Kommissionsmitglieder:

Frau Prof. Dr. M. Schrader  
(Plastische Chirurgie, Stellv. Vors.)

Prof. Dr. Schweiger  
(Psychiatrie)

Prof. Dr. Handel  
(Medizinische Informatik)

Frau Prof. E. Stubbe  
(Theologin)

Prof. Dr. Borck  
(Medizin- und Wissenschaftsgeschichte)

Frau H. Müller  
(Pflege)

Dr. Kaiser  
(Kinderchirurgie)

Herr Dr. Fieber  
(Richter am Amtsgericht Ahrensburg)

Prof. Schwinger  
(Humangenetik)

Dr. R. Vonthein  
(Zentrum für Klin. Studien)

Herr Prof. Dr. Giesler  
(Medizinische Klinik I)  
Prof. Dr. Dr. H.-H. Raspe  
(Sozialmedizin, Vorsitzender der EK)

Herr PD Lauten  
(Kinder- und Jugendmedizin)

Frau A. Farries  
(Richterin am Amtsgericht Lübeck)

## 8 Danksagungen

Mein Dank gilt Frau Prof. Dr. med. Carla Nau und Herrn Prof. Dr. med. Peter Schmucker für die Möglichkeit der Dissertation. Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. Matthias Heringlake für die Überlassung des Themas, die kompetente Betreuung in Kooperation mit der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin am Campus Kiel, die Beratung und Unterstützung bedanken.

Dem Team des Deutschen Reanimationsregisters der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. möchte ich danken für die interessante Fragestellung. Mein Dank gilt insbesondere den Herren Priv.-Doz. Dr. med. Jan-Thorsten Gräsner und Dr. med. Jan Wnent, die mir freundschaftlich jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen und mich wissenschaftlich in allen Belangen hervorragend berieten und förderten. Für eine persönliche Statistik-Einführung und Beratung möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. rer. medic. Rolf Lefering aus dem Institut für Forschung in der Operativen Medizin (IFOM) der Fakultät für Gesundheit der Universität Witten/Herdecke bedanken.

Der Berufsfeuerwehr Dortmund, besonders den Herren Dr. med. Hans Lemke (Ärztlicher Leiter Rettungsdienst), Volker Schulz (Leiter Rettungsdienst) und Mark Toenis (Sachgruppe Rettungsdienst) gilt mein Dank für Ihre Unterstützung. Außerdem danke ich den Chefarzten und ärztlichen Direktoren der beteiligten Kliniken für Ihre Mitwirkung. Weiter möchte ich mich bei den Rettungsdienst- und Klinikmitarbeitern sowie den befragten Hausärzten für ihre Mithilfe bei der Datengewinnung bedanken.

Ganz besonders möchte ich meinen Eltern, Elisabeth und Hans-Christoph Seewald, danken, die mir durch ihre Unterstützung und ihren Zuspruch die Kraft und Ausdauer für diese Arbeit gaben.

## 9 Lebenslauf



### persönliche Daten

Name: Stephan Christian Seewald  
Geburtsdatum: 11. September 1987

---

### Schulbildung

06/2007 Abitur am Gymnasium Wesermünde

---

### Hochschulstudium

10/2007 Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Universität zu Lübeck  
08/2009 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
07/2012-10/2013 Praktisches Jahr  
1. Tertial: Anästhesiologie (Schön Klinik Neustadt)  
2. Tertial: Innere Medizin (Helios Klinikum Schleswig)  
3. Tertial: Chirurgie (Westküstenklinikum Heide)  
11/2013 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

---

### wissenschaftliche Tätigkeit

seit 04/2010 Mitarbeit im Deutschen Reanimationsregister der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V.

---

### Zeitraum der Dissertation

06/2010-10/2010 Datenerfassung in Dortmund  
11/2010-04/2011 Erfassung der Langzeitverläufe  
05/2011-08/2012 Auswertung und Publikation der Daten  
08/2012-03/2013 Anfertigung der Dissertationsarbeit

---

### Förderungen und Auszeichnungen

seit 10/2007 Stipendium des Evangelischen Studienwerk e.V. Villigst  
02/2013 Best-Abstract-Award der 9. Wissenschaftlichen Arbeitstage Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)

---

## **Weiterbildungen**

01/2011	Grundkurs „Evidenzbasierte Medizin“ des Instituts für Sozialmedizin (Universität zu Lübeck)
03/2012	Workshop „Ideengenerierung“ des Instituts für Forschung in der Operativen Medizin (Universität Witten/Herdecke)
03/2012	Kurs „Von der Idee zur Publikation – Anleitung zum erfolgreichen wissenschaftlichen Arbeiten“ des Instituts für Forschung in der Operativen Medizin (Universität Witten/Herdecke)
04/2012-07/2012	Kurs „Medical English“ (Universität zu Lübeck)
07/2012	Kurse „Introduction to Epidemiology“ und „Clinical Epidemiology“ der International Summer School of Epidemiology in Ulm
10/2012	Kurs „Einführung in R“ des Instituts für Krebsepidemiologie e.V. (Universität zu Lübeck)

## 10 Publikationsverzeichnis

### 10.1 Publikationen

Gräsner JT, Seewald S, Wnent J, Meybohm P, Jantzen T, Messelken M, Fischer M (2011) Deutsches Reanimationsregister - Gibt es verlässliche prähospital und innerklinische Versorgungsdaten? *Intensiv- und Notfallbehandlung* 36, 156-163

Gräsner JT, Seewald S, Wnent J, Messelken M, Jantzen T, Franz R, Fischer M (2011) Deutsches Reanimationsregister - Strukturierte Reanimationsdatenerfassung: Datensatz Erstversorgung und Weiterversorgung. *Anästh Intensivmed* 52, S707-715

Wnent J, Seewald S, Messelken M, Jantzen T, Franz R, Fischer M, Gräsner JT (2011) Deutsches Reanimationsregister - Strukturierte Reanimationsdatenerfassung: Die aktuellen Protokolle. *Anästh Intensivmed* 52, S716-722

Jantzen T, Dreyer A, Fischer M, Messelken M, Müller M, Seewald S, Wnent J, Gräsner JT (2011) Das innerklinische Notfallprotokoll. *Anästh Intensivmed* 52, S723-726

Gräsner JT, Wnent J, Seewald S, Meybohm P, Fischer M, Paffrath T, Wafaisade A, Bein B, Lefering R, German Resuscitation Registry Working Group, Trauma Registry of the German Society for Trauma Surgery (DGU) (2011) Cardiopulmonary resuscitation after traumatic cardiac arrest – there are survivors. An analysis of two national emergency registries. *Crit Care* 15, R276

Wnent J, Seewald S, Gräsner JT, Messelken M, Jantzen T, Fischer M (2012) Deutsches Reanimationsregister: Qualitätsmanagement in der Notfallmedizin. *Rettungsdienst* 35, 20-25

Gräsner JT, Wnent J, Gräsner I, Seewald S, Fischer M, Jantzen T (2012) Einfluss der Basisreanimationsmaßnahmen durch Laien auf das Überleben nach plötzlichem Herztod. *Notfall Rettungsmed* 15, 593-599

Lukas RP#, Gräsner JT#, Seewald S, Lefering R, Weber TP, v Aken H, Fischer M, Bohn A (2012) Chest compression quality management and return of spontaneous circulation: a matched-pair registry study. *Resuscitation* 83, 1212-1218 (# Both first authors contributed equally)

Wnent J#, Seewald S#, Heringlake M, Lemke H, Brauer K, Lefering R, Fischer M, Jantzen T, Bein B, Messelken M, Gräsner JT (2012) Choice of Hospital after out-of-hospital cardiac arrest - a decision with far reaching consequences - a study in a large German city. Crit Care 16, R164 (# Both first authors contributed equally)

Gräsner JT, Wnent J, Seewald S, Neukamm J, Fischer M (2012) Ergebnisse aus dem Deutschen Reanimationsregister. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 47, 724-731

Fischer M, Messelken M, Wnent J, Seewald S, Bohn A, Jantzen T, Gräsner JT (2013) Deutsches Reanimationsregister der DGAI. Notfall Rettungsmed 16, 251-259

Gräsner JT, Wnent J, Seewald S, Bohn A, Scholz J, Böttiger B, Fischer M (2013) Mehr Überlebende durch mehr Wissen – Das Deutsche Reanimationsregister als Instrument zur Optimierung des Reanimationserfolgs. Notf.med. up2date 8, 121-132

Jantzen T, Fischer M, Müller M, Seewald S, Wnent J, Gräsner JT (2013) Notfälle im Krankenhaus - Das innerklinische Notfallmanagement. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 48, 414-421

Wnent J, Gräsner JT, Bohn A, Bein B, Jantzen T, Messelken M, Seewald S, Fischer M (2013) Notfälle im Krankenhaus - Innerklinische Notfallversorgung bei Patienten mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 48, 402-405

Wnent J, Bohn A, Seewald S, Fischer M, Messelken M, Jantzen T, Gräsner I, Gräsner JT (2013) Laienreanimation: Einfluss von Erster Hilfe auf das Überleben. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 48, 562-566

## 10.2 Kongressbeiträge und Poster

Seewald S, Wnent J, Zeng T, Gräsner JT (2010) Stellenwert innerklinischer Diagnose- und Therapieverfahren nach präklinischen Reanimationen am Beispiel der Region Lüneburg. 10. Kongress der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin DIVI, Hamburg

Seewald S, Lemke H, Wnent J, Heringlake M, Gräsner JT (2011) Etablierungsschwierigkeiten des Qualitätsmanagements im großstädtischen Rettungsdienst am Beispiel der Stadt Dortmund und Diskussion möglicher Lösungsvorschläge. *Anästh Intensivmed* 52, S13

Seewald S, Lemke H, Wnent J, Heringlake M, Gräsner JT (2011) Qualitätsmanagement in der Notfallmedizin – Schwierigkeiten bei der Durchführung im großstädtischen Rettungsdienst am Beispiel der Stadt Dortmund. *Anästh Intensivmed* 52, S34

Seewald S, Wnent J, Messelken M, Fischer M, Jantzen T, Gräsner JT und Studiengruppe Reanimationsregister der DGAI (2011) Umsetzung der ERC-Leitlinien zur Reanimation in Deutschland. *Anästh Intensivmed* 52, S629

Gräsner JT, Seewald S, Wnent J, Messelken M, Jantzen T and Fischer M, the German Resuscitation Registry Study Group: (2011) Implementation of ERC Guidelines in Germany. *Resuscitation* 82, S5

Gräsner JT, Meybohm P, Seewald S, Wnent J, Fischer M, Paffrath T, Lefering R (2011) Resuscitation after traumatic cardiac arrest. *Circulation* 124, A286

Seewald S, Wnent J, Jantzen T, Messelken M, Fischer M, Gräsner JT und Studiengruppe Deutsches Reanimationsregister (2011) Abbruch der präklinischen Reanimation bei persistierender Asystolie: Sind 20 Minuten noch zeitgemäß? 11. Kongress der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin DIVI, Leipzig

Gräsner JT, Wnent J, Jantzen T, Messelken M, Franz R, Seewald S, Fischer M (2012) Das Reanimationsregister der DGAI 2012. *Anästh Intensivmed* 53, S24

Franz R, Seewald S, Wnent J, Gräsner JT (2012) Häufigkeit und Einfluss der schwierigen und unmöglichen Intubation auf das Outcome nach präklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand. *Anästh Intensivmed.* 53, S26

Harding U, Lukas RP, Bohn A, Seewald S, Lefering R, Weber TP, Kemper J, Van Aken H, Fischer M, Gräsner JT (2012) Thoraxkompressions-Qualitätsmanagement führt zu höheren ROSC-Raten als mittels RACA-Score prognostiziert. *Anästh Intensivmed* 53, S27

Seewald S, Franz R, Wnent J, Gräsner JT und Studiengruppe Deutsches Reanimationsregister (2012) Einsatz alternativer Atemwege bei schwieriger und unmöglicher Intubation bei präklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand: Eine Verbesserung für das Ergebnis? *Anästh Intensivmed* 53, S28

Wnent J, Seewald S, Fischer M, Messelken M, Jantzen T, Gräsner JT (2012) Reanimati-onserfolg ist kalkulierbar – Umsetzung als Schlüssel zum Erfolg. *Journal für Anästhesie und Intensivbehandlung*, 233-234

Seewald S, Wnent J, Lemke H, Lefering R, Heringlake M, Gräsner JT (2012) Auswahl des Krankenhauses nach präklinischer Reanimation – eine Entscheidung mit weitreichenden Konsequenzen. *Anästh Intensivmed* 53, S319

Jantzen T, Dreyer A, Gräsner JT, Seewald S, Wnent J (2012) Das innerklinische Notfallprotokoll der DGAI. *Anästh Intensivmed* 53, S250

Gräsner JT, Seewald S, Wnent J, Jantzen J, Messelken M, Bohn A, Fischer M (2012) Das Deutsche Reanimationsregister der DGAI. *Notfall Rettungsmed* 15, 366-367

Wnent J, Seewald S, Heringlake M, Lemke H, Brauer K, Lefering R, Gräsner JT (2012) Choice of Hospital after out-of-hospital cardiac arrest - a decision with far reaching consequences. A study in a large Germany city. *Resuscitation* 83, e7

Strohwald P, Seewald S, Wnent J, Lemke J, Lemke H, Schniedermeier U, Bein B, Gräsner JT (2012) Basisreanimation mit einem manuell auslösbarem-automatischem Beatmungsgerät und Metronom-Unterstützung (Medumat Easy CPR). 12. Kongress der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin DIVI, Leipzig

Lemke J, Seewald S, Strohwalde P, Wnent J, Lemke H, Gräsner JT (2013) Qualitätsmanagement in der Notfallmedizin - Bewertung des Reanimationserfolges mithilfe des RACA-Scores am Beispiel des Standortes Dortmund. *Anästh Intensivmed* 54, S14

Seewald S, Wnent J, Fischer M, Gräsner JT und Studiengruppe Deutsches Reanimationsregister (2013) Revision von CPR Leitlinien – Ein Garant für ein besseres Outcome. *Anästh Intensivmed* 54, S15

Maurer H, Gütte K, Seewald S, Schön J, Wnent J (2013) Erhebung des Kenntnisstandes von Notfallbasismaßnahmen in der Bevölkerung – Erste Ergebnisse zur Hilfsbereitschaft. *Anästh Intensivmed* 54, S25

Seewald S, Wnent J, Fischer M, Gräsner JT und Studiengruppe Deutsches Reanimationsregister (2013) Revision von CPR Leitlinien – Ein Garant für ein besseres Outcome. 4. Deutscher Interdisziplinärer Notfallmedizin Kongress DINK, Wiesbaden

Maurer H, Gütte K, Seewald S, Schön J, Wnent J (2013) Who recognizes a cardiac arrest, who provides bystander-CPR? *Resuscitation* 84S, S60

Wnent J, Seewald S, Brauer K, Fischer M, Bohn A, Messelken M, Jantzen T, Gräsner JT (2013) ROSC after out-of-hospital cardiac arrest in Germany: Annual correlation between observed and RACA-score predicted rates. *Resuscitation* 84S, S58