

Aus der Klinik für Kardiologie, Pneumologie und Angiologie  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. med. Malte Kelm

**„Load and Go“ versus „Stay and Treat“: retrospektive  
Analyse zweier Ansätze zur Versorgung von Patienten  
mit innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf

vorgelegt von

**Robert Orzech**

2019

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung der  
Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: PD Dr. med. Ralf Westenfeld

Zweitgutachter: Prof. Dr. med. Peter Kienbaum

*Gewidmet meinen Eltern Wanda und Józef Orzech*

## Zusammenfassung

Zielsetzung: Im Gegensatz zum präklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand, bei dem es viele Daten hinsichtlich Umsetzung und Organisation kardiopulmonaler Reanimationsmaßnahmen (CPR) gibt, ist für innerklinische Herz-Kreislauf-Stillstände (IHCA) noch unklar, wie CPR-Maßnahmen optimal umgesetzt und organisiert werden sollen.

Methodik: Die vorliegende Dissertation vergleicht in einem Zentrum (Zentrum der inneren Medizin, Universitätsklinikum Düsseldorf) zwei verschiedene Organisationsformen für die Reanimationsabläufe bei IHCA auf Nichtüberwachungsstationen hinsichtlich des Erreichens des Spontankreislaufes (ROSC), der 30-Tage-Mortalität und des neurologischen Outcomes.

Vom Januar 2014 bis März 2016 wurden Reanimationen bei IHCA entsprechend eines „Load-and-go“-Verfahrens organisiert, bei dem lebensrettende Basismaßnahmen und die Frühdefibrillation auf Station durchgeführt wurden, und bei welchen der Patient danach unter Fortsetzen der Reanimation auf die Intensivstation verlegt wurde. Seit April 2016 rückt ein Reanimationsteam von der Intensivstation zum Ort der Reanimation auf der peripheren Station aus und übernimmt bis zum ROSC oder Abbruch der Reanimation die Reanimationsmaßnahmen („Stay and Treat“).

Ergebnisse: In der „Load-and-Go“-Gruppe wurden 167 Patienten mit IHCA reanimiert, in der „Stay-and-Treat“-Gruppe 91 Patienten. Der primäre Endpunkt 30-Tage-Mortalität war in beiden Gruppen vergleichbar (71,3 % bei „Load and Go“ gegenüber 69,2 % bei „Stay and Treat“,  $p = 0,936$ ). Auch der Anteil der Patienten, die einen ROSC erreichten, war vergleichbar (71,9 % bei „Load and Go“ vs. 80,2 % bei „Stay and Treat“,  $p = 0,237$ ). Die neurologischen Ergebnisse unterschieden sich zwischen den beiden Gruppen nicht. In der „Load-and-Go“-Gruppe wurden alle Patienten auf einer der beiden Intensivstationen aufgenommen, während in der „Stay-and-Treat“-Gruppe nur 83,5 % der Patienten ( $n = 76$ ) auf die Intensivstation verlegt wurden ( $p < 0,001$ ). Die 30-Tage-Mortalität nach IHCA außerhalb der Kernarbeitszeit ist höher als innerhalb der Kernarbeitszeit (79,3 % vs. 63,9 %,  $p = 0,028$ ).

Schlussfolgerung: Es gab keinen Unterschied im Erreichen eines ROSC, bei der 30-Tage-Mortalität und dem neurologischen Outcome zwischen den beiden Organisationsformen „Load and Go“ und „Stay and Treat“. Bei der Organisationsform „Stay and Treat“ wurden weniger Patienten auf die Intensivstation verlegt und Ressourcen geschont.

---

## Summary

Background: In contrast to preclinical cardiovascular arrest, where there is much data on the organization of cardiopulmonary resuscitation (CPR), it is still unclear how CPR interventions should be best implemented for in-hospital cardiac arrest (IHCA).

Two different CPR-concepts for IHCA were used at the MNR Clinic Düsseldorf. With the „load and go“ procedure (until 30.03.2016), the ward team performed life-saving basic measures and then moved the patient to the intensive care unit. As of 01.04.2016, a resuscitation team was established („stay and treat“), with life-saving baseline measures being initiated by the ward team, but continued by the alarmed resuscitation team performing advanced cardiac life support (ACLS). The aim of this study is a retrospective comparison of these two resuscitation concepts.

Methods: All IHCA, which took place in the MNR clinic from January 2014 to April 2018 were comparatively analyzed („load and go“ vs. „stay and treat“).

Results: From January 2014 until March 2016, 167 patients suffered from IHCA („load and go“) and from April 2016 until April 2018, 91 patients suffered from IHCA („stay and treat“). The 30-day mortality was similar in both groups (71.3 % in „load and go“ vs. 69.2 % in „stay and treat“,  $p = 0.936$ ). Also, the proportion of patients who achieved ROSC was similar (71.9 % in „load and go“ vs. 80.2 % in „stay and treat“,  $p = 0.237$ ). Time to reach ROSC was shorter in the „stay and treat“ group (22.5 min in „load and go“ group vs. 18.4 min in „stay and treat“,  $p = 0.029$ ). 30-day mortality from IHCA was higher during nights and weekends compared to normal working hours (79.3 % vs. 63.9 %,  $p = 0.028$ ). There was no difference in the neurological outcome (24.0 % in load-and go vs. 29.7 % in „stay and treat“,  $p = 0.380$ ).

Conclusion: Both concepts are comparable in terms of mortality and neurological outcome. In „stay and treat“, patients achieved faster ROSC, but without improving the prognosis. Fewer patients were transferred to the cost-intensive ICU. Survival rates were lower during nights and weekends.

---

## Abkürzungsverzeichnis

ACLS	Advanced cardiac life support (erweiterte Maßnahmen im Rahmen einer Reanimation, um einen Herz-Kreislauf-Stillstand zu beenden und die zugrunde liegende Erkrankung zu behandeln)
AHA	American Heart Association
BLS	Basic life support (lebensrettende Basismaßnahmen)
CPC	Cerebral Performance Categories (zerebrale Leistungskategorien)
CPR	Cardiopulmonary resuscitation (Herz-Lungen-Wiederbelebung)
ERC	European Resuscitation Council
ICU	Intensive care unit (Intensivstation)
IHCA	Innerhospital cardiac arrest (innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand)
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
INTCAR	International Cardiac Arrest Registry
KHK	koronare Herzkrankheit
MNR	Medizinisch-Neurologisch-Radiologische Klinik
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NSE	neuronenspezifische Enolase
OHCA	Out-of-hospital cardiac arrest (präklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand außerhalb des Krankenhauses)
pAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
ROSC	Return of spontaneous circulation (Rückkehr eines Spontankreislaufs nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand = Reanimationserfolg)
RTH	Rettungshubschrauber
RTW	Rettungswagen

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>I</b>
<b>Summary</b> .....	<b>II</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>6</b>
1.1 Kardiopulmonale Reanimation .....	6
1.2 Ursachen für einen Herz-Kreislauf-Stillstand.....	6
1.3 Rettungsmaßnahmen .....	7
1.3.1 Basismaßnahmen der Reanimation.....	7
1.3.2 Erweiterte Maßnahmen der Reanimation.....	9
1.3.3 Postreanimationsphase .....	10
1.4 Outcome der kardiopulmonalen Reanimation .....	12
1.4.1 Außerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand .....	13
1.4.2 Innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand .....	13
1.4.3 Organisationsprinzipien für die außerklinische Reanimation .....	15
1.4.4 Organisationsprinzipien für innerklinische Reanimationsteams .....	16
1.5 Situation an der MNR-Klinik Düsseldorf.....	17
1.5.1 „Load and Go“ .....	18
1.5.2 „Stay and Treat“ .....	18
1.6 Ziel der Arbeit.....	18
<b>2 Material und Methoden</b> .....	<b>20</b>
2.1 Studiendesign.....	20
2.2 Patientengut .....	20
2.3 Erhobene demografische und klinische Parameter .....	20
2.3.1 Cerebral Performance Scale .....	21
2.3.2 Neuronenspezifische Enolase .....	22
2.4 Reanimationsprotokoll .....	23
2.5 Statistische Analysen.....	24
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>25</b>
3.1 Beschreibung der Studienpopulation .....	25
3.1.1 Demografische Unterschiede zwischen den Studiengruppen.....	25
3.1.2 Charakterisierung der Studiengruppen.....	25
3.1.3 Therapeutische Unterschiede zwischen den Studiengruppen.....	27
3.2 ROSC.....	30

---

3.3	Mortalität .....	32
3.4	Aufenthaltsdauer Intensivstation.....	34
3.5	Neurologischer Outcome.....	36
<b>4</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>38</b>
4.1	Beantwortung der Forschungsfragen .....	38
4.2	Stärken und Schwächen der Studie .....	42
4.3	Schlussfolgerung.....	42
4.4	Resümee.....	43
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>Danksagung .....</b>	<b>53</b>



# 1 Einleitung

## 1.1 Kardiopulmonale Reanimation

Die kardiopulmonale Reanimation oder Herz-Lungen-Wiederbelebung (engl. cardiopulmonary resuscitation – CPR) dient der Beendigung eines Atem- und Herz-Kreislauf-Stillstands und somit der Abwehr eines drohenden Versterbens des Patienten. Bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand ist eine rasche Intervention unerlässlich, da schon nach circa drei Minuten das Gehirn nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt wird und irreparable Schädigungen auftreten können (Nolan & European Resuscitation, 2005; Monsieurs et al., 2015).

## 1.2 Ursachen für einen Herz-Kreislauf-Stillstand

Kardiovaskuläre Ursachen wie der plötzliche Herztod stellen mit > 80 % die häufigste Ursache für einen Herz-Kreislauf-Stillstand in westlichen Industrienationen dar. Jedes Jahr versterben zwischen 80.000 und 100.000 Menschen in Deutschland an einem plötzlichen Herztod, also ungefähr 250 Menschen täglich. Circa 80 % der Patienten mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand leiden ursächlich an internistischen Erkrankungen wie Lungenerkrankungen (z. B. an einer Lungenembolie) oder zerebrovaskulären Erkrankungen (z. B. an einem Apoplex). Weitere ~ 10 % der Fälle werden durch äußere Einflüsse wie Unfälle, Erstickten, Intoxikation, Ertrinken oder durch Suizide verursacht (Nolan & European Resuscitation, 2005; Fernandez Lozano et al., 2016).

Im Rahmen der erweiterten Therapiemaßnahmen einer Reanimation ist die Unterteilung in hyperdynamie (defibrillierbare, elektrisch aktive, hypersystolische) und hypodynamie (nicht defibrillierbare, elektrisch inaktive, asystolische) Herz-Kreislauf-Stillstände essenziell. In circa 1/4 der Fälle liegt die hyperdynamie Form vor. Bei dieser Form weisen das Erregungsleitungssystem des Herzens und die Herzmuskulatur eine ungeordnete Aktivität auf. Ohne koordinierte Herzaktivität findet kein wesentlicher Auswurf von Blut in den Kreislauf statt. Als Ursachen für einen hyperdynamen Herz-Kreislauf-Stillstand gelten ventrikuläre Tachykardien und Kammerflimmern. Nach wenigen Minuten geht ein hyperdynamer Herz-Kreislauf-Stillstand zwangsläufig in die hypodynamie Form (Asystolie) über, bei der keine elektrische Aktivität mehr nachweisbar ist. Bei der elektromechanischen Dissoziation wird zwar eine geordnete elektrische Aktivität

beobachtet, diese bewirkt jedoch keine Auswurfleistung in Form einer Pulswelle (Monsieurs et al., 2015).

### **1.3 Rettungsmaßnahmen**

Die Reanimationsrichtlinien des European Resuscitation Council (ERC) von 2015 schreiben folgenden Algorithmus vor (Monsieurs et al., 2015; Fernandez Lozano et al., 2016): Zunächst soll überprüft werden, ob der Patient noch atmet, dann soll der Rettungsdienst gerufen werden und beim erwachsenen Patienten kräftig circa 100–120 Mal pro Minute das Brustbein in der Mitte des Brustkorbs etwa fünf Zentimeter tief bis zum Eintreffen professioneller Hilfe gedrückt werden. Durch eine Herzdruckmassage kann der verbliebene Sauerstoff in der Blutbahn zirkulieren, wodurch die Überlebenschancen bis zum Eintreffen des medizinischen Fachpersonals entscheidend gesteigert werden kann. Somit ist es auch fachfremden Personen möglich, lebensrettende Basismaßnahmen zu leisten. Die Beatmung stellt eine weitere wichtige, aber nicht die zentrale Maßnahme bei Patienten mit plötzlichem Herz-Kreislauf-Stillstand dar. Die wichtigste Maßnahme ist die Herzdruckmassage, die nach Möglichkeit durch eine Beatmung ergänzt werden sollte (30 Mal drücken und danach zweimal beatmen) (Abb. 1).

Zusätzlich wird – sofern vorhanden – der Einsatz eines automatisierten externen Defibrillators empfohlen. Erweiterte Maßnahmen (Advanced cardiac life support – ACLS) werden durch medizinische Fachkräfte mit geeigneter Ausrüstung durchgeführt (Abb. 2). Neben Medikation, Intubation und professioneller Defibrillation können dabei auch transkutane Herzschrittmacher zum Einsatz kommen. Trotz aller Mühen ist die Prognose reanimierter Personen ungünstig, und die längerfristige Überlebensrate liegt bei 2–7 % (Nolan & European Resuscitation, 2005; Monsieurs et al., 2015).

#### **1.3.1 Basismaßnahmen der Reanimation**

Die Basismaßnahmen der Reanimation („Basic Life Support“, BLS) können sowohl von medizinischem Fachpersonal (Notärzten, Rettungssanitätern etc.) als auch von fachfremden Personen durchgeführt werden (Handley et al., 2005; Perkins et al., 2015).

Zunächst gilt es, den Patienten laut anzusprechen, anzustoßen oder einen Schmerzreiz zu setzen (Abb. 1). Beim Ausbleiben einer Reaktion wird die Atmung kontrolliert. Durch

Überstreckung des Kopfes des Patienten wird auf Höhe des Patientenmundes mit Blick Richtung Thorax geprüft, ob sich der Brustkorb hebt und senkt. Dabei können auch potenzielle Atemgeräusche gefühlt oder gehört werden. Die Dauer der Atemkontrolle sollte 10–15 Sekunden betragen, um auch eine potenzielle Bradypnoe zu erkennen. Kann keine Atmung festgestellt werden, wird mit der kardiopulmonalen Reanimation begonnen (Handley et al., 2005; Perkins et al., 2015).

**Algorithmus der lebensrettenden Basismaßnahmen  
beim Erwachsenen**  
nach den Richtlinien des *European Resuscitation Council* von 2010

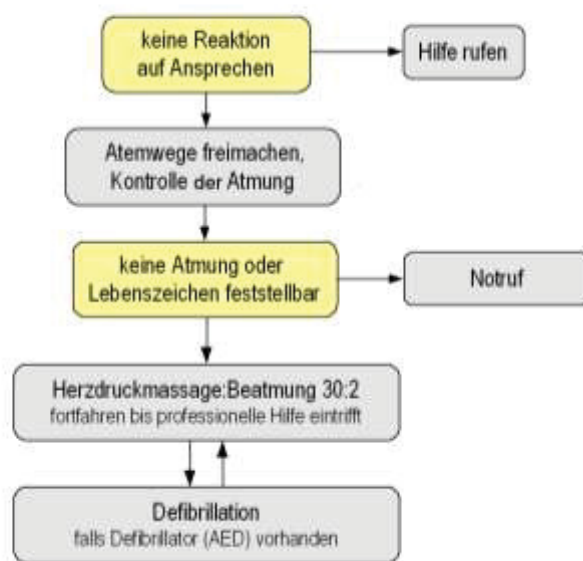


Abb. 1: Algorithmus der Basismaßnahmen der Reanimation nach den Empfehlungen des European Resuscitation Council von 2010. Abbildung gemeinfrei (GNU Free Documentation License). Quelle: (Wikimedia Commons, 2010).

Die Richtlinien der ERC empfehlen für Erwachsene eine Thoraxkompression mit einer Frequenz von 100–120 bpm, einer Drucktiefe von 5–6 cm und einem Verhältnis von 30:2 (Thoraxkompressionen zu Beatmungen) (Handley et al., 2005; Perkins et al., 2015).

Bei der Instruktion von medizinischen Laien hat sich zusätzlich die Lehrmeinung etabliert, dass bei unzureichender technischer Ausstattung (Ambu-Beutel, Mund-Nasen-Maske, Beatmungstuch etc.) die lebensrettenden Basismaßnahmen auch mit weniger oder ganz ohne Beatmung durchgeführt werden können. Dabei wird der Stabilisierung des Blutdrucks und damit der kapillären Perfusion durch kontinuierliche Thoraxkompression höchste Priorität eingeräumt. Im anglikanischen Sprachraum konnte durch die stark beworbene rein manuelle Reanimation via Thoraxkompression die Anzahl an

durchgeführten Laienreanimationen gesteigert werden (Handley et al., 2005; Perkins et al., 2015).

### **1.3.2 Erweitere Maßnahmen der Reanimation**

Erweiterte Maßnahmen im Rahmen einer Reanimation (ACLS) werden von medizinischem Fachpersonal (z. B. Notärzten, Notfallsanitätern, Rettungsassistenten) angewandt (Soar et al., 2015). Dabei kommen zu den lebensrettenden Maßnahmen noch das Atemwegsmanagement, die Defibrillation und die Medikation hinzu (Deakin et al., 2005) (Abb. 2).

Das Atemwegsmanagement erfolgt in den meisten Fällen über eine endotracheale Intubation. Ist eine endotracheale Intubation nicht anwendbar, kann eine Larynxmaske oder ein Larynxtubus als Alternative herangezogen werden.

Die Defibrillation erfolgt nur bei einem hyperdynamen Herz-Kreislauf-Stillstand, also bei einer pulslosen ventrikulären Tachykardie oder bei Kammerflimmern. Dabei werden Adrenalin (1 mg alle 3–5 Minuten) und Amiodaron nach dem 3. Schock verabreicht, wobei die Wirksamkeit von Adrenalin bei der Herz-Lungen-Wiederbelebung umstritten ist (Deakin et al., 2005; Soar et al., 2015).

Bei hypodynamen Herz-Kreislauf-Stillständen wie pulsloser elektrischer Aktivität und Asystolie ist eine Defibrillation nicht indiziert, da hier die Herzmuskelzellen nicht depolarisiert werden müssen. Jedoch ist eine sofortige medikamentöse Therapie indiziert (Deakin et al., 2005).

Algorithmus der Reanimationsmaßnahmen beim Erwachsenen  
nach den Richtlinien des *European Resuscitation Council* von 2010

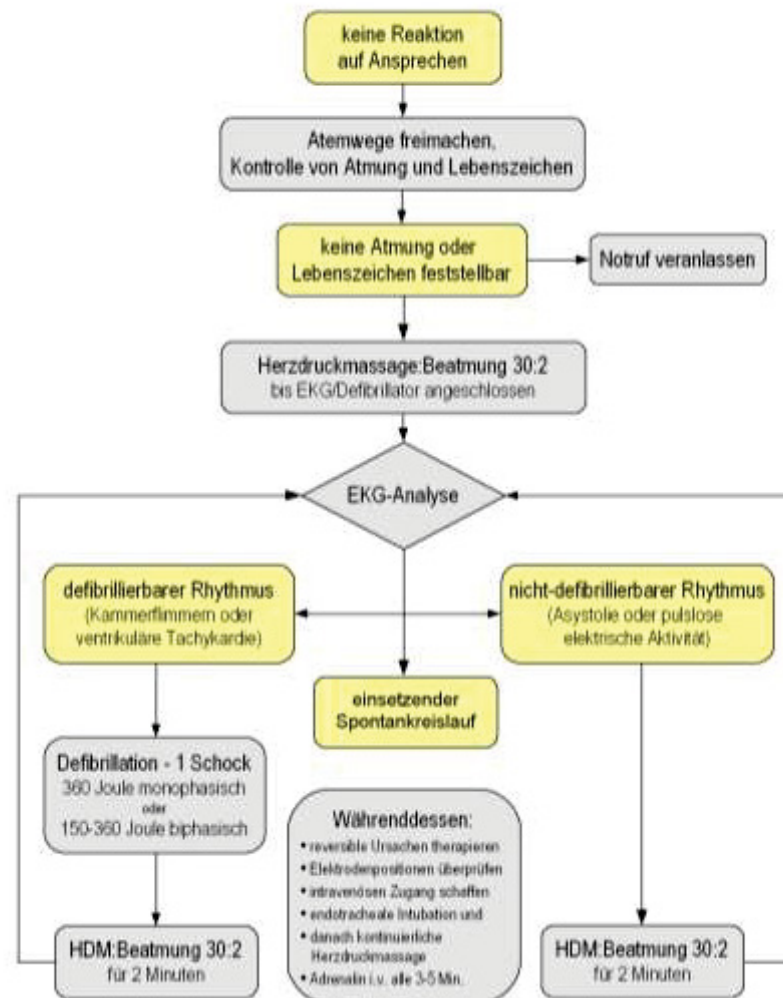


Abb. 2: Algorithmus der erweiterten Reanimationsmaßnahmen nach den Empfehlungen des European Resuscitation Council von 2010. Abbildung gemeinfrei (GNU Free Documentation License). Quelle: (Wikimedia Commons, 2006).

### 1.3.3 Postreanimationsphase

Die Postreanimationsphase beginnt mit der Rückkehr eines spontanen Kreislaufes nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand (return of spontaneous circulation, ROSC). Diese Versorgungsphase beinhaltet eine weitere Stabilisierung, den Transport in ein medizinisches Versorgungszentrum sowie eine erweiterte intensivmedizinische Therapie und Überwachung. Die Maßnahmen in der Postreanimationsphase zeigen einen relevanten Einfluss auf die Prognose (Lopez-Herce et al., 2014; Monsieurs et al., 2015; Pothiwala, 2017).

Ein Herz-Kreislauf-Stillstand betrifft zwar alle Organsysteme, seine Auswirkungen auf das neurologische System sind jedoch am stärksten, da das Hirngewebe äußerst

empfindlich für Sauerstoffmangel ist. Die Sauerstoffspeicher im Gehirn sind innerhalb von 20 Sekunden erschöpft, Glukose und ATP innerhalb von fünf Minuten nach vollständiger Anoxie (Madl & Holzer, 2004). Dies führt zu einem Verlust des Membranruhepotenzials, zum Zufluss von Calcium und zur Freisetzung von exzitatorischen Neurotransmittern, was die neuronale Schädigung durch Gewebehypoxie weiter verstärkt (Hoesch et al., 2008). Nach Wiederkehr des spontanen Kreislaufs kommt es zu einer sekundären Schädigungsphase aufgrund der Bildung sauerstofffreier Radikale, die zu einer direkten Schädigung der Zellmembran führen und die Entzündung fördern (Lee et al., 2000). Außerdem kann es zu einer Dysfunktion der zerebralen Autoregulation kommen, die zu einer dauerhaften zerebralen Ischämie führen kann (Sundgreen et al., 2001). Patienten mit ausgedehnten anoxischen Hirnverletzungen können ein Hirnödem entwickeln und ein erhöhter intrakranialer Druck birgt das Risiko einer Herniation des Gehirns. Neben neurologischen Verletzungen kann sich eine myokardiale Dysfunktion aufgrund einer systemischen Ischämie entwickeln, die sich als Hypotonie, niedriges Herzminutenvolumen, erhöhter Fülldruck und eine globale Abnahme der myokardialen Kontraktionsfähigkeit manifestieren kann (Laurent et al., 2002).

Im Fokus der Postreanimationsphase stehen kausale Therapiemaßnahmen, wie z. B. eine Reperfusionstherapie nach Herzinfarkt und die operative Versorgung von Verletzungen. Zusätzlich werden die Atmungs- und Herzkreislauffunktionen symptomatisch behandelt, um eine zufriedenstellende Versorgung mit Sauerstoff zu gewährleisten. Dafür sind häufig eine Beatmungstherapie unter Sedierung, eine Schrittmachertherapie sowie ein umfangreicher Einsatz von Arzneimitteln notwendig, um z. B. mit Katecholaminen einen organversorgenden Blutdruck aufrechtzuerhalten oder Krämpfe und Myoklonien zu therapieren. Vor allem ein Monitoring des Blutzuckers ist essenziell, da eine korrekte Einstellung unabhängig von der Grunderkrankung einen Überlebensvorteil darstellt (Monsieurs et al., 2015; Pothiawala, 2017).

Zur Reduktion zerebraler Schäden wird für bewusstlose Patienten nach einer Reanimation eine milde therapeutische Hypothermie bei 32–34 °C für 12–24 Stunden empfohlen. Die milde therapeutische Hypothermie trägt zur Steigerung der Überlebensrate und zur Optimierung des neurologischen Zustandes nach erfolgreichen Reanimationen bei und sollte daher zeitnah veranlasst werden (Monsieurs et al., 2015). Eine Auswertung der INTCAR- („international cardiac arrest registry“-)Datenbank ergab (Sendelbach et al., 2012):

- Je fünf Minuten Verspätung beim Einleiten der milden therapeutischen Hypothermie bedeutete eine Zunahme eines schlechten neurologischen Outcomes um 8 %.
- 30 Minuten Verspätung beim Erreichen der Zieltemperatur von 32 bis 34 °C erhöhte die Rate eines schlechten neurologischen Outcomes um 17 %.
- Durchschnittlich benötigten Kliniken 94 Minuten bis zum Einleiten der milden therapeutischen Hypothermie und 309 Minuten bis zum Erreichen der Zieltemperatur.

Das Erreichen einer Sauerstoffsättigung von mehr als 96 % scheint nicht notwendig, da eine Hyperoxämie in der Postreanimationsphase oxidativen Stress generiert und damit postischämisch Neurone schädigen kann. Das neurologische Ergebnis kann optimiert werden, wenn in der ersten Stunde nach einem ROSC die Sauerstoffgabe auf eine Zielsauerstoffsättigung von 94–96 % ausgerichtet wird, der Patient also kontrolliert reoxygeniert wird (Monsieurs et al., 2015; Pothiwala, 2017).

Sollten die Patienten über einen längeren Zeitraum (mehr als fünf Tage) beatmet werden, ist eine künstliche Ernährung über den Magen-Darm-Trakt oder venös indiziert (Taylor et al., 2016).

#### **1.4 Outcome der kardiopulmonalen Reanimation**

Die Datenlage über die Frequenz von Reanimationsmaßnahmen bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand ist nicht vollständig. Eine Studie aus Schottland gab eine jährliche Inzidenz der Reanimation bei außerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand mit kardialer Ursache von 50–66 Fälle pro 100.000 Einwohnern an. Die jährliche Inzidenz der Reanimation bei innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand schwankt zwischen 150 (Norwegen) bis 350 (England) pro 100.000 stationären Patienten (Nolan & European Resuscitation, 2005).

Auf einen Herz-Kreislauf-Stillstand sind in den USA und Europa jährlich fast 500.000 Todesfälle zurückzuführen (Sans et al., 1997; Atwood et al., 2005; Mozaffarian et al., 2015). Die Überlebensrate bei Patienten mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand außerhalb des Krankenhauses liegt bei weniger als 15 % (Chan et al., 2014), während das Überleben bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand im Krankenhaus bei maximal 22 % liegt (Girotra et al., 2012). In beiden Gruppen besteht ein erhebliches Risiko für neurologische



Behinderungen bei den Überlebenden (Girotra et al., 2015). Obwohl die Mehrzahl der Todesfälle aufgrund eines Herz-Kreislauf-Stillstands während der ursprünglichen Reanimation auftritt, tritt ein wesentlicher Anteil der Todesfälle bei Patienten auf, die erfolgreich reanimiert wurden (in der Postreanimationsphase) (Girotra et al., 2015). Die hohe Mortalität während der Postreanimationsphase kann auf die Kombination von Ganzkörperischämie, durch Reperfusion vermittelten Schäden und dem zugrunde liegenden pathologischen Prozess, der zum Herz-Kreislauf-Stillstand führte, zurückgeführt werden. Optimale Behandlungsstrategien in der Postreanimationsphase können daher den Outcome verbessern (Peberdy et al., 2010; Morrison et al., 2013).

#### **1.4.1 Außerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand**

Ungefähr 356.461 Menschen werden jährlich in den Vereinigten Staaten wegen eines Herz-Kreislauf-Stillstands außerhalb des Krankenhauses (out-of-hospital cardiac arrest = OHCA) behandelt (Benjamin et al., 2017; McCarthy et al., 2018). Bei einem Drittel der Fälle ist zuvor keine Herzkrankheit bekannt; die Hälfte tritt ohne prodromale Symptome auf (Muller et al., 2006). Trotz robuster Behandlungssysteme für Patienten mit Traumata und sich rasch entwickelnden Behandlungssystemen für Patienten mit ST-Hebungsinfarkt und Schlaganfall erreicht die Mehrheit der Patienten nach einem OHCA kein optimales Überleben aufgrund großer Diskrepanzen bei den Reanimationsprozessen (Glover et al., 2012; Wang et al., 2012; Choi et al., 2016). Das Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus variiert daher stark in den diversen Einrichtungen (Nichol et al., 2008; Chan et al., 2014).

Die Überlebensrate steigt signifikant, wenn der OHCA schnell erkannt und rasch darauf reagiert wird, indem vor dem Eintreffen der Rettungsdienste durch die anwesende Person eine kardiopulmonale Wiederbelebung initiiert wird (Abrams et al., 2013).

#### **1.4.2 Innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand**

Epidemiologische Daten zur innerklinischen Herz-Lungen-Wiederbelebung (in-hospital cardiac arrest = IHCA) können nur sehr grob erhoben werden, da die Ausgangsdaten nicht in einem einheitlichen Format vorliegen. Die Unterschiede reichen von der Definition einer Reanimation bis zu der Frage, ob Patienten in der Notaufnahme als innerklinisch anzusehen sind. Zusätzlich lässt sich die Inzidenz des IHCA für den deutschsprachigen



Raum nur abschätzen. Seit 2013 werden mit dem Deutschen Reanimationsregister Daten von Patienten nach plötzlichem Herztod außerhalb der Klinik, nach präklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand anderer Ursachen, nach innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand sowie die Daten der innerklinischen Notfallversorgung erfasst, analysiert und interpretiert (Gräsner et al., 2014). Da jährlich rund 18 Millionen Patienten in deutschen Krankenhäusern behandelt werden, kann auf Grundlage international publizierter Daten die Anzahl der Herz-Kreislauf-Stillstände im Krankenhaus auf 54.000 pro Jahr geschätzt werden (Muller et al., 2015).

In Schweden bzw. Italien liegt die Inzidenz eines innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstands bei 1–5 pro 1.000 stationären Aufnahmen (Hanche-Olsen & Nielsen, 2002; Sandroni et al., 2007), in den USA (National Cardiac Arrest Registry) bei 0,175 pro Jahr je Krankenhausbett (Peberdy et al., 2003). Die Häufigkeit von Kammerflimmern (bzw. pulsloser ventrikulärer Tachykardie) als initialem Rhythmus liegt im Vergleich zur präklinischen Situation mit 20–25 % innerklinisch deutlich niedriger, da ein größerer Anteil von nicht kardialen Grunderkrankungen vorliegt (Peberdy et al., 2003; Weil & Fries, 2005).

Für den innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand wurden Überlebensraten von 20–25 % berichtet, mit deutlich besserer Prognose für Patienten mit Kammerflimmern/ventrikulärer Tachykardie (Sandroni et al., 2007). Aufgrund der heterogenen Studienformate lässt sich derzeit kein sicherer Hinweis auf eine Verbesserung der Überlebensergebnisse innerhalb der vergangenen 40 Jahre zeigen (Weil & Fries, 2005).

Im peripheren Krankenhausbereich besteht nur eine geringe Erfahrung mit Reanimationen; im Durchschnitt trifft eine Pflegekraft einmal in neun Jahren als Ersteintreffende auf einen Herz-Kreislauf-Stillstand (Breckwoldt et al., 2010).

Die American Heart Association (AHA) veröffentlicht regelmäßig aktualisierte Richtlinien für die Herz-Lungen-Wiederbelebung und die kardiovaskuläre Notfallversorgung. Diese Leitlinien basieren auf einer sorgfältigen Abwägung neuester wissenschaftlicher Studien (Field et al., 2010). Das ERC und andere internationale Räte verfolgen eine ähnliche Praxis, wobei jede Organisation auch Behandlungsempfehlungen des Internationalen Komitees für Reanimation (ILCOR) erhält (Monsieurs et al., 2015). Bei jeder Aktualisierung der Richtlinien wird das Fehlen von Daten zum IHCA hervorgehoben (Moskowitz et al., 2018). Die Populationen des IHCA und des OHCA

unterscheiden sich stark, aber in Abwesenheit von IHCA-spezifischer Literatur werden die OHCA-Richtlinien häufig extrapoliert. Selbst wenn Leitlinien für den IHCA veröffentlicht wurden, unterscheiden sie sich kaum von denen für den OHCA (Morrison et al., 2013). Mit der zunehmenden Komplexität der Patientenpopulationen und der Verfügbarkeit neuer Technologien werden die epidemiologischen und organisatorischen Unterschiede zwischen IHCA und OHCA immer deutlicher. Obwohl die grundlegenden Elemente einer guten CPR und einer frühen Defibrillation für defibrillierbare Situationen fast allen Patienten mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand zugutekommen, können andere Aspekte der Behandlung für IHCA zutreffender oder einzigartiger sein. Diese Aspekte sind häufig in veröffentlichten Richtlinien enthalten, werden jedoch selten in die Algorithmen einbezogen, welche der Kliniker am Krankenbett verwendet, wenn er um 3.00 Uhr nachts mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand konfrontiert ist (Moskowitz et al., 2018).

Der Herz-Kreislauf-Stillstand auf der Intensivstation macht den Großteil der in den Vereinigten Staaten auftretenden IHCA-Ereignisse aus (Girotra et al., 2012; Perman et al., 2016). Obwohl sich die Überlebensraten im Krankenhaus bei Patienten mit einem IHCA auf der Station und auf der Intensivstation im Laufe der Zeit verbessert haben, war die Verbesserungsrate bei Herz-Kreislauf-Stillständen auf Intensivstationen weniger ausgeprägt (Perman et al., 2016).

### **1.4.3 Organisationsprinzipien für die außerklinische Reanimation**

Im angloamerikanischen Raum mit den auf Paramedics basierenden Rettungssystemen wird eher Wert auf raschen Transport des Patienten ins Krankenhaus gelegt. Bei dieser „Load-and-Go“-Strategie versucht der Rettungsdienst, den Patienten schnellstmöglich vom Einsatzort ins nächste medizinische Zentrum zu transportieren. Am Einsatzort werden kaum Maßnahmen gesetzt. Die „Load-and-Go“-Strategie wird hauptsächlich verwendet, wenn eine adäquate Versorgung des Patienten am Einsatzort unmöglich ist bzw. die Durchführung von medizinischen Maßnahmen in der Klinik unvermeidbar verzögern würde. Das trifft bei Erkrankungen oder Verletzungen zu, die präklinisch nicht beherrscht werden können (z. B. innere Blutungen) oder nur ein schmales Zeitfenster für therapeutische Maßnahmen gewähren, und bei unzureichenden diagnostischen oder therapeutischen Möglichkeiten des Rettungsdienstes. Das Prinzip des möglichst zügigen

Transports in eine Klinik mit erst dort stattfindender ärztlicher Versorgung wird auch „Scoop and Run“ genannt (Smith & Conn, 2009; Beuran et al., 2012; Kim et al., 2017).

In Deutschland ist hauptsächlich der präklinische Rettungsdienst mit geschultem Rettungsassistenten, Sanitätern und Notärzten etabliert, der nach dem „Stay-and-Play“-Prinzip agiert. Der Patient wird daher nicht schnellstmöglich in ein medizinisches Versorgungszentrum transportiert, sondern das Rettungspersonal stabilisiert den Zustand des Patienten, führt eine möglichst umfassende Anamnese durch und initiiert eine Therapie, bevor mit dem Krankentransport begonnen wird. Das bedeutet, dass der Rettungsdienst so lange am Einsatzort bleibt, bis der Patient aus medizinischer Sicht möglichst ohne Restriktionen transportfähig ist. Dadurch kommen teilweise erhebliche Versorgungszeiten am Notfallort zustande (Hoejenbos et al., 2008; Smith & Conn, 2009; Allen et al., 2015).

Sowohl in Deutschland als auch im angloamerikanischen Raum geht Trend aber in Richtung „Treat and Run“. Diese Rettungsphilosophie stellt eine Kombination aus dem „Load-and-Go“-Konzept und dem „Stay-and-Play“-Konzept dar. Das Ziel ist das möglichst schnelle Erreichen des medizinischen Versorgungszentrums, ohne die Versäumnis notwendiger Maßnahmen. Dabei soll die Zeit am Notfallort so kurz wie möglich gehalten werden (maximal 20 Minuten), die Diagnostik und Therapie sollen sich auf lebensrettende Maßnahmen beschränken und weiterführende Maßnahmen während des Transports durchgeführt werden (Flemming, 2009).

Nach letztem Stand der Wissenschaft sollen präklinisch nicht zu stabilisierende Patienten unverzüglich transportiert werden, um das Ausrüstungsdefizit des Notarztdienstes gegenüber der Notaufnahme im Krankenhaus ausgleichen zu können. Bei klinikinternen Notfällen bestand jedoch lange Zeit eine Lücke im Bereich der Versorgungszuständigkeit.

#### **1.4.4 Organisationsprinzipien für innerklinische Reanimationsteams**

Zur Versorgung innerklinischer Notfälle haben sich in Krankenhäusern medizinische Notfallteams etabliert. Notfallteams, die ausschließlich bei Herz-Kreislauf-Stillständen alarmiert werden, werden als ‚Reanimationsteams‘ bezeichnet (Lundsgaard & Lundsgaard, 2018). Rapid Response Teams (RRT) bzw. Medical Emergency Teams (MET) sind darüber hinaus für die Prävention, Initialtherapie und Verlegung auffälliger Patienten unterhalb der Schwelle des Herz-Kreislauf-Stillstands verantwortlich (Silva et

al., 2016). Der Einsatz eines innerklinischen Reanimationsteams ermöglicht die schnellere Behandlung in der kritischen Zeit nach Diagnose eines Herz-Kreislauf-Stillstands. Statt den Patienten zunächst in entferntere Spezialbereiche zu verlegen, findet sich ein Reanimationsteam, ausgestattet mit der notwendigen Ausrüstung, bei dem Patienten ein (Mohnle et al., 2012).

Die Notfallausstattung an den peripheren Stationen sollte klinikweit einheitlich sein, damit einerseits das Reanimationsteam immer auf den gleichen Standard trifft, andererseits das Stationspersonal bei Stationswechsel nicht immer wieder neue Bedingungen vorfindet. Als peripher gelten in diesem Zusammenhang jene Krankenhausbereiche, in denen keine kontinuierliche Überwachung von Vitalparametern erfolgt, also Normalstationen, Ambulanzen, bestimmte diagnostische oder therapeutische Funktionsbereiche und öffentliche Krankenhausbereiche.

Sinnvoll ist die mobile Vorhaltung aller notfallrelevanten Materialien an einem zentralen Ort der Station, z. B. im Stationszimmer der Pflege. Geeignet ist dazu ein Reanimationswagen, in dem eine mobile Sauerstoffquelle, eine netzunabhängige Absaugvorrichtung, Beatmungshilfen (Beutel, Maske, supraglottische Atemwegshilfe), ein Defibrillator und Medikamente zu einer funktionellen Einheit zusammengefasst sind (Breckwoldt et al., 2010).

Für die Alarmierung des Reanimationsteams sollte, insbesondere bei Nacht- oder Wochenendbesetzungen, möglichst wenig Zeit aufgewendet werden. Eine einheitliche Notrufnummer sollte selbstverständlich sein, was leider nicht in allen Krankenhäusern im deutschsprachigen Raum der Fall ist. Die immer noch verbreitete Alarmierung per Telefon ist zeitlich einer Alarmierung über Pieper meist unterlegen (Breckwoldt et al., 2010).

## **1.5 Situation an der MNR-Klinik Düsseldorf**

Bis heute gibt es keine einheitliche Umsetzung und Organisationsstruktur der CPR-Maßnahmen in Krankenhäusern. In diesem Kapitel sollen die Organisationsformen an der MNR-Klinik (MNR-Klinik = Medizinisch-Neurologisch-Radiologische Klinik) Düsseldorf bis März 2016 (Load and Go) und ab April 2016 (Stay and Treat) beschrieben werden.

### **1.5.1 „Load and Go“**

Beim ersten Ansatz werden bei einem IHCA durch das Ärzte- und Pflegeteam auf den Stationen lebensrettende Basismaßnahmen inklusive einer möglichen frühen Defibrillation durchgeführt. Danach wird der Patient unter Reanimationsbedingungen im Sinne eines „Load-and-Go“-Verfahrens auf die Intensivstation verlegt und dort vom Intensivteam weiterversorgt. Bis zum 31.03.2016 wurde diese Organisationsform bei uns in der MNR-Klinik so durchgeführt.

### **1.5.2 „Stay and Treat“**

Seit dem 01.04.2016 wurde das CPR-System in der MNR-Klinik verändert („Stay and Treat“). Hierbei werden auch lebensrettenden Basismaßnahmen + Frühdefibrillation durch Pflege und Ärzte vor Ort durchgeführt und durch die Reanimations-Hotline wird das Reanimationsteam alarmiert, das vor Ort im Rendezvous-System eintrifft (1. Mitarbeiter vor Ort, 2. ärztlicher Hausdienst, 3. Reanimationsteam der Intensivstation). Die Reanimationsmaßnahmen werden im Sinne der ACLS erweitert. Teamführer der laufenden Reanimationsmaßnahmen ist der Intensivarzt des Reanimationsteams. Nach Durchführung der ACLS erfolgt entweder der Transport auf die Intensivstation nach Erreichen des Spontankreislaufes, der Transport auf die Intensivstation unter Reanimationsbedingungen oder die Beendigung der Reanimationsmaßnahmen.

## **1.6 Ziel der Arbeit**

Trotz der Verfügbarkeit ausgebildeter medizinischer Fachkräfte und häufig der sofortigen Einleitung einer kardiopulmonalen Reanimation ist der Herz-Kreislauf-Stillstand bei hospitalisierten Patienten mit einer geringen Überlebensrate von 2,4 % bis 18,4 % verbunden (Schwartz et al., 2013; Amer et al., 2014; Kantamineni et al., 2014; Nolan et al., 2014).

Die Ermittlung veränderbarer Faktoren, wie die Verbesserung der Organisationsstruktur, die mit dem Überleben nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand im Krankenhaus zusammenhängen, ist entscheidend für die Verbesserung der Ergebnisse. Die Qualität der Wiederbelebung bei stationären kardialen Notfällen ist wohl der wichtigste modifizierbare Faktor.

Das Ziel dieser Studie ist ein retrospektiver Vergleich der beiden Organisationsformen des IHCA „Load and Go“ und „Stay and Treat“ hinsichtlich des Outcomes der Patienten, der Durchführbarkeit und des Ressourcenverbrauchs.

Zur Bearbeitung der Zielsetzung wurden folgende Forschungsfragen formuliert:

- 1) Gab es einen Unterschied im Anteil an jenen Patienten, die nach kardiopulmonaler Reanimation einen Spontankreislauf erreichten?
- 2) Gab es einen Unterschied in der Mortalität zwischen den beiden Organisationsformen?
- 3) Gab es einen Unterschied in der Aufnahme und in der Liegedauer auf der Intensivstation zwischen den beiden Organisationsformen?
- 4) Gab es einen Unterschied im neurologischen Outcome zwischen den beiden Organisationsformen?
- 5) Unterschied sich der Erfolg zwischen Reanimation in der Kernarbeitszeit und Reanimationen außerhalb der Kernarbeitszeit?

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign

Diese Studie wurde als retrospektive Datenanalyse konzipiert, das heißt, dass zum Zeitpunkt der Antragstellung bei der zuständigen Ethikkommission die Erfassung sämtlicher Daten bereits abgeschlossen war und alle Daten vollständig in der Patientenakte oder im Krankenhausinformationssystem vorlagen. Die Studie mit der Studiennummer: 2018-112-RetroDEuA wurde von der Ethikkommission an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf als unbedenklich eingestuft und genehmigt.

#### **Folgende primäre Endpunkte wurden definiert:**

- 1) Anteil der Patienten, die einen ROSC erreichen
- 2) 30-Tage-Mortalität bzw. eine Entlassung zu einem früheren Zeitpunkt.

#### **Als sekundäre Endpunkte wurden herangezogen:**

- 1) Zeit bis zum ROSC
- 2) Erster Laktatwert in der Blutgasanalyse
- 3) Neurologischer Outcome mithilfe der Cerebral-Performance-Categories-Skala und der neuronenspezifischen Enolase

### 2.2 Patientengut

Die Daten von allen Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2014 bis zum 30.04.2018 an der MNR-Klinik Düsseldorf einen Herz-Kreislauf-Stillstand erlitten hatten und kardiopulmonal reanimiert worden waren, wurden in die Studie aufgenommen. Ausgenommen waren Herz-Kreislauf-Stillstände in gut überwachten Bereichen wie der Notaufnahme, der Intermediate Care Station oder der Intensivstation.

### 2.3 Erhobene demografische und klinische Parameter

Aus den Patientenakten wurden die folgenden Parameter extrahiert:

- Alter
- Geschlecht
- Gruppenzugehörigkeit („Load and Go“ oder „Stay and Treat“)

- Datum des innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstands
- Stationsarztpräsenz (werktags 07–17 Uhr oder außerhalb der Dienstzeit)
- Klinische Abteilung
- Reanimationsursache
- ROSC (ja/nein)
- Zeitpunkt bis zum ROSC
- Initialrhythmus
- Laktatwert
- pH-Wert
- Cerebral Performance Categories
- Neuronenspezifische Enolase nach 24 h
- Neuronenspezifische Enolase Spitzenwert
- 30-Tage-Mortalität
- Vorliegen einer Hypertonie (ja/nein)
- Vorliegen eines Diabetes mellitus (ja/nein)
- Vorliegen einer koronaren Herzkrankheit (ja/nein)
- Niereninsuffizienz in Stadien
- Vorliegen einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (ja/nein)
- Glomeruläre Filtrationsrate
- C-reaktives Protein
- Procalcitonin (ng/l)
- Phosphat (mmol/l)
- Hämoglobin (g/dl)
- Troponin T high sensitive (ng/l)
- D-Dimere (U/l)
- Verlegung auf die Intensivstation (ja/nein)
- Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation (Tage)

### 2.3.1 Cerebral Performance Scale

Bei Patienten, die nach einer kardiopulmonalen Reanimation einen Spontankreislauf erreichen, verläuft die Erholung des Gehirns nach einer anoxischen Phase



unterschiedlich. Neurologische Folgeschäden reichen von vollständiger Genesung bis zum Koma mit Hirntod (Longstreth et al., 1983; Moulaert et al., 2009).

Die Cerebral-Performance-Category-Skala ist eine Skala zur Messung der zerebralen Leistung und dient der Evaluation des neurologischen Ergebnisses nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand (Tabelle 1) (Hsu et al., 2014; Pollack et al., 2014; Mak et al., 2016). Dabei gelten die Werte CPC = 1 und CPC = 2 als gutes neurologisches Ergebnis und die Werte CPC = 3, CPC = 4 und CPC = 5 als schlechtes neurologisches Ergebnis.

CPC	Diagnose	Merkmale
1	Gute zerebrale Leistungsfähigkeit	Wach, aufmerksam, arbeitsfähig, mit leichten neurologischen und psychologischen Defiziten
2	Mittelschwere zerebrale Behinderung	Wach, selbstständige Verrichtung der täglichen Aktivitäten möglich, arbeitsfähig in geschützter Umgebung
3	Schwere zerebrale Behinderung	Wach mit schwerer Behinderung, erstreckt sich von ambulanter Pflegemöglichkeit bis hin zu schwerer Demenz oder Lähmungen
4	Koma oder vegetativer Zustand	Komatöser oder bleibender vegetativer Zustand
5	Hirntod	Hirntod oder Tod infolge anderer Ursachen

Tabelle 1: Cerebral-Performance-Category-Skala (Hsu et al., 2014; Pollack et al., 2014; Mak et al., 2016).

### 2.3.2 Neuronenspezifische Enolase

Die neuronenspezifische Enolase (NSE) ist ein Enzym des Glukosestoffwechsels. Sie kommt in diversen Isoformen in zentralen und peripheren Neuronen sowie in neuroendokrinen Geweben vor (Isgro et al., 2015; Haque et al., 2018).

Die Prognose des zerebralen Outcomes von komatösen oder medikamentös sedierten Patienten nach zerebraler Ischämie durch einen Herz-Kreislauf-Stillstand gestaltet sich schwierig. Bei neurologisch gesunden Personen ist die NSE nur in geringsten Konzentrationen im Serum vorhanden, während nach zerebraler Schädigung unterschiedlicher Genese die Serumkonzentrationen der neuronenspezifischen Enolase markant erhöht sind und mit dem Ausmaß der Schädigung korrelieren (Zandbergen et al., 2006; Mercier et al., 2016).

Zur Bestimmung der neurologischen Prognose wird der Serumspiegel der neuronenspezifischen Enolase verwendet. Dabei deutet ein NSE-Wert von  $> 33,0 \mu\text{g/l}$ , gemessen 72 Stunden nach kardiopulmonaler Reanimation, auf eine ungünstige Prognose hin (Zandbergen et al., 2006).

## 2.4 Reanimationsprotokoll

<b>Dokumentation innerklinischer Reanimation</b>						<i>Patientenetikett</i>	
<b>Beteiligtes Reanimationsteam:</b>							
<b>Alarmierung:</b>		Datum:		Uhrzeit:			
<b>Station:</b>							
<b>Verm. Latenz:</b>		unbekannt:		Min:		keine Latenz:	
<b>BLS durch Melder:</b>			ja:		nein:		
<b>Maßnahmen durch Rea Team</b>							
<b>Initialer Rhythmus:</b>			defibrillierbar:			nicht defibrillierbar:	
<b>Defibrillation</b>					Ja:	Nein:	
					<b>wenn Ja:</b>	Anzahl der Schocks:	
					<b>erfolgreich:</b>	Ja:	Nein:
<b>Atemwegsmanagement</b>							
<b>Abstand CPR Beginn – Intubation Min:</b>							
<b>Ort der Intubation</b>			periphere Station:		MI1/2:		ZNA:
<b>Intubationsart</b>			Larynxtrubus (LT):		endotracheale Intubation (ET)		
					wenn ET, Anzahl der Versuche:		
<b>Umintubation LT-&gt;ET</b>			während CPR		Grund:		
			nach ROSC				
<b>höchster etCO<sub>2</sub> Wert nach ITN:</b>							
<b>Zugang:</b>		peripher:		intraossär:		ZVK:	
<b>Medikamente:</b>			Adrenalin:		Amiodaron:		
			Lyse:		Heparin:		
<b>1. BGA:</b>		pH:	K:	Hb:	Laktat		
<b>Verlauf</b>							
<b>Kein ROSC:</b>			Exitus letalis _____ min CPR				
<b>Time to ROSC:</b>			Min:				
<b>1. BGA nach ROSC:</b>		pH:	K:	Hb:	Laktat		
<b>24 h cool-heart:</b>							
		Ja:		Nein:			

<b>ECLS:</b> Ja:	Nein:
<b>Bemerkungen:</b>	

## 2.5 Statistische Analysen

Die statistischen Analysen wurden mit IBM SPSS Statistics (Version 25) anhand aktueller Statistiklehrbücher durchgeführt (Bortz & Schuster, 2010; Harms, 2012). Als Lage- und Streuungsmaße wurden Mittelwerte und Standardabweichung berechnet.

Mit einem Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest wurden nominal skalierte Variablen auf Unabhängigkeit getestet (z. B. bei der Frage, ob das Geschlecht unabhängig von der Reanimationsgruppe war) (Pearson, 1900).

Mit einem Zweistichproben-t-Test für unabhängige Stichproben wurde überprüft, wie sich die Mittelwerte zweier Gruppen (zum Beispiel für den Vergleich der neuronenspezifischen Enolase zwischen „Load-and-Go“- und „Stay-and-Treat“-Patienten) zueinander verhielten (Student, 1908).

Mit einem Mann-Whitney-U-Test wurde überprüft, ob zwei Verteilungen A und B zu derselben Grundgesamtheit gehören (z. B. für den Vergleich der zeitlichen Dauer bis zum ROSC zwischen „Load-and-Go“- und „Stay-and-Treat“-Patienten) (Mann & Whitney, 1947).

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Beschreibung der Studienpopulation

Die Studienpopulation bestand aus 258 Patienten. Das durchschnittliche Alter bei kardiopulmonaler Reanimation betrug  $72,3 \pm 12,1$  Jahre (Spannweite: 18–95 Jahre). Der Großteil der Studienpopulation war männlich ( $n = 164$ ; 63,6 %). Im Zeitraum vom 01.01.2014 bis zum 30.03.2016 wurden 167 Patienten (64,7 %) nach dem „Load-and-Go“-Prinzip behandelt, und vom 08.04.2016 bis zum 27.04.2018 wurden 91 Patienten (35,3 %) nach dem „Stay-and-Treat“-Konzept reanimiert.

#### 3.1.1 Demografische Unterschiede zwischen den Studiengruppen

In der „Load-and-Go“-Gruppe waren 62,9 % ( $n = 105$ ) und in der „Stay-and-Treat“-Gruppe 64,8 % ( $n = 59$ ) der Patienten männlich. Das Geschlechterverhältnis war unabhängig von der Reanimationsgruppe (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest:  $p = 0,788$ ).

Patienten der „Load-and-Go“-Gruppe waren im Durchschnitt  $72,4 \pm 11,4$  Jahre alt, Patienten der „Stay-and-Treat“-Gruppe  $72,2 \pm 13,3$  Jahre alt. Das Alter bei Herz-Lungen-Wiederbelebung unterschied sich nicht zwischen den beiden Reanimationsgruppen (t-Test:  $p = 0,929$ ).

#### 3.1.2 Charakterisierung der Studiengruppen

Die Verteilung der Ursachen des Herz-Kreislauf-Stillstandes unterschied sich nicht zwischen den beiden Organisationsformen. In der „Load-and-Go“-Gruppe wurde in 53,9 % ( $n = 90$ ) der Fälle eine kardiovaskuläre Ursache für den Herz-Kreislauf-Stillstand festgestellt, in der „Stay-and-Treat“-Gruppe waren es 49,5 % ( $n = 45$ ) (Abb. 3).

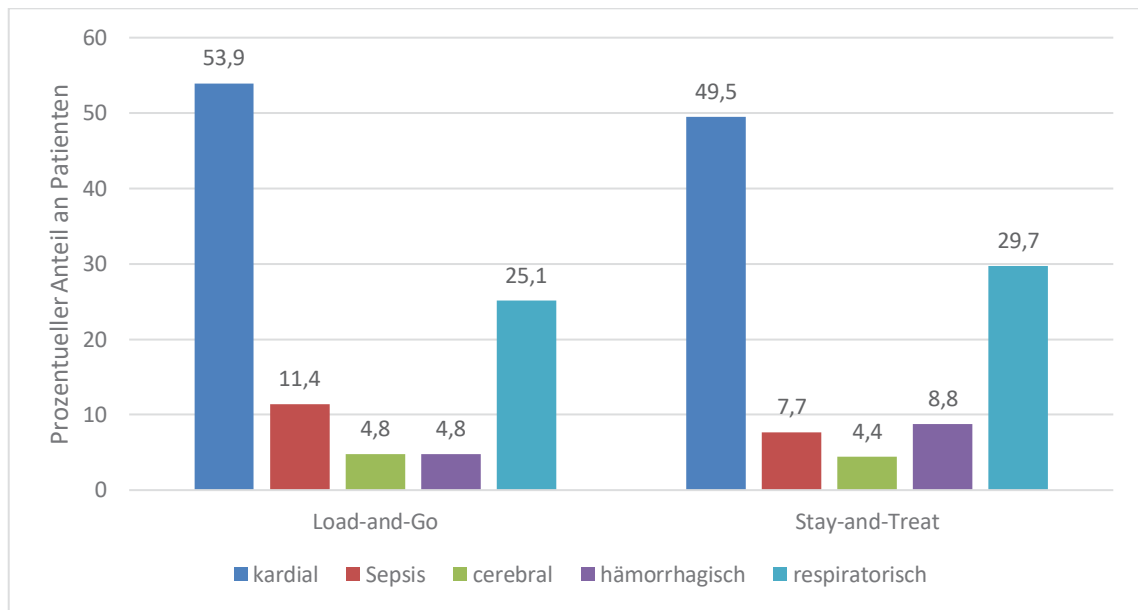


Abb. 3: Balkendiagramm zur Darstellung der Reanimationsursache in Abhängigkeit von der Reanimationsgruppe.

Die Durchschnittswerte der glomerulären Filtrationsrate, des C-reaktiven Proteins, des Procalcitonins, des Phosphats, des Hämoglobins, des Troponin T und der D-Dimere unterschieden sich nicht in den beiden Reanimationsgruppen (Tabelle 2).

Parameter	Load and Go (n = 167)	Stay and Treat (n = 91)	p-Wert
pAVK	13,8 %	11,0 %	0,565
Diabetes mellitus	75,4 %	75,8 %	1,000
Hypertonie	77,2 %	86,8 %	0,071
Glomeruläre Filtrationsrate nach CKD-EPI-Formel (ml/min)	45,2 ± 29	47,4 ± 29,2	0,652
C-reaktives Protein (mg/dl)	7,8 ± 10	7,5 ± 7,3	0,831
Procalcitonin (ng/l)	2,4 ± 4,6	3,8 ± 14,1	0,396
Phosphat (mmol/l)	1,9 ± 0,9	2 ± 0,9	0,726
Hämoglobin (g/dl)	10,1 ± 2,8	10,7 ± 2,4	0,218
Troponin T high sensitive (ng/l)	328,8 ± 824,8	593,1 ± 1723,7	0,203
D-Dimere (U/l)	563,3 ± 4042,9	26,5 ± 22,2	0,556

Tabelle 2: Prozentanteile und Durchschnittswerte (Mittelwerte ± Standardabweichungen) der pAVK, Diabetes mellitus, Hypertonie, glomerulären Filtrationsrate, des C-reaktiven Proteins, des Procalcitonins, des Phosphats, des Hämoglobins, des Troponin T und der D-Dimere in den beiden Reanimationsgruppen. Die p-Werte wurden mit Chi-Quadrat-Tests oder t-Tests ermittelt.

### 3.1.3 Therapeutische Unterschiede zwischen den Studiengruppen

Der Anteil der Reanimationen, die außerhalb der Kernarbeitszeit stattfanden, unterschied sich nicht zwischen der „Load-and-Go“-Gruppe (n = 76 von 167, 46 %) und der „Stay-and-Treat“-Gruppe (n = 35 von 91, 39 %) (Abb. 4) (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest: p = 0,295).

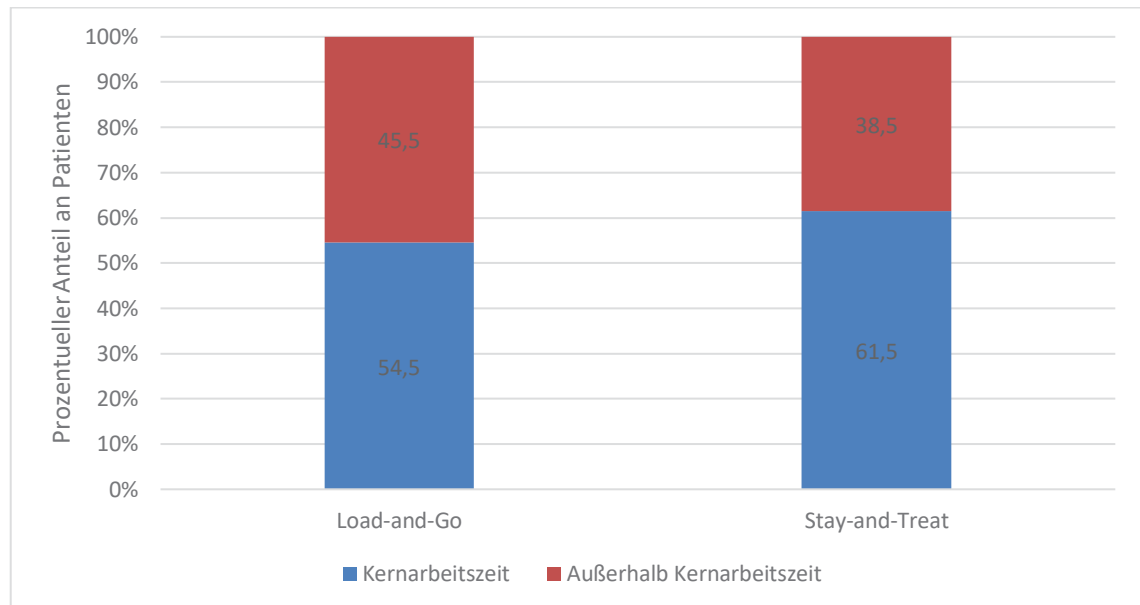


Abb. 4: Balkendiagramm zur Darstellung des Auftretens eines innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstands in Abhängigkeit von den Dienstzeiten

Die Verteilung der Reanimationen zwischen den klinischen Abteilungen entsprach der Verteilung der Größe und Bettenanzahl der Abteilungen (Abb. 5).

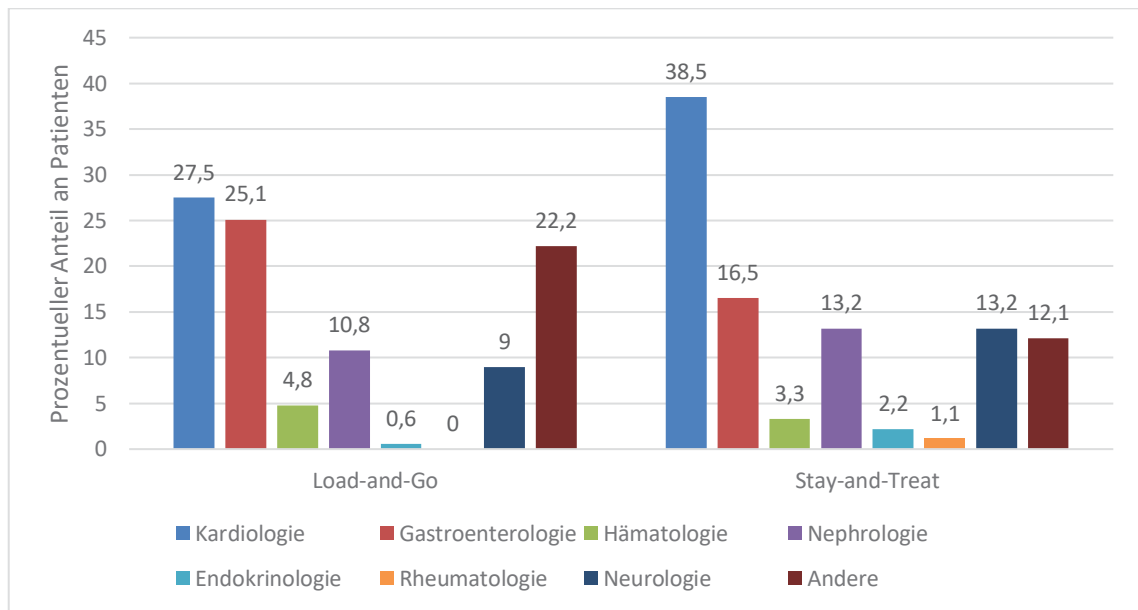


Abb. 5: Balkendiagramm zur Darstellung der klinischen Abteilung, in welcher der Notfall vorlag, in Abhängigkeit von der Reanimationsgruppe.

Der Anteil der Patienten, bei denen ein defibrillierbarer Primärrhythmus detektiert wurde, unterschied sich nicht zwischen der „Load-and-Go“-Gruppe (n = 26 von 167; 15,6 %) und der „Stay-and-Treat“-Gruppe (n = 11 von 91; 12,1 %) (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest:  $p = 0,445$ ; Abb. 6).

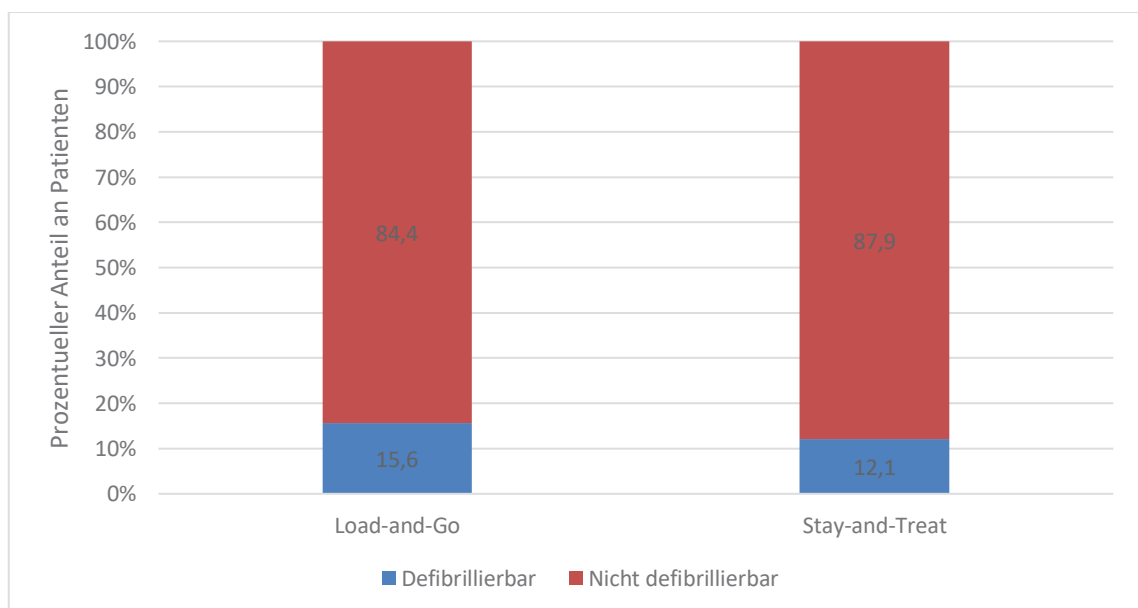


Abb. 6: Balkendiagramm zur Darstellung des Initialrhythmus in Abhängigkeit von der Reanimationsgruppe.

Die beiden Organisationsformen unterschieden sich nicht im ersten Laktatwert ( $10,3 \pm 5,4$  mmol/l in der „Load-and-Go“-Gruppe und  $9,4 \pm 7,7$  mmol/l in der „Stay-and-Treat“-Gruppe,  $p = 0,478$ ; Abb. 7).

Der erste pH-Wert betrug in der „Load-and-Go“-Gruppe durchschnittlich  $7,1 \pm 0,2$  und in der „Stay-and-Treat“-Gruppe durchschnittlich  $7,2 \pm 0,2$  mmol/l (t-Test:  $p = 0,004$ ; Abb. 8).

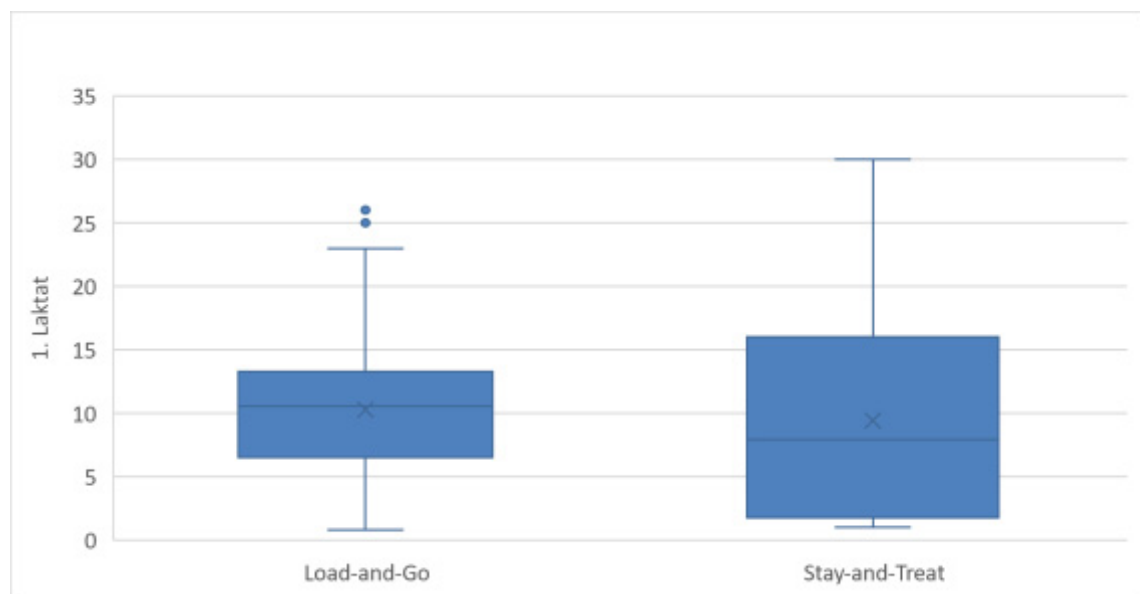


Abb. 7: Boxplot zum Vergleich des ersten Laktatwertes zwischen den beiden Reanimationsgruppen. Die Balken in der Mitte repräsentieren die Mediane, die Boxen die Interquartilsbereiche und die Länge der Whisker betragen maximal das 1,5-Fache des Interquartilsbereichs. Die Kreise symbolisieren Ausreißer.



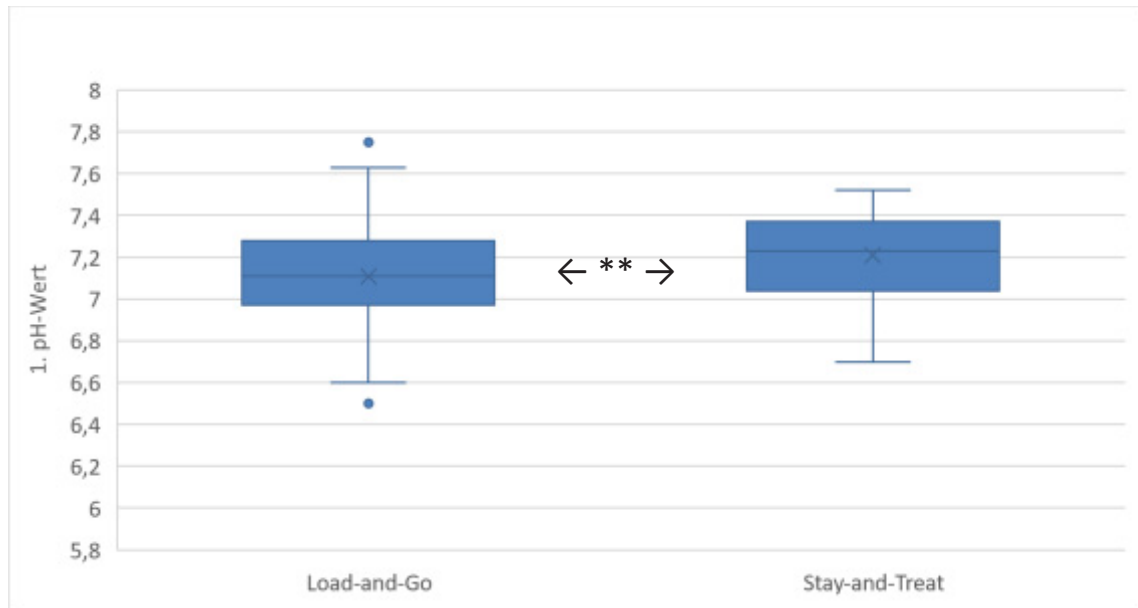


Abb. 8: Boxplot zum Vergleich des ersten pH-Wertes zwischen den beiden Reanimationsgruppen.

### 3.2 ROSC

Der Anteil der Patienten, die einen Spontankreislauf nach Reanimation erreichten, unterschied sich nicht zwischen der „Load-and-Go“-Gruppe (n = 120, 71,9 % der Patienten) und der „Stay-and-Treat“-Gruppe (n = 73, 80,2 % der Patienten) (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest:  $p = 0,136$ ; Abb. 9).

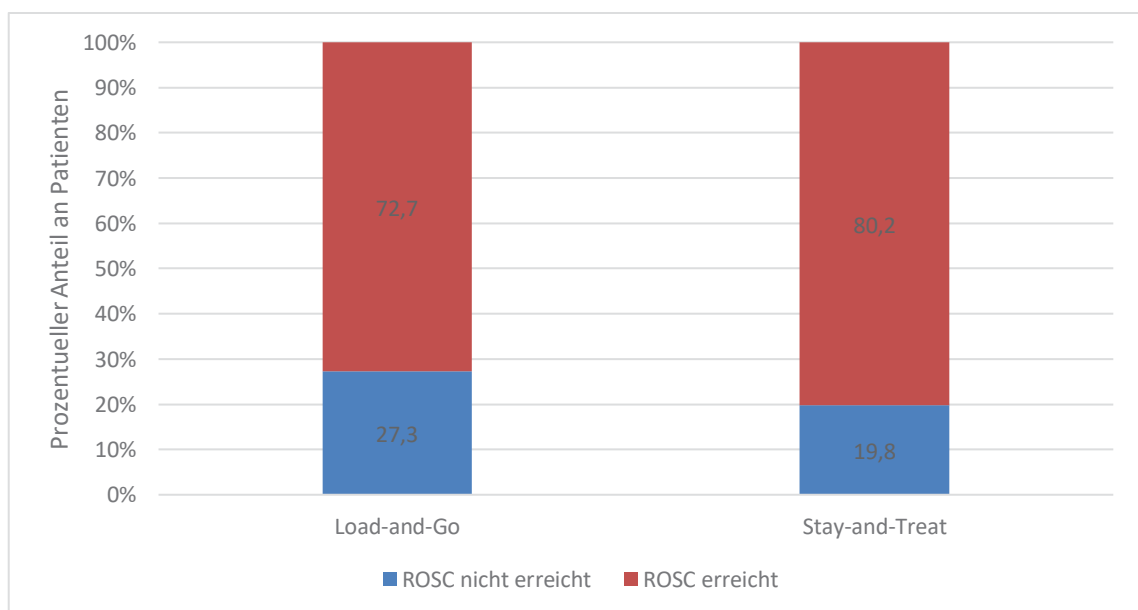


Abb. 9: Balkendiagramm zur Darstellung des Erreichens eines Spontankreislaufs nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand in Abhängigkeit von der Reanimationsgruppe.

In der „Load-and-Go“-Gruppe verstrichen im Durchschnitt  $22,5 \pm 18,0$  Minuten, bis die Patienten einen Spontankreislauf erreichten, in der „Stay-and-Treat“-Gruppe waren es durchschnittlich  $18,4 \pm 19,5$  Minuten (Abb. 10). Der Unterschied war statistisch signifikant (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,029$ ).

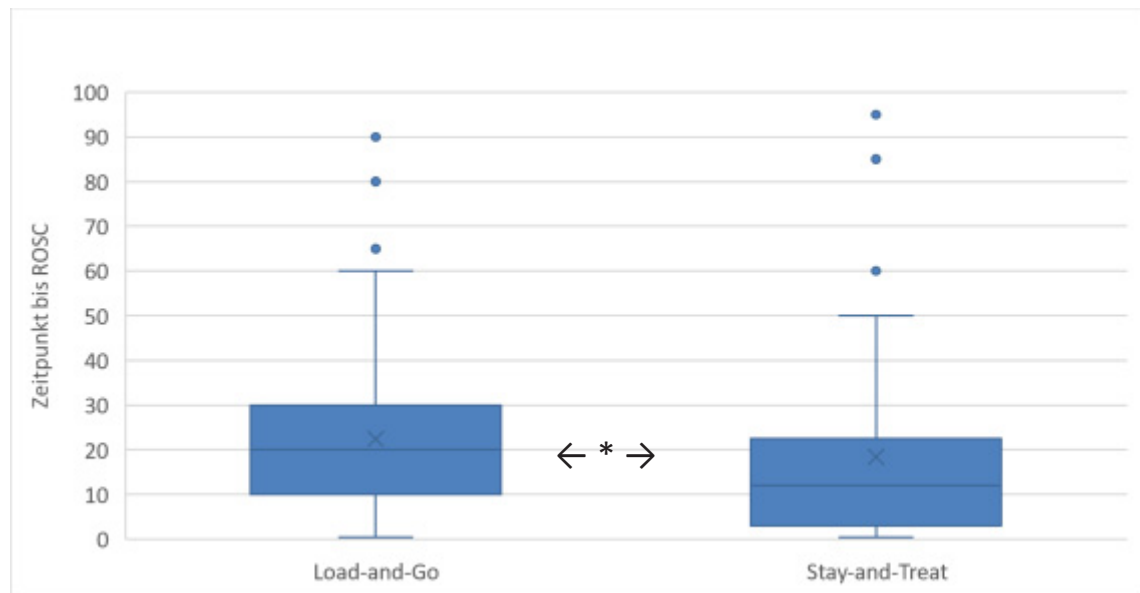


Abb. 10: Boxplot zum Vergleich verstrichener Minuten bis zum Erreichen eines Spontankreislaufs zwischen den beiden Reanimationsgruppen. Die Balken in der Mitte repräsentieren die Mediane, die Boxen die Interquartilsbereiche und die Länge der Whisker betragen maximal das 1,5-Fache des Interquartilsbereichs. Die Kreise symbolisieren Ausreißer.

Der Anteil der Patienten, die einen Spontankreislauf nach Reanimation erreichten, unterschied sich nicht von den Reanimationen innerhalb der Kernarbeitszeit ( $n = 116$ , 79 %) und den Reanimationen außerhalb der Kernarbeitszeit ( $n = 77$ , 69,4 %) (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest:  $p = 0,217$ ; Abb. 11).

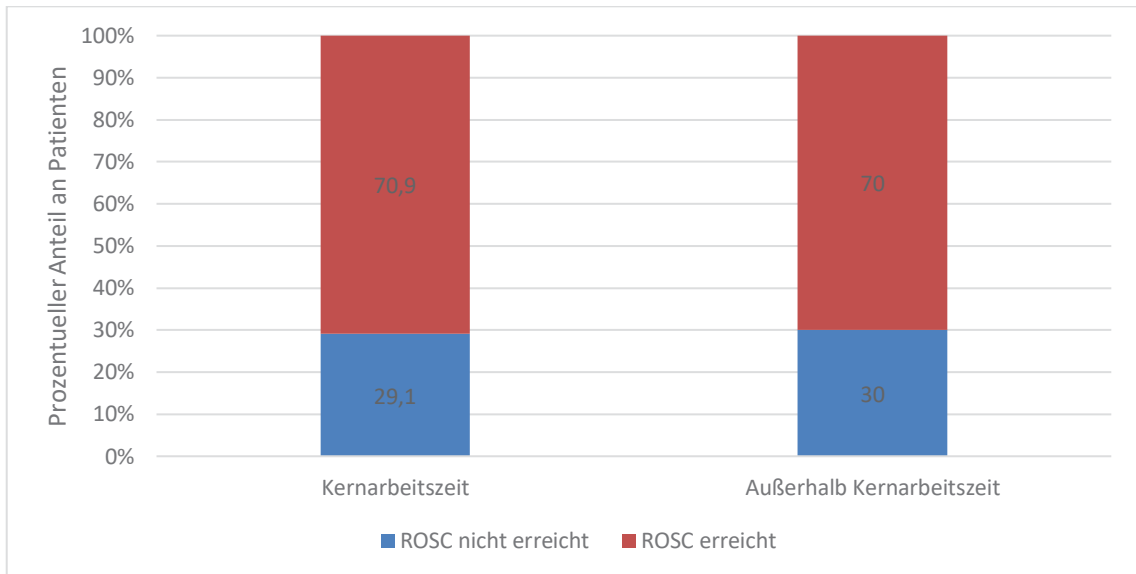


Abb. 11: Balkendiagramm zur Darstellung des Erreichens eines Spontankreislaufs nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand in Abhängigkeit von der Dienstzeit.

### 3.3 Mortalität

Die 30-Tage-Mortalität unterschied sich nicht zwischen der „Load-and-Go“-Gruppe (n = 119 von 167 Patienten, 71,3 %) und der „Stay-and-Treat“-Gruppe (n = 63 von 91 Patienten, 69,2 %) (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest:  $p = 0,936$ ; Abb. 12).

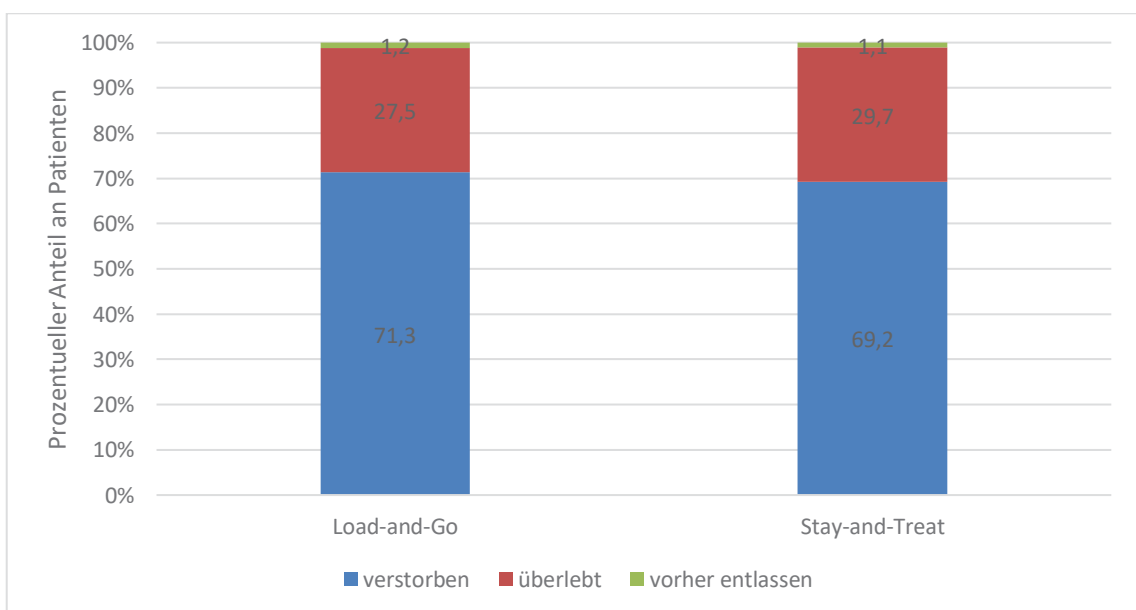


Abb. 12: Balkendiagramm zur Darstellung der 30-Tage-Mortalität in Abhängigkeit von der Reanimationsgruppe.

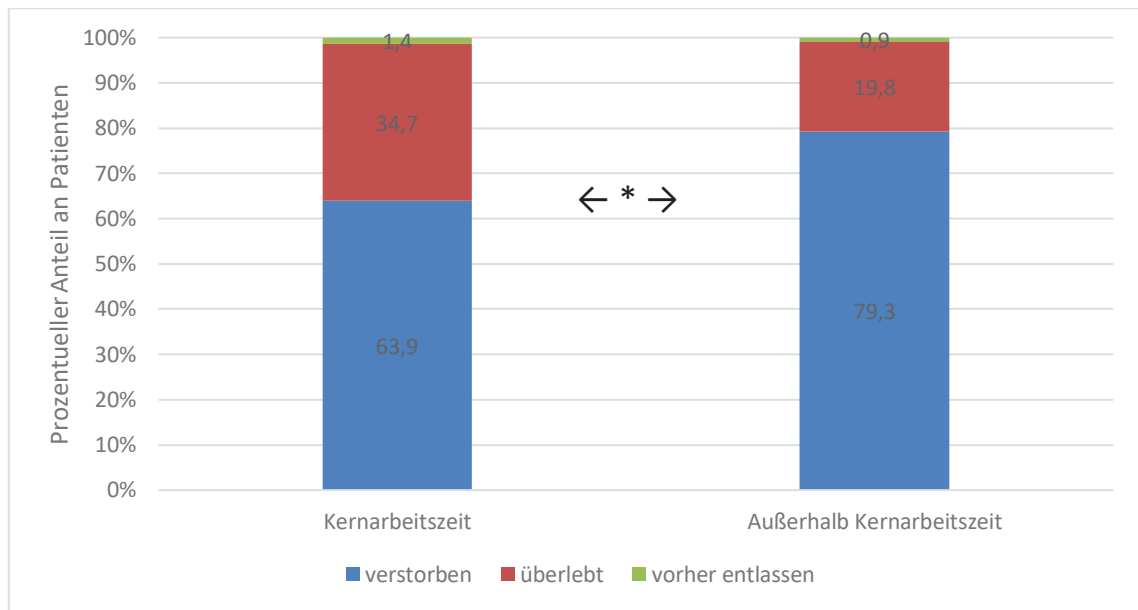


Abb. 13: Balkendiagramm zum Vergleich der 30-Tage-Mortalität von innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillständen innerhalb der Kernarbeitszeit und außerhalb der Kernarbeitszeit.

Von den Patienten, die während der Kernarbeitszeit einen Herz-Kreislauf-Stillstand erlitten hatten, verstarben 63,9 % ( $n = 94$ ) innerhalb der ersten 30 Tage nach der Herz-Lungen-Wiederbelebung, während von den Patienten, die außerhalb der Kernarbeitszeit einen Herz-Kreislauf-Stillstand erlitten hatten, 79,3 % ( $n = 88$ ) innerhalb der ersten 30 Tage verstarben (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest:  $p = 0,028$ ; Abb. 13).

Wurde diese Analyse für beide Reanimationsgruppen getrennt durchgeführt, so ergab sich kein Unterschied in der Mortalität zwischen den Dienstzeiten: In der „Load-and-Go“-Gruppe verstarben 64,8 % ( $n = 59$ ) während der Kernarbeitszeit reanimierten Patienten und 78,9 % ( $n = 60$ ) außerhalb der Kernarbeitszeit reanimierten Patienten (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest:  $p = 0,119$ ; Abb. 14). In der „Stay-and-Treat“-Gruppe verstarben 62,5 % ( $n = 35$ ) der während der Kernarbeitszeit reanimierten Patienten und 80,0 % ( $n = 28$ ) der außerhalb der Kernarbeitszeit reanimierten Patienten (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest:  $p = 0,185$ ; Abb. 15).

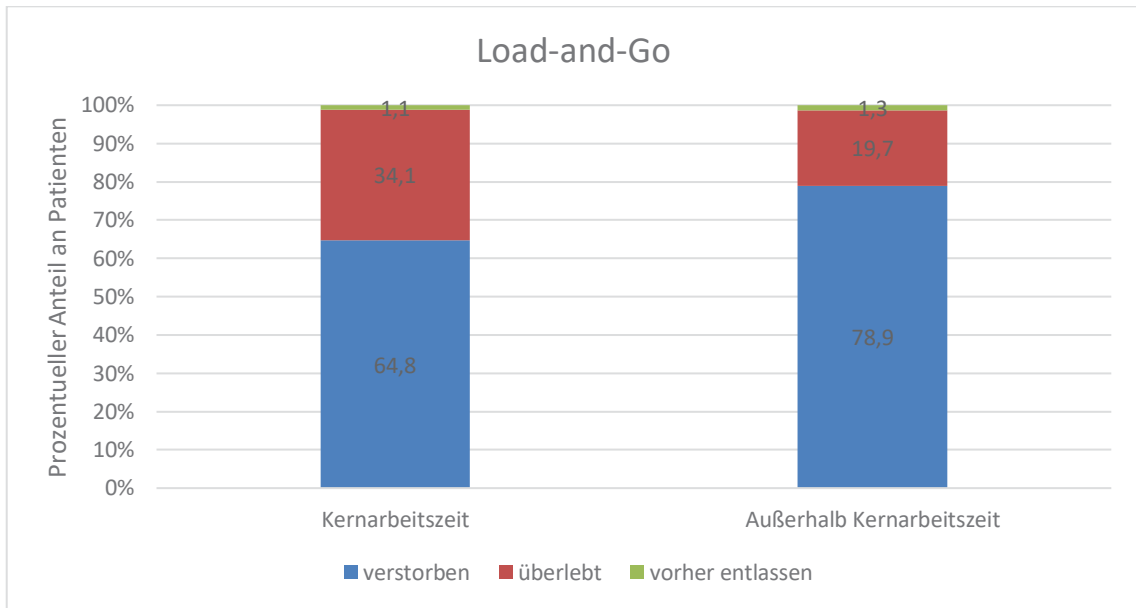


Abb. 14: Balkendiagramm zur Darstellung der 30-Tage-Mortalität in Abhängigkeit von der Dienstzeit in der „Load-and-Go“-Gruppe.

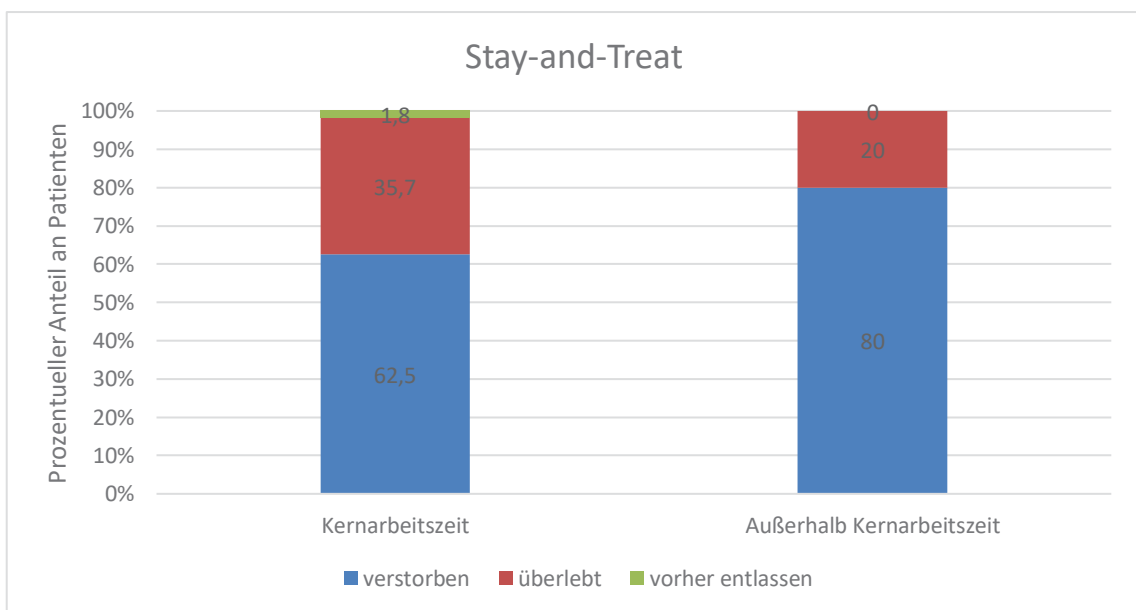


Abb. 15: Balkendiagramm zur Darstellung der 30-Tage-Mortalität in Abhängigkeit von der Dienstzeit in der „Stay-and-Treat“-Gruppe.

### 3.4 Aufenthaltsdauer Intensivstation

In der „Load-and-Go“-Gruppe wurden alle Patienten ( $n = 167$ ; 100 %) auf eine der beiden Intensivstationen aufgenommen, während in der „Stay-and-Treat“-Gruppe nur 83,5 % der Patienten ( $n = 76$ ) auf die Intensivstation verlegt wurden (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest:  $p < 0,001$ ; Abb. 16).

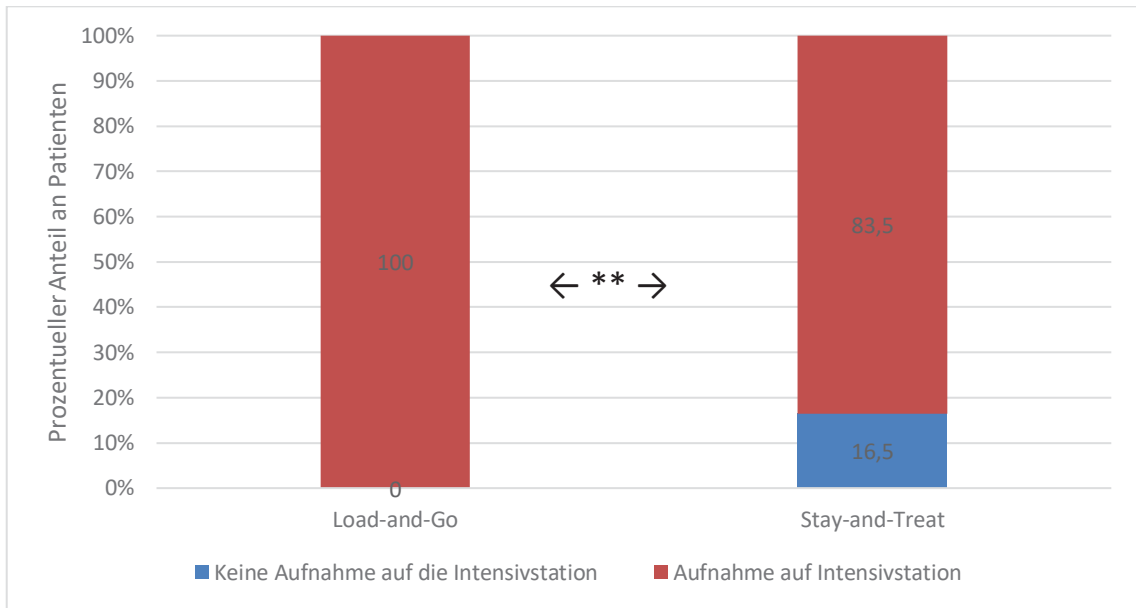


Abb. 16: Balkendiagramm zur Darstellung der Aufnahme in die Intensivstation in Abhängigkeit von der Reanimationsgruppe.

Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer in der Intensivstation betrug  $5,9 \pm 12,9$  Tage in der „Load-and-Go“-Gruppe und  $3,1 \pm 4,1$  Tage in der „Stay-and-Treat“-Gruppe (Abb. 17). Im Durchschnitt blieben Patienten der „Load-and-Go“-Gruppe 2,9 Tage länger auf der Intensivstation als Patienten der „Stay-and-Treat“-Gruppe ( $p = 0,041$ ).

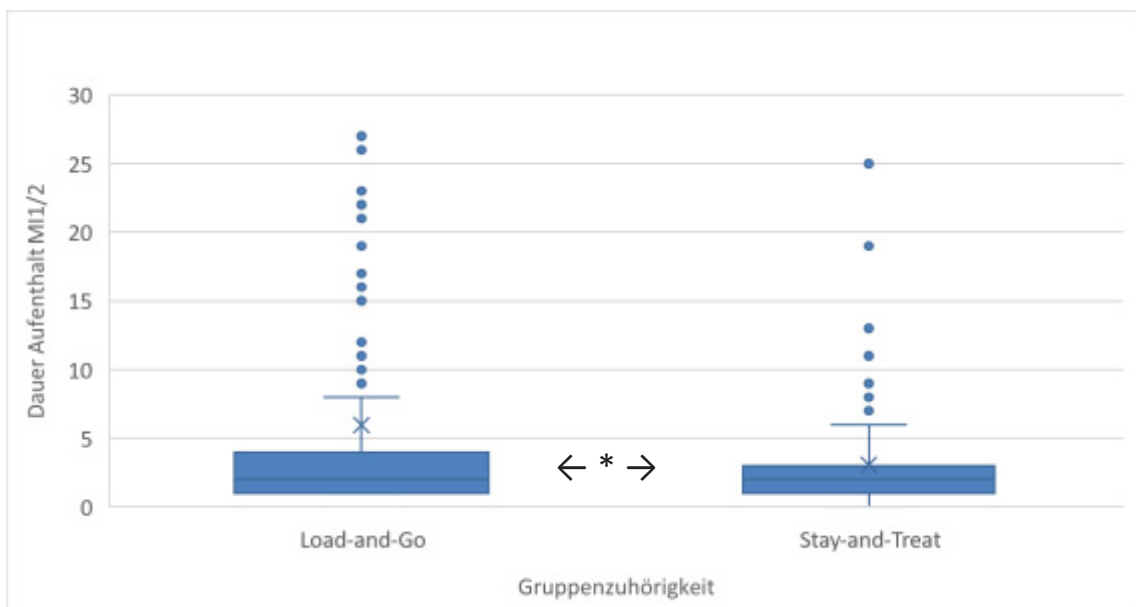


Abb. 17: Boxplot zum Vergleich der Liegedauer in Tagen auf der Intensivstation zwischen den beiden Reanimationsgruppen. Die Balken in der Mitte repräsentieren die Mediane, die Boxen die Interquartilsbereiche und die Länge der Whisker betragen maximal das 1,5-Fache des Interquartilsbereichs. Die Kreise symbolisieren Ausreißer.

### 3.5 Neurologischer Outcome

Die beiden Organisationsformen unterschieden sich nicht im neurologischen Outcome.

Von den Patienten der „Load-and-Go“-Gruppe zeigten 24 % (n = 40) ein positives neurologisches Ergebnis (CPC = 1 oder CPC = 2), während von den Patienten der „Stay-and-Treat“-Gruppe 29,7 % (n = 27) ein positives neurologisches Ergebnis aufwiesen (Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest: p = 0,380; Abb. 18).

Die neuronenspezifische Enolase (NSE) betrug nach 24 h in der „Load-and-Go“-Gruppe  $62,6 \pm 74,6 \mu\text{g/l}$  und in der „Stay-and-Treat“-Gruppe  $42,0 \pm 38,1 \mu\text{g/l}$  (t-Test: p = 0,130; Abb. 19).

Der Spitzenwert der neuronenspezifischen Enolase betrug in der „Load-and-Go“-Gruppe  $105,1 \pm 113,8 \mu\text{g/l}$  und in der „Stay-and-Treat“-Gruppe  $120,6 \pm 122,5 \mu\text{g/l}$  (t-Test: p = 0,630; Abb. 19).

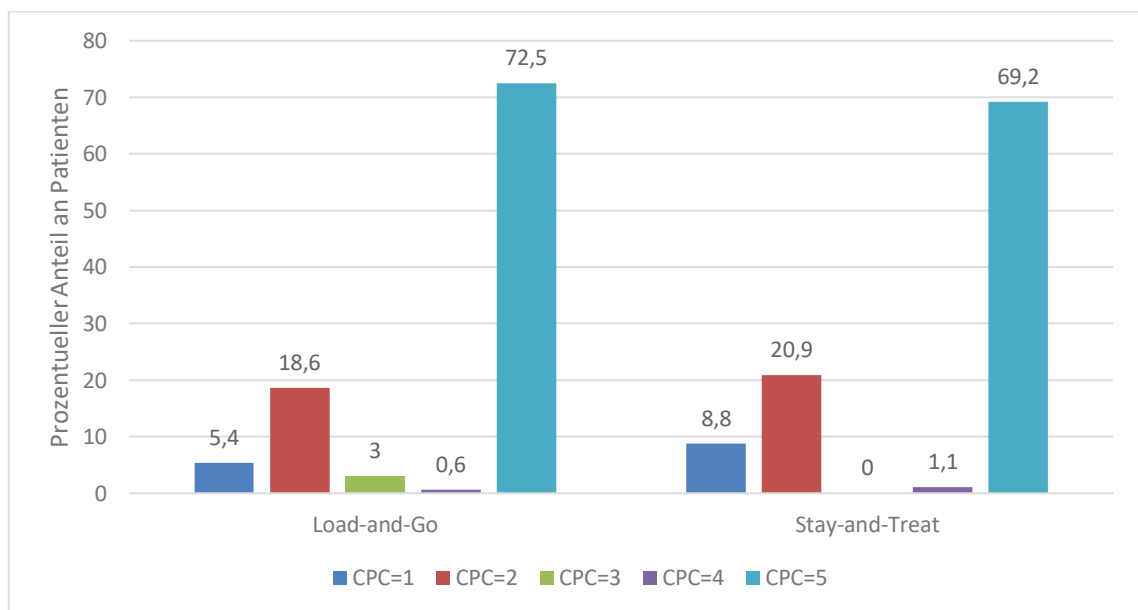


Abb. 18: Balkendiagramm zur Darstellung der Cerebral Performance Categories in Abhängigkeit von der Reanimationsgruppe.

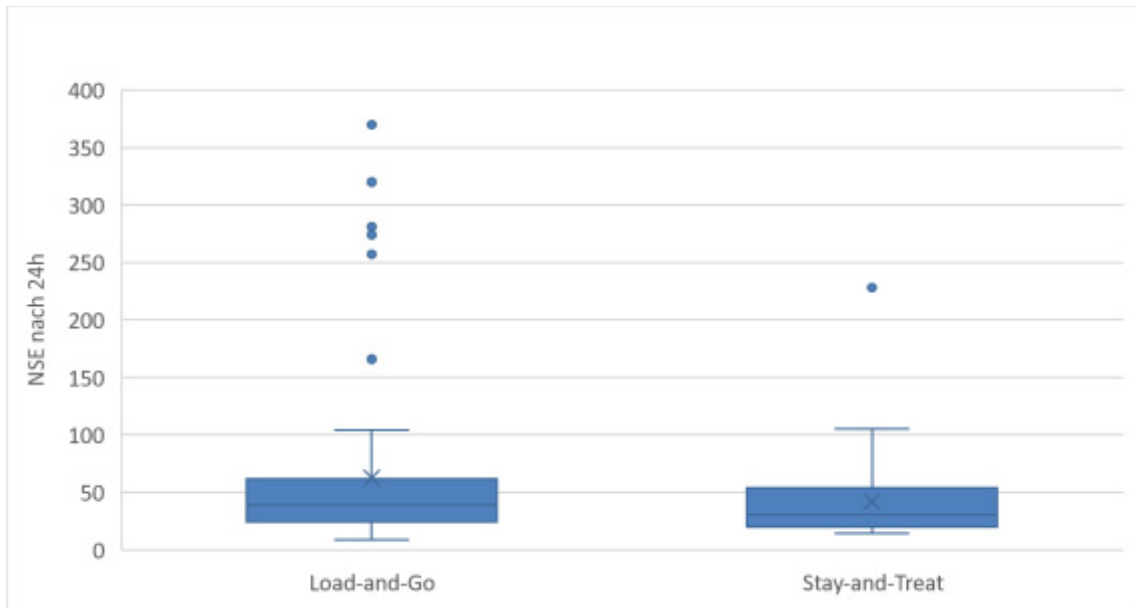


Abb. 19: Boxplot zum Vergleich der neuronenspezifischen Enolase (NSE) nach 24 Stunden zwischen den beiden Reanimationsgruppen. Die Balken in der Mitte repräsentieren die Mediane, die Boxen die Interquartilsbereiche und die Länge der Whisker betragen maximal das 1,5-Fache des Interquartilsbereichs. Die Kreise symbolisieren Ausreißer.

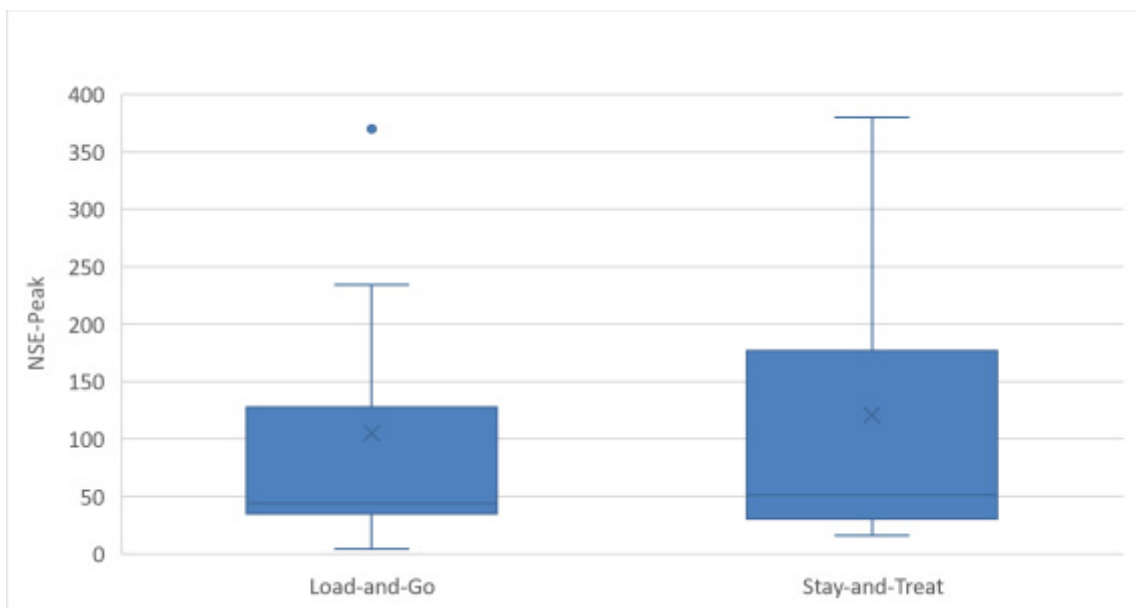


Abb. 20: Boxplot zum Vergleich der Spitzenwerte der neuronenspezifischen Enolase (NSE) nach 24 Stunden zwischen den beiden Reanimationsgruppen. Die Balken in der Mitte repräsentieren die Mediane, die Boxen die Interquartilsbereiche und die Länge der Whisker betragen maximal das 1,5-Fache des Interquartilsbereichs. Die Kreise symbolisieren Ausreißer.



## 4 Diskussion

### 4.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Das Ziel dieser Dissertation war ein retrospektiver Vergleich der beiden Reanimationsorganisationsformen „Load and Go“ und „Stay and Treat“ hinsichtlich des Outcomes der Patienten, der Durchführbarkeit und des Ressourcenverbrauchs.

Dazu wurden fünf Forschungsfragen formuliert, die im Folgenden beantwortet und im Kontext der aktuellen Literatur diskutiert werden sollen.

1) Gab es einen Unterschied im Anteil an jenen Patienten, die nach kardiopulmonaler Reanimation einen Spontankreislauf erreichten?

In der vorliegenden Studie gab es keinen Unterschied im Erreichen eines Spontankreislaufes zwischen den beiden Organisationsformen.

Der Anteil an Patienten, die nach einem innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand wiederbelebt werden konnten, ist mit 70–80 % im Vergleich zur Literatur sehr hoch. Eine rezente Studie, die hinsichtlich des Beobachtungszeitraums und der Fragestellung der vorliegenden Dissertation sehr ähnlich ist, verwendete das schwedische kardiopulmonale Wiederbelebungsregister für den Zugriff auf alle gemeldeten Fälle von IHCA im Danderyd-Krankenhaus von 2012 bis 2017 (Widestedt et al., 2018). Dabei wurden die Rückkehr zum Spontankreislauf (ROSC), die Entlassung, die 30-Tage-Mortalität und der Cerebral Performance Scales Score (CPC) analysiert. 574 Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand wurden in die Studie eingeschlossen: 307 Patienten (54 %) erreichten einen ROSC, 195 Patienten (34 %) konnten aus dem Krankenhaus entlassen werden und 191 Patienten (33 %) waren am Tag 30 nach Herz-Kreislauf-Stillstand noch am Leben (Widestedt et al., 2018). Im Vergleich zu dieser schwedischen Studie, in der nur 54 % der Patienten einen Spontankreislauf erreichten, war ein Wert von 70–80 % in der vorliegenden Studie sehr hoch.

In der „Stay-and-Treat“-Gruppe erzielten die Patienten einen schnelleren ROSC. Ursache war am ehesten die frühere Eskalation der CPR-Maßnahmen in Richtung eines vollständigen ACLS-Algorithmus auf der Normalstation vor dem Transport auf die Intensivstation. Dieser Effekt verbesserte die Prognose jedoch nicht.

## 2) Gab es einen Unterschied in der Mortalität zwischen den beiden Verfahren?

In der „Load-and-Go“-Gruppe sind 71,3 % der Patienten innerhalb der ersten 30 Tage nach dem Herz-Kreislauf-Stillstand verstorben, in der „Stay-and-Treat“-Gruppe waren es 69,2 %. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant.

Diese Mortalitätsrate ist vergleichbar zu der aus der oben erwähnte schwedische Studie (Widestedt et al., 2018).

In einer früheren Studie am Danderyd-Krankenhaus aus den späten 1980er-Jahren wurde festgestellt, dass nur neun von 61 IHCA-Patienten entlassen wurden (15 %) (Jakobsson et al., 1990). Die in der vorliegenden Studie beobachtete Überlebensrate ist vergleichbar mit einer in Irland im Jahr 2011 durchgeführten Studie, bei der eine Überlebensrate von 27 % von IHCA festgestellt wurde (O'Sullivan & Deasy, 2016). Die durchschnittliche Überlebensrate in der hier präsentierten Studie ist ebenfalls vergleichbar mit der Überlebensrate, die aus einer US-amerikanischen Erhebung über IHCA an 838.465 Patienten im Zeitraum zwischen 2003 und 2011 ermittelt wurde (Kolte et al., 2015). Bei diesen Patienten mit IHCA wurde eine Gesamtüberlebensrate von 24,7 % festgestellt (Kolte et al., 2015). Eine zwischen 2009 und 2011 in Finnland durchgeführte Studie, bei der 279 erwachsene IHCA-Patienten analysiert wurden, ergab eine 180-tägige Überlebensrate von 19 % (Tirkkonen et al., 2016). Eine Studie aus China ergab eine niedrige Überlebensrate, bei der nur 9,1 % der IHCA-Patienten lebend entlassen wurden (Shao et al., 2016). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen jedoch auch mit früheren Studien aus Schweden überein. Herlitz und Kollegen fanden eine Überlebensrate von 43 % für Herzinsuffizienzpatienten, die einen Herz-Kreislauf-Stillstand in Stationen mit Überwachungseinrichtungen hatten, und eine Überlebensrate von 31 % bei Patienten mit Herzstillstand in allgemeinen Stationen (Herlitz et al., 2001; Herlitz et al., 2005). In Summe liegt die Überlebensrate also zwischen 25–30 %.

## 3) Gab es einen Unterschied in der Aufnahme und in der Liegedauer auf der Intensivstation zwischen den beiden Verfahren?

In der „Load-and-Go“-Gruppe wurden alle Patienten auf eine der beiden Intensivstationen aufgenommen, während in der „Stay-and-Treat“-Gruppe nur 83,5 % der Patienten auf die Intensivstation verlegt wurden. Die Beendigung der Reanimationsmaßnahmen auf der Normalstation in Fällen einer infausten Prognose, wie

sie in der zweiten Organisationsform in 16,5 % der Fälle durchgeführt wurde, kann eine Aufnahme auf Intensivstation überflüssig machen und die Intensivstation entlasten.

In der Literatur finden sich wenige präzise Angaben zur Liegedauer nach kardiopulmonaler Reanimation. Für Patienten mit außerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand wurden in Abhängigkeit davon, ob durch zufällig anwesende Personen Reanimationsmaßnahmen gesetzt wurden, Aufenthaltsdauern zwischen 13 Tagen (nach Defibrillation durch einen zufällig Anwesenden), 16 Tagen (nach Reanimation durch einen medizinischen Laien) und 20 Tagen (ohne Reanimation von medizinischen Laien) berichtet (Riddersholm et al., 2017). Für Patienten mit einem innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand, welche diesen nach CPR-Maßnahmen überlebten, wurden eine durchschnittliche Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation von  $15,8 \pm 12,3$  Tagen und eine durchschnittliche stationäre Versorgungsdauer von  $39,7 \pm 33,4$  Tagen berichtet (Liu et al., 2011).

#### 4) Gab es einen Unterschied im neurologischen Outcome zwischen den beiden Verfahren?

Nach 24 Stunden konnten von 65 der 167 Patienten (38,9 %) der „Load-and-Go“-Gruppe und von 35 der 91 Patienten (38,5 %) der „Stay-and-Treat“-Gruppe neurologische Ergebnisse erhalten werden. Die neuronenspezifische Enolase (NSE) betrug nach 24 h in der „Load-and-Go“-Gruppe  $62,6 \pm 74,6$  µg/l und in der „Stay-and-Treat“-Gruppe  $42,0 \pm 38,1$  µg/l. Der Spitzenwert der neuronenspezifischen Enolase betrug in der „Load-and-Go“-Gruppe  $105,1 \pm 113,8$  µg/l und in der „Stay-and-Treat“-Gruppe  $120,6 \pm 122,5$  µg/l. Von den Patienten der „Load-and-Go“-Gruppe zeigten 24 % ein positives neurologisches Ergebnis (CPC = 1 oder CPC = 2), während von den Patienten der „Stay-and-Treat“-Gruppe 29,7 % ein positives neurologisches Ergebnis aufwiesen.

Ein innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand ist für die Familie des Patienten und die behandelnden Ärzte meist ein einschneidendes Erlebnis. Eine genaue Beurteilung der neurologischen Prognose kann für die Mitteilung von Erwartungen hilfreich sein und sicherstellen, dass die Behandlungsintensität mit den Präferenzen des Patienten oder den Voranweisungen des Patienten übereinstimmt. Es ist jedoch ebenso wichtig, sicherzustellen, dass der Abbruch der Behandlung nicht vorzeitig erfolgt, bevor sich die Patienten möglicherweise erholt haben. Daher sollte bei der neurologischen Beurteilung eine Kombination von Kriterien anstelle eines einzelnen Kriteriums verwendet werden

und die Prognose immer dann verschoben werden, wenn noch Unsicherheit besteht (Girotra et al., 2015). In dieser Studie wurden sowohl die CPC-Skala als auch die Werte für die neuronenspezifische Enolase zur neurologischen Prognose herangezogen.

Eine schwedische Studie an 11.396 Patienten, die nach einem innerklinischen Herzstillstand reanimiert wurden, fand heraus, dass bei den Überlebenden ein positiver neurologischer Outcome (CPC = 1 oder CPC = 2) in 88–92 % (altersabhängig) der Patienten beobachtet werden konnte (Hirlekar et al., 2017). In unserer Studie überlebten 76 der 258 Patienten die ersten 30 Tage nach dem Herz-Kreislauf-Stillstand (29,5 %) und davon hatten 67 Patienten (88,2 %) einen neurologischen Wert von CPC = 1 oder CPC = 2. Der Wert aus unserer Studienpopulation liegt also im Bereich einer 40 Mal größeren, aktuellen Studie und unterstreicht die Repräsentativität unserer Ergebnisse.

##### 5) Beeinflusste der Zeitpunkt des innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstandes den Ausgang der kardiopulmonalen Reanimation?

Die vorliegende Studie ergab, dass die 30-Tage-Mortalität außerhalb der Kernarbeitszeit, also nachts und an Wochenenden, signifikant höher war. Auch, wenn in der vorliegenden Studie keine Daten bezüglich der Latenz des Eintretens des mutmaßlichen Herz-Kreislauf-Stillstandes und des Entdeckens des Herz-Kreislauf-Stillstandes erfasst wurden, ist diese Latenz außerhalb der Kernarbeitszeit wahrscheinlich länger (geringerer Personalschlüssel, weniger Besucheraufkommen).

Eine US-amerikanische Studie an 86.748 konsekutiven innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillständen bei Erwachsenen aus 507 Krankenhäusern fand heraus, dass die Überlebensraten (14,7 % gegenüber 19,8 %), die Rückkehr zur spontanen Zirkulation für länger als 20 Minuten (44,7 % gegenüber 51,1 %), das Überleben nach 24 Stunden (28,9 % versus 35,4 %) und günstige neurologische Ergebnisse (11,0 % gegenüber 15,2 %) während der Nacht im Vergleich zum Tag wesentlich und statistisch hochsignifikant niedriger waren (Peberdy et al., 2008). Unter den Herz-Kreislauf-Stillständen im Krankenhaus, die während der Tages- und Abendstunden auftraten, war die Überlebensrate an Wochentagen höher (20,6 %) als an den Wochenenden (17,4 %) (Peberdy et al., 2008).

Fazit: Die Überlebensraten nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand im Krankenhaus sind in den Nächten und am Wochenende niedriger.

## 4.2 Stärken und Schwächen der Studie

Zu den Stärken dieser Studie zählen die hohe Fallzahl von insgesamt 258 Patienten, der lange Beobachtungszeitraum von sechs Jahren und die präzise Erfassung anamnestischer, diagnostischer und therapeutischer Parameter der Studienpopulation. Auch die Erfassung der Ursachen des Herz-Kreislauf-Stillstands zählt zu den Stärken dieser Studie.

Zu den Schwächen der Studie zählt, dass die Daten nur an einer Klinik erhoben wurden und die Studie daher monozentrischen Charakter hat. Die unterschiedlich langen Beobachtungszeiträume und Fallzahlen der beiden Vergleichsgruppen („Load and Go“: vier Jahre und 167 Patienten entsprechend 64,7 % der Studienpopulation im Vergleich zu „Stay and Treat“: zwei Jahre und 91 Patienten entsprechend 35,3 % der Studienpopulation) zählen ebenfalls zu den Schwächen dieser Studie.

Letztlich weist der retrospektive Charakter der Studie einige erkenntnistheoretische Nachteile auf. Da diese Studie nicht interventionell war, kann sie der Generierung von Hypothesen dienen oder bereits bestehende Hypothesen mit Daten untermauern, aber keine tatsächlichen Kausalzusammenhänge liefern (Lukas-Nülle et al., 2007). Bei der Planung einer prospektiven Interventionsstudie können Störfaktoren in der Studienplanung berücksichtigt werden, die bei einer retrospektiven Auswertung von verfügbaren Daten nicht mehr berücksichtigt oder detektiert werden können.

## 4.3 Schlussfolgerung

In dieser Studie konnten keine Unterschiede in der Überlebensrate, in der Rückkehr zum Spontankreislauf und im neurologischen Outcome zwischen den beiden Organisationsformen „Stay and Treat“ und „Load and Go“ festgestellt werden. Sowohl die Überlebensraten und die Rückkehr zum Spontankreislauf als auch der neurologische Outcome lagen im Durchschnitt internationaler Studien mit teils Zehntausenden analysierten Patienten. Damit kann einerseits von einer Repräsentativität der Studienergebnisse und andererseits von einer funktionierenden Strategie zur Reanimation im innerklinischen Setting an der MNR Düsseldorf ausgegangen werden.

Die Beobachtung, dass es keine Unterschiede im Outcome zwischen den beiden Verfahren gab, kann möglicherweise dadurch erklärt werden, dass ein Basic Life Support und eine Frühdefibrillation am wichtigsten sind und diese beiden lebensrettenden Sofortmaßnahmen in beiden analysierten Verfahren gleich schnell angewendet wurden.

Der Advanced Cardiac Life Support, also die erweiterten Maßnahmen im Rahmen einer Reanimation, um einen Herz-Kreislauf-Stillstand zu beenden, wie sei bei „Stay and Treat“ angewendet werden, ist vielleicht nicht unbedingt mortalitätsentscheidend.

#### **4.4 Resümee**

Patienten, die nach einem innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand wiederbelebt werden, haben ein erhebliches Risiko für Mortalität und eventuelle bleibende neurologische Schäden. Diese Studie zeigte, dass die Überlebensraten nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand im Krankenhaus in den Nächten und am Wochenende geringer sind. Beide Organisationsformen zum IHCA waren hinsichtlich der Mortalität und des neurologischen Ergebnisses vergleichbar. Das „Stay-and-Treat“-Konzept kann Intensivkapazitäten entlasten.

## 5 Literaturverzeichnis

- Abrams H. C., McNally B., Ong M., Moyer P. H., Dyer K. S. (2013) A composite model of survival from out-of-hospital cardiac arrest using the Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival (CARES). *Resuscitation*. 84: 1093-1098.
- Allen C. J., Teisch L. F., Meizoso J. P., Ray J. J., Schulman C. I., Namias N., . . . Proctor K. G. (2015) Prehospital care and transportation of pediatric trauma patients. *J Surg Res*. 197: 240-246.
- Amer M. S., Abdel Rahman T. T., Aly W. W., Ahmad N. G. (2014) Cardiopulmonary resuscitation: outcome and its predictors among hospitalized elderly patients in Egypt. *Geriatr Gerontol Int*. 14: 309-314.
- Atwood C., Eisenberg M. S., Herlitz J., Rea T. D. (2005) Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. *Resuscitation*. 67: 75-80.
- Benjamin E. J., Blaha M. J., Chiuve S. E., Cushman M., Das S. R., Deo R., . . . Stroke Statistics Subcommittee. (2017) Heart Disease and Stroke Statistics-2017 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 135: e146-e603.
- Beuran M., Paun S., Gaspar B., Vartic N., Hostiuic S., Chiotoroiu A., Negoii I. (2012) Prehospital trauma care: a clinical review. *Chirurgia (Bucur)*. 107: 564-570.
- Bortz J. & Schuster C. (2010) Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. (Springer Verlag: Heidelberg, Berlin).
- Breckwoldt J., Schneider-Klimanek S., Fischer H. (2010) Organisation der innerklinischen Reanimation in peripheren Krankenhausbereich. *Notfall Rettungsmed*. 13: 754-761.
- Chan P. S., McNally B., Tang F., Kellermann A., Group Cares Surveillance. (2014) Recent trends in survival from out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Circulation*. 130: 1876-1882.
- Choi Y., Kwon I. H., Jeong J., Chung J., Roh Y. (2016) Incidence of Adult In-Hospital Cardiac Arrest Using National Representative Patient Sample in Korea. *Healthc Inform Res*. 22: 277-284.

- Deakin C. D., Nolan J. P., European Resuscitation Council. (2005) European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation*. 67 Suppl 1: S25-37.
- Fernandez Lozano I., Urkia C., Lopez Mesa J. B., Escudier J. M., Manrique I., de Lucas Garcia N., . . . Lopez de Sa E. (2016) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Key Points. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 69: 588-594.
- Field J. M., Hazinski M. F., Sayre M. R., Chameides L., Schexnayder S. M., Hemphill R., . . . Vanden Hoek T. L. (2010) Part 1: executive summary: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 122: S640-656.
- Flemming A. (2009) Notfallmedizinische Einsatztaktik - work and go. *Anästhesiologie und Intensivmedizin*: 237-244.
- Girotra S., Chan P. S., Bradley S. M. (2015) Post-resuscitation care following out-of-hospital and in-hospital cardiac arrest. *Heart*. 101: 1943-1949.
- Girotra S., Nallamothu B. K., Spertus J. A., Li Y., Krumholz H. M., Chan P. S., American Heart Association Get with the Guidelines-Resuscitation Investigators. (2012) Trends in survival after in-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 367: 1912-1920.
- Glover B. M., Brown S. P., Morrison L., Davis D., Kudenchuk P. J., Van Ottingham L., . . . Resuscitation Outcomes Consortium Investigators. (2012) Wide variability in drug use in out-of-hospital cardiac arrest: a report from the resuscitation outcomes consortium. *Resuscitation*. 83: 1324-1330.
- Gräsner J.T., Seewald S., Wnent J. (2014) Das Deutsche Reanimationsregister. *Aktuelles Wissen für Anästhesisten*. 40: 123-133.
- Hanche-Olsen T. & Nielsen E. W. (2002) High survival in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation--7 years' incidence according to the Utstein template in a small town in Northern Norway. *Eur J Emerg Med*. 9: 19-24.
- Handley A. J., Koster R., Monsieurs K., Perkins G. D., Davies S., Bossaert L., European Resuscitation Council. (2005) European Resuscitation Council guidelines for



- resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation*. 67 Suppl 1: S7-23.
- Haque A., Polcyn R., Matzelle D., Banik N. L. (2018) New Insights into the Role of Neuron-Specific Enolase in Neuro-Inflammation, Neurodegeneration, and Neuroprotection. *Brain Sci*. 8.
- Harms V. (2012) Medizinische Statistik. (Harms Verlag: Lindhöft).
- Herlitz J., Aune S., Bang A., Fredriksson M., Thoren A. B., Ekstrom L., Holmberg S. (2005) Very high survival among patients defibrillated at an early stage after in-hospital ventricular fibrillation on wards with and without monitoring facilities. *Resuscitation*. 66: 159-166.
- Herlitz J., Bang A., Aune S., Ekstrom L., Lundstrom G., Holmberg S. (2001) Characteristics and outcome among patients suffering in-hospital cardiac arrest in monitored and non-monitored areas. *Resuscitation*. 48: 125-135.
- Hirlekar G., Karlsson T., Aune S., Ravn-Fischer A., Albertsson P., Herlitz J., Libungan B. (2017) Survival and neurological outcome in the elderly after in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 118: 101-106.
- Hoejenbos M. J., McManus J., Hodgetts T. (2008) Is there one optimal medical treatment and evacuation chain for all situations: "scoop-and-run" or "stay-and-play". *Prehosp Disaster Med*. 23: s74-78.
- Hoesch R. E., Koenig M. A., Geocadin R. G. (2008) Coma after global ischemic brain injury: pathophysiology and emerging therapies. *Crit Care Clin*. 24: 25-44, vii-viii.
- Hsu C. H., Li J., Cinousis M. J., Sheak K. R., Gaieski D. F., Abella B. S., Leary M. (2014) Cerebral performance category at hospital discharge predicts long-term survival of cardiac arrest survivors receiving targeted temperature management\*. *Crit Care Med*. 42: 2575-2581.
- Isgro M. A., Bottoni P., Scatena R. (2015) Neuron-Specific Enolase as a Biomarker: Biochemical and Clinical Aspects. *Adv Exp Med Biol*. 867: 125-143.

- Jakobsson J., Dahlqvist M., Rehnqvist N. (1990) Resuscitation of hospitalized patients. *J Intern Med.* 227: 15-18.
- Kantamneni P., Emani V., Saini A., Rai H., Duggal A. (2014) Cardiopulmonary resuscitation in the hospitalized patient: impact of system-based variables on outcomes in cardiac arrest. *Am J Med Sci.* 348: 377-381.
- Kim T. H., Lee K., Shin S. D., Ro Y. S., Tanaka H., Yap S., . . . Leong B. (2017) Association of the Emergency Medical Services-Related Time Interval with Survival Outcomes of Out-of-Hospital Cardiac Arrest Cases in Four Asian Metropolitan Cities Using the Scoop-and-Run Emergency Medical Services Model. *J Emerg Med.* 53: 688-696 e681.
- Kolte D., Khera S., Aronow W. S., Palaniswamy C., Mujib M., Ahn C., . . . Fonarow G. C. (2015) Regional variation in the incidence and outcomes of in-hospital cardiac arrest in the United States. *Circulation.* 131: 1415-1425.
- Laurent I., Monchi M., Chiche J. D., Joly L. M., Spaulding C., Bourgeois B., . . . Dhainaut J. F. (2002) Reversible myocardial dysfunction in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol.* 40: 2110-2116.
- Lee J. M., Grabb M. C., Zipfel G. J., Choi D. W. (2000) Brain tissue responses to ischemia. *J Clin Invest.* 106: 723-731.
- Liu W.-L., Lai C.-C., Hii C.-H., Chan K.-S., Hsing S.-C., Cheng K.-C., Tan C.-K. (2011) Outcomes and Cost Analysis of Patients With Successful In-Hospital Cardiopulmonary Resuscitation. *International Journal of Gerontology.* 5: 196-199.
- Longstreth W. T., Jr., Inui T. S., Cobb L. A., Copass M. K. (1983) Neurologic recovery after out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Intern Med.* 98: 588-592.
- Lopez-Herce J., del Castillo J., Matamoros M., Canadas S., Rodriguez-Calvo A., Cecchetti C., . . . Iberoamerican Pediatric Cardiac Arrest Study Network Ribepci. (2014) Post return of spontaneous circulation factors associated with mortality in pediatric in-hospital cardiac arrest: a prospective multicenter multinational observational study. *Crit Care.* 18: 607.

- Lukas-Nülle M., Ahrens D., Güntert B. (2007) Retrospektive versus prospektive Krankheitskostenstudien - Eine Analyse am Beispiel chronischer Schmerzpatienten. *Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement*. 12: 247-252.
- Lundsgaard R. S. & Lundsgaard K. S. (2018) Cardiac arrest teams perspectives on communication and ethical conflicts related to awareness during CPR, a focus group study protocol. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 26: 85.
- Madl C. & Holzer M. (2004) Brain function after resuscitation from cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care*. 10: 213-217.
- Mak M., Moulaert V. R., Pijls R. W., Verbunt J. A. (2016) Measuring outcome after cardiac arrest: construct validity of Cerebral Performance Category. *Resuscitation*. 100: 6-10.
- Mann H. & Whitney D. (1947) On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*. 18: 50-60.
- McCarthy J. J., Carr B., Sasson C., Bobrow B. J., Callaway C. W., Neumar R. W., . . . the Mission: Lifeline Resuscitation Subcommittee. (2018) Out-of-Hospital Cardiac Arrest Resuscitation Systems of Care: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 137: e645-e660.
- Mercier E., Boutin A., Shemilt M., Lauzier F., Zarychanski R., Fergusson D. A., . . . Turgeon A. F. (2016) Predictive value of neuron-specific enolase for prognosis in patients with moderate or severe traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ Open*. 4: E371-E382.
- Mohnle P., Hüge V., Polasek J., Weig I., Atzinger R., Kreimeier U., Briegel J. (2012) Survival after cardiac arrest and changing task profile of the cardiac arrest team in a tertiary care center. *ScientificWorldJournal*. 2012: 294512.
- Monsieurs K. G., Nolan J. P., Bossaert L. L., Greif R., Maconochie I. K., Nikolaou N. I., . . . Group E. R. C. Guidelines Writing. (2015) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 95: 1-80.

- Morrison L. J., Neumar R. W., Zimmerman J. L., Link M. S., Newby L. K., McMullan P. W., Jr., . . . Council on P. (2013) Strategies for improving survival after in-hospital cardiac arrest in the United States: 2013 consensus recommendations: a consensus statement from the American Heart Association. *Circulation*. 127: 1538-1563.
- Moskowitz A., Holmberg M. J., Donnino M. W., Berg K. M. (2018) In-hospital cardiac arrest: are we overlooking a key distinction? *Curr Opin Crit Care*. 24: 151-157.
- Moulaert V. R., Verbunt J. A., van Heugten C. M., Wade D. T. (2009) Cognitive impairments in survivors of out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation*. 80: 297-305.
- Mozaffarian D., Benjamin E. J., Go A. S., Arnett D. K., Blaha M. J., Cushman M., . . . Stroke Statistics Subcommittee. (2015) Heart disease and stroke statistics--2015 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 131: e29-322.
- Muller D., Agrawal R., Arntz H. R. (2006) How sudden is sudden cardiac death? *Circulation*. 114: 1146-1150.
- Muller M. P., Jantzen T., Brenner S., Grasner J., Preiss K., Wnent J. (2015) [Inhospital resuscitation : Decisive measures for the outcome]. *Anaesthesist*. 64: 261-270.
- Nichol G., Thomas E., Callaway C. W., Hedges J., Powell J. L., Aufderheide T. P., . . . Resuscitation Outcomes Consortium Investigators. (2008) Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome. *JAMA*. 300: 1423-1431.
- Nolan J. & European Resuscitation Council. (2005) European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 1. Introduction. *Resuscitation*. 67 Suppl 1: S3-6.
- Nolan J. P., Soar J., Smith G. B., Gwinnutt C., Parrott F., Power S., . . . National Cardiac Arrest Audit. (2014) Incidence and outcome of in-hospital cardiac arrest in the United Kingdom National Cardiac Arrest Audit. *Resuscitation*. 85: 987-992.
- O'Sullivan E. & Deasy C. (2016) In-hospital Cardiac Arrest at Cork University Hospital. *Ir Med J*. 109: 335-338.

- Pearson K. (1900) On the criterion that a given system of derivations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. . *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*. 50: 157–175.
- Peberdy M. A., Callaway C. W., Neumar R. W., Geocadin R. G., Zimmerman J. L., Donnino M., . . . American Heart Association. (2010) Part 9: post-cardiac arrest care: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 122: S768-786.
- Peberdy M. A., Kaye W., Ornato J. P., Larkin G. L., Nadkarni V., Mancini M. E., . . . Lane-Trullt T. (2003) Cardiopulmonary resuscitation of adults in the hospital: a report of 14720 cardiac arrests from the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. *Resuscitation*. 58: 297-308.
- Peberdy M. A., Ornato J. P., Larkin G. L., Braithwaite R. S., Kashner T. M., Carey S. M., . . . National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation Investigators. (2008) Survival from in-hospital cardiac arrest during nights and weekends. *JAMA*. 299: 785-792.
- Perkins G. D., Handley A. J., Koster R. W., Castren M., Smyth M. A., Olasveengen T., . . . automated external defibrillation section Collaborators. (2015) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation*. 95: 81-99.
- Perman S. M., Stanton E., Soar J., Berg R. A., Donnino M. W., Mikkelsen M. E., . . . American Heart Association's Get With the Guidelines-Resuscitation Investigators. (2016) Location of In-Hospital Cardiac Arrest in the United States-Variability in Event Rate and Outcomes. *J Am Heart Assoc*. 5.
- Pollack M. M., Holubkov R., Funai T., Clark A., Moler F., Shanley T., . . . Jenkins T. L. (2014) Relationship between the functional status scale and the pediatric overall performance category and pediatric cerebral performance category scales. *JAMA Pediatr*. 168: 671-676.
- Pothiawala S. (2017) Post-resuscitation care. *Singapore Med J*. 58: 404-407.

- Riddersholm S., Kragholm K., Mortensen R. N., Pape M., Hansen C. M., Lippert F. K., . . . Rasmussen B. S. (2017) Association of bystander interventions and hospital length of stay and admission to intensive care unit in out-of-hospital cardiac arrest survivors. *Resuscitation*. 119: 99-106.
- Sandroni C., Nolan J., Cavallaro F., Antonelli M. (2007) In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival. *Intensive Care Med*. 33: 237-245.
- Sans S., Kesteloot H., Kromhout D. (1997) The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. *Eur Heart J*. 18: 1231-1248.
- Schwartz B. C., Jayaraman D., Warshawsky P. J. (2013) Survival from in-hospital cardiac arrest on the Internal Medicine clinical teaching unit. *Can J Cardiol*. 29: 117-121.
- Sendelbach S., Hearst M. O., Johnson P. J., Unger B. T., Mooney M. R. (2012) Effects of variation in temperature management on cerebral performance category scores in patients who received therapeutic hypothermia post cardiac arrest. *Resuscitation*. 83: 829-834.
- Shao F., Li C. S., Liang L. R., Qin J., Ding N., Fu Y., . . . Yang Q. L. (2016) Incidence and outcome of adult in-hospital cardiac arrest in Beijing, China. *Resuscitation*. 102: 51-56.
- Silva R., Saraiva M., Cardoso T., Aragao I. C. (2016) Medical Emergency Team: How do we play when we stay? Characterization of MET actions at the scene. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 24: 33.
- Smith R. M. & Conn A. K. (2009) Prehospital care - scoop and run or stay and play? *Injury*. 40 Suppl 4: S23-26.
- Soar J., Nolan J. P., Bottiger B. W., Perkins G. D., Lott C., Carli P., . . . Adult advanced life support section Collaborators. (2015) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation*. 95: 100-147.

- Student. (1908) The probable error of a mean. *Biometrika*. 6: 1-25.
- Sundgreen C., Larsen F. S., Herzog T. M., Knudsen G. M., Boesgaard S., Aldershvile J. (2001) Autoregulation of cerebral blood flow in patients resuscitated from cardiac arrest. *Stroke*. 32: 128-132.
- Taylor B. E., McClave S. A., Martindale R. G., Warren M. M., Johnson D. R., Braunschweig C., . . . Enteral Nutrition. (2016) Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *Crit Care Med*. 44: 390-438.
- Tirkkonen J., Hellevuo H., Olkkola K. T., Hoppu S. (2016) Aetiology of in-hospital cardiac arrest on general wards. *Resuscitation*. 107: 19-24.
- Wang H. E., Szydlo D., Stouffer J. A., Lin S., Carlson J. N., Vaillancourt C., . . . Investigators R. O. C. (2012) Endotracheal intubation versus supraglottic airway insertion in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 83: 1061-1066.
- Weil M. H. & Fries M. (2005) In-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med*. 33: 2825-2830.
- Widestedt H., Giesecke J., Karlsson P., Jakobsson J. G. (2018) In-hospital cardiac arrest resuscitation performed by the hospital emergency team: A 6-year retrospective register analysis at Danderyd University Hospital, Sweden. *F1000Res*. 7: 1013.
- Wikimedia Commons O.R.G. 2006. 'Algorithmus der erweiterten Reanimationsmaßnahmen', Accessed 14.11.2018. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ALS\\_ERC2005.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ALS_ERC2005.png).
- Wikimedia Commons O.R.G. 2010. 'Algorithmus der Basismaßnahmen der Reanimation', Accessed 14.11.2018. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BLS\\_ERC2005.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BLS_ERC2005.png).
- Zandbergen E. G., Hijdra A., Koelman J. H., Hart A. A., Vos P. E., Verbeek M. M., . . . Group Propac Study. (2006) Prediction of poor outcome within the first 3 days of postanoxic coma. *Neurology*. 66: 62-68.

## 6 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen besonderen Dank nachstehenden Personen entgegenbringen, ohne deren Mithilfe die Anfertigung dieser Dissertation niemals zustande gekommen wäre: Mein Dank gilt zunächst Herrn Prof. Dr. Malte Kelm für die Betreuung dieser Arbeit und für die Zurverfügungstellung der notwendigen Ressourcen.

Ich danke meinen Mentoren Dr. Stefanie Keymel, Dr. Patrick Horn und Dr. Javer Haschemi für die hilfsbereite und wissenschaftliche Betreuung. Deren freundliche Hilfe und Ideengebung eröffneten mir einen kritischen Zugang zu dieser Thematik. Die zahlreichen Gespräche auf intellektueller und persönlicher Ebene werden mir immer als bereichernder und konstruktiver Austausch in Erinnerung bleiben. Die mehrfache Durchsicht dieser Abhandlung durch Dr. Stefanie Keymel und Dr. Patrick Horn, ihre kritischen Betrachtungen, ihre differenzierten Anmerkungen sowie die zweckdienlichen Diskussionen, vor allem aber ihr moralischer Beistand gaben mir Kraft und Mut zur Anfertigung und Vollendung meiner Dissertation.

Mein ganz besonderer Dank aber gilt meinen Eltern, Wanda und Józef Orzech, die mir meinen bisherigen Lebensweg ermöglichten und denen ich diese Arbeit widme.