

Aus der Medizinischen Klinik mit Schwerpunkt Nephrologie und internistische
Intensivmedizin der Medizinischen Fakultät - Universitätsmedizin
Berlin

DISSERTATION

Analyse der rettungsmedizinischen Situation im deutsch-finnischen Vergleich
mit Schwerpunkt auf Reanimationen und pädiatrische Notfälle unter
Berücksichtigung eigener Studienergebnisse

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité - Universitätsmedizin Berlin

von

Sebastian Juha Richter
aus Berlin

Datum der Promotion: 04.03.2022

I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis	2
II. Tabellenverzeichnis	4
III. Abbildungsverzeichnis	5
IV. Abkürzungsverzeichnis.....	6
V. Zusammenfassung.....	7
VI. Abstract	9
1. Einleitung	11
1.1 Herz-Kreislauf-Stillstand	11
1.1.1 Therapie und Überleben des Herz-Kreislauf-Stillstandes	13
1.1.2 Outcome in Abhängigkeit der Tageszeit	18
1.2 Pädiatrische präklinische Notfallmedizin.....	19
1.2.1 Allgemeine Aspekte.....	19
1.2.2 Einsatzspektrum	20
1.2.3 Therapie des Herz-Kreislauf-Stillstandes im Kindesalter	23
1.3 Systemvergleich Deutschland - Finnland.....	25
1.4 Entwicklung und Organisation des Rettungsdienstes	26
1.5 Besonderheiten in Deutschland.....	26
1.6 Besonderheiten in Finnland.....	28
2. Fragestellung	29
2.1 Hypothese zur Reanimationssituation.....	29
2.2 Hypothese zur pädiatrischen Notfallversorgung	29
2.3 Hypothese zum Vergleich des deutschen und finnischen Rettungsdienstsystems	29
3. Material und Methoden	30
3.1 Reanimationsstudie auf dem NEF 2505.....	30
3.1.1 Einschlusskriterien	30
3.2 Pädiatrische Notfälle und deutsch-finnische Studie.....	31
3.2.1 Einschlusskriterien	31
3.3 Statistische Analyse.....	32
4. Ergebnisse	33
4.1 Überleben nach präklinischer Reanimation unter Berücksichtigung der Tageszeit.....	33
4.2 Pädiatrische Notfälle des Notarzteinsatzfahrzeuges 2505 Berlin-Wedding.....	34
4.3 Pädiatrische präklinische Notfallmedizin im deutschen notärztlichen System.....	37

4.3.1 Basischarakteristika.....	37
4.3.2 Atemwegsmanagement.....	38
4.3.3 Reanimation	39
4.3.4 Intravenöse und intraossäre Zugänge.....	41
4.3.5 Geburten	42
4.3.6 Behandlungsfehler und kritische Ereignisse	42
4.4 Pädiatrische präklinische Notfallmedizin im finnischen paramedizinischen System.....	42
4.4.1 Basischarakteristika.....	42
4.4.2 Atemwegsmanagement.....	43
4.4.3 Reanimation	44
4.4.4 Intravenöse und intraossäre Zugänge.....	45
4.4.5 Geburten.....	46
4.4.6 Behandlungsfehler und kritische Ereignisse	46
4.5 Gegenüberstellung der Ergebnisse der Versorgung in Finnland und in Deutschland	47
4.5.1 Atemwegsmanagement.....	47
4.5.2 Reanimation	49
4.5.3 Intraossäre und intravenöse Zugänge.....	51
4.5.4 Geburten.....	51
4.5.5 Behandlungsfehler und kritische Ereignisse	52
5. Diskussion.....	53
5.1 Diskussion der Ergebnisse nach Herz-Kreislauf-Stillstand.....	53
5.2 Diskussion der Ergebnisse zu pädiatrischen Notfällen und Ländervergleich	56
5.3 Diskussion der Methodik und Limitationen.....	61
5.4 Zusammenfassung.....	63
6. Literaturverzeichnis.....	64
7. Eidesstattliche Versicherung.....	73
8. Lebenslauf.....	74
9. Danksagung.....	75
10. Anhang: Verwendeter Fragebogen	76

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den Ergebnissen der Studie zum Reanimationsoutcome	34
Tabelle 2: Prozentuale Anteile bestimmter Notfallgruppen/ Notfälle	35
Tabelle 3: Unterteilung der chirurgischen pädiatrischen Notfälle.....	36
Tabelle 4: Unterteilung der pneumologischen pädiatrischen Notfälle	36
Tabelle 5: Fachrichtungen der teilnehmenden Notärzte in Deutschland.....	38
Tabelle 6: Übersicht zur Sicherheit im Atemwegsmanagement, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher)	39
Tabelle 7: Übersicht zu den bereits eigenverantwortlich präklinisch durchgeführten Reanimationen.....	40
Tabelle 8: Sicherheit in der Reanimation, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher).....	41
Tabelle 9: Ergebnisübersicht zur Sicherheit im Atemwegsmanagement, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher)	44
Tabelle 10: Ergebnisübersicht zu den bereits durchgeführten präklinischen Reanimationen.....	44
Tabelle 11: Ergebnisübersicht zur Sicherheit in der Reanimation, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher)	45
Tabelle 12: Ergebnisübersicht zu bereits erfolgten präklinischen Intubationen im deutsch-finnischen Vergleich	48
Tabelle 13: Ergebnisübersicht zur Sicherheit im Atemwegsmanagement (Median) im deutsch-finnischen Vergleich	48
Tabelle 14: Ergebnisübersicht zu bereits erfolgten präklinischen Reanimationen, Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe	50
Tabelle 15: Ergebnisübersicht zur Sicherheit im Reanimieren, Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher).....	50
Tabelle 16: Ergebnisübersicht zum Zugangsmanagement (Angaben in Prozent bzw. als Median), Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe.....	51
Tabelle 17: Ergebnisübersicht zu Behandlungsfehlern/ kritischen Ereignissen (Median), Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe.....	53

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die aktuellen Reanimationsempfehlungen für professionelle Helfer bei adulten Patienten.....	17
Abbildung 2: Die aktuellen Reanimationsempfehlungen für professionelle Helfer bei pädiatrischen Patienten.....	24
Abbildung 3: Häufigkeit ausgewählter pädiatrischer Einsatzursachen auf dem NEF 2505, Berlin	37
Abbildung 4: Wird eine Fortbildung in der pädiatrischen Notfallmedizin gewünscht?	47
Abbildung 5: Selbsteinschätzung der Fähigkeiten im Atemwegsmanagement im deutsch-finnischen Vergleich, Angabe des Medians.....	49
Abbildung 6: Ergebnisübersicht zu bereits versorgten Geburten und zur Selbsteinschätzung zur Sicherheit in der Versorgung von Geburten im Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe, Angabe des Durchschnitts	52

IV. Abkürzungsverzeichnis

AED	Automated External Defibrillator (automatischer externer Defibrillator)
AHA	American Heart Association
BLS	Basic Life Support (Basismaßnahmen der Reanimation)
EKG	Elektrokardiogramm
ERC	European Resuscitation Council
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
IO	Intraossär
IV	Intravenös
PEA	Pulslose elektrische Aktivität
OHCA	Out-of-hospital cardiac arrest (Herzstillstand außerhalb des Krankenhauses)
ROSC	Return of spontaneous circulation (Wiedererlangen einer selbstständigen Herz-Kreislauf-Funktion)

V. Zusammenfassung

Es ist bekannt, dass die Qualität medizinischer Maßnahmen abhängig von der Tageszeit sein kann. Dies trifft möglicherweise auch auf Maßnahmen in der rettungsmedizinischen Versorgung zu. Im Rettungsdienst kommen verschiedene Berufsgruppen zum Einsatz, so gibt es beispielsweise in Deutschland ein flächendeckendes Notarztsystem, während in Finnland in weiten Teilen Sanitäter primär eigenverantwortlich tätig sind. Sowohl in notärztlichen als auch paramedizinischen Systemen besteht bei den ausführenden Berufsgruppen Unsicherheit bezüglich der pädiatrischen Versorgung.

Diese Arbeit untersucht deshalb am Beispiel der Reanimation, ob es einen tageszeitlichen Unterschied im Outcome nach präklinisch rettungsdienstlich versorgten Reanimationen gibt und welche pädiatrischen Notfälle in der rettungsdienstlichen Versorgung angetroffen werden. Anschließend werden Untersuchungsergebnisse aus zwei Rettungsdienstsystemen dargestellt und ein Ländervergleich zwischen einem notärztlich orientiertem Versorgungssystem und einem paramedizinisch orientiertem Versorgungssystem mit dem Schwerpunkt auf Reanimationen und die pädiatrische Versorgung vorgenommen.

Es wurden 469 Reanimationseinsätze und 215 pädiatrische Notfälle eines Berliner Notarzfahrzeuges retrospektiv analysiert. Insgesamt konnten 90 Fragebogen-Antworten von deutschen Notärzten und 81 von finnischen Sanitätern zur Selbsteinschätzung der rettungsmedizinischen Erfahrung und Fähigkeiten ausgewertet werden.

Wesentliche Ergebnisse sind, dass es keinen tageszeitlichen Unterschied im primären ROSC (return of spontaneous circulation) gibt, jedoch zu Off-Hour-Zeiten (16-8 Uhr) im Vergleich zu On-Hour-Zeiten (8-16 Uhr) deutlich häufiger Patienten mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand an nicht öffentlichen Orten angetroffen werden (44 % gegenüber 21 %). Präklinisch ist das häufigste pädiatrische Krankheitsbild der Krampfanfall (28,37 %), davon 52,5 % als Fieberkrampf eingeordnet. In 3,26 % der pädiatrischen Einsätze lag ein Herz-Kreislauf-Stillstand als Krankheitsbild vor. Im Vergleich zwischen Notärzten und Sanitätern geben die Notärzte in der Befragung an, über mehr Erfahrung u.a. in der Versorgung von pädiatrischen Reanimationen zu verfügen und schätzen ihre Fähigkeiten als besser ein als die paramedizinische Gruppe. 83,9 % der Notärzte und 98,7 % der Sanitäter wünschen sich eine Fortbildung in der pädiatrischen Notfallversorgung.

Auf den Ergebnissen basierend wird ein Vorteil für die notärztliche Gruppe gesehen. Die pädiatrische Notfallversorgung sollte bessere Berücksichtigung in der Fortbildungsplanung finden. In beiden Gruppen wurde im Vergleich zu Erwartungen auf Basis der Literaturrecherche und der von den Teilnehmern angegebenen Unsicherheit von wenigen Behandlungsproblemen berichtet, was auf das Fehlen der Implementierung einer Fehlerkultur hinweisen kann.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es bezüglich des Outcomes nach OHCA (out-of-hospital cardiac arrest) keinen tageszeitlichen Unterschied gibt, das notärztliche Rettungsdienstsystem Vorteile bietet, die pädiatrische Notfallversorgung die Ausführenden vor Herausforderungen stellt und die Implementierung einer Fehlerkultur im Rettungsdienst Verbesserungspotenzial bietet.

VI. Abstract

It is well known that the quality of medical interventions can depend on the time of day, and this might apply equally to emergency medical services. There are several occupational groups working in rescue services: for example, Germany has a nationwide emergency physician system, while in Finland large numbers of rescue assignments are covered by paramedics. Emergency physicians and paramedics likewise experience generally uncertainty in paediatric emergency care.

This study investigates, in the context of OHCA (out-of-hospital cardiac arrest), whether there is a difference in the outcome of medical interventions by rescue services based on the time of day and which paediatric emergencies are encountered by rescue services. The results of two different rescue service systems are presented, along with a country comparison between an emergency physician-oriented and a paramedic-oriented system with a focus on OHCA and paediatric care.

Two-hundred-and-fifteen paediatric emergency missions and four-hundred-and-sixty-nine resuscitation missions of ambulance-based emergency physicians in Berlin have been analysed. Ninety responses to a questionnaire by German emergency physicians and eighty-one by Finnish paramedics have also been evaluated.

There is no difference in primary ROSC (return of spontaneous circulation) based on the time of day, but during out-of-hours times (16:00-08:00) distinctly more OHCA patients are encountered in non-public places (44% vs. 21%). The most frequent paediatric emergency is a seizure (28.37%), of which 52.5% are classified preclinically as a febrile seizure. In 3.26% of the calls a resuscitation was the cause of the intervention. The Finnish paramedical group was less experienced in most categories and rated their own emergency care skills lower than the German emergency physician group. 83.9% of the German emergency doctors and 98.7% of the Finnish paramedics have sought further training in the care of paediatric emergencies.

Based on the results, there is a marked difference in favour of the emergency physician group. Paediatric emergency care should be considered better in training planning. In both study groups, fewer treatment problems and errors were reported than expected based on literature research, which may point to the failure to implement a culture of continuous improvement.

In summary, there is no difference in primary ROSC in OHCA based on time of day. The emergency physician system appears to have advantages compared to a paramedic-oriented emergency medical system. Paediatric emergency care is a challenge to many rescue service professionals and the implementation of a learning culture in rescue services offers potential for improvement.

1. Einleitung

Die präklinische Notfallmedizin umfasst ein weites Spektrum an Erkrankungen und Notfällen. Insbesondere die Behandlung eines Herz-Kreislauf-Stillstandes ebenso wie Notfälle mit Kindern stellen eine besondere Herausforderung im Hinblick auf die Ausbildung, die Versorgungsqualität und die psychische Belastung des Personals dar. Es werden im Folgenden zunächst die Ursachen und Therapie des Herz-Kreislauf-Stillstandes als auch allgemeine Informationen zu rettungsdienstlichen Kindernotfällen dargestellt. Hieran schließt sich eine Betrachtung und Vergleich von ärztlich und paramedizinisch besetzten Rettungsdienststrukturen an.

1.1 Herz-Kreislauf-Stillstand

Es werden Herz-Kreislauf-Stillstände aus kardialen und nichtkardialen Ursachen unterschieden. Primär kardiale Ursachen für einen Herz-Kreislauf-Stillstand sind häufig Herzrhythmusstörungen. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, in deren Rahmen Herzrhythmusstörungen oft auftreten, gehören insgesamt zu den häufigen Einsatzursachen für den Rettungsdienst, sie sind auch die häufigste Todesursache in der westlichen Welt. Als Todesmechanismus liegt oft der so genannte „plötzliche Herztod“ vor, unter diesem Überbegriff werden Herzrhythmusstörungen unterschiedlicher Genese zusammengefasst. Die Herzrhythmusstörungen können durch verschiedene Erkrankungen verursacht werden, zum Beispiel können letale Rhythmusstörungen im Rahmen eines Myokardinfarktes oder der koronaren Herzkrankheit auftreten. (1-3) Auf Basis der Daten des deutschen Reanimationsregisters trifft ein präklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand 80.000 – 160.000 Menschen in Deutschland pro Jahr. (4) Nur etwa 50 % aller Patienten erleiden den Herz-Kreislauf-Stillstand beobachtet, also unter Anwesenheit von Notfallzeugen. Etwa 75 % der Herz-Kreislauf-Stillstände ereignen sich zu Hause, bei 50 % der Betroffenen ist eine bekannte kardiovaskuläre Erkrankung die Ursache. Von plötzlichen letalen Herzrhythmusstörungen sind vor allem ältere Menschen betroffen, die meist Grunderkrankungen aufweisen. Erkrankungen, die das Risiko für eine Arteriosklerose und damit auch das Risiko für das Auftreten von kardiovaskulären Erkrankungen, wie zum Beispiel die koronare Herzkrankheit erhöhen, sind u.a. die arterielle Hypertonie, Hypercholesterinämie, chronische Nierenerkrankungen und der Diabetes mellitus. Zusätzlich wurde auch das Tabakrauchen mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für kardiovaskuläre Erkrankungen und damit dem „plötzlichen Herztod“ assoziiert. (5, 6)

Ein Herz-Kreislauf-Stillstand kann durch verschiedene Herzrhythmusstörungen verursacht

werden. (1) Am häufigsten liegen bei frühzeitiger Einleitung von therapeutischen Maßnahmen bei einem spontanen Herz-Kreislauf-Stillstand als Herzrhythmus im Elektrokardiogramm (EKG) Kammerflimmern, am zweithäufigsten eine Asystolie, am dritthäufigsten eine pulslose elektrische Aktivität (PEA) und noch seltener eine pulslose ventrikuläre Tachykardie vor. (7, 8) Bei 50 bis 70 % der Patienten liegt dem Herz-Kreislauf-Stillstand eine kardiologisch-internistische Ursache zugrunde, zum Beispiel ein akuter Herzinfarkt oder eine fulminante Lungenembolie. (9) Zu beachten ist, dass Kammerflimmern bei längerem Bestehen immer in eine Asystolie übergeht. Die Prognose ist bei Kammerflimmern und der pulslosen ventrikulären Tachykardie als Ausgangsrhythmus bei der Einleitung therapeutischer Maßnahmen deutlich besser als beim Vorliegen einer Asystolie. (8)

Es sind jedoch nicht nur ältere Menschen von letalen Herzrhythmusstörungen betroffen. U.a. gibt es genetisch bedingte Erkrankungen bzw. Veranlagungen, die die Wahrscheinlichkeit des Auftretens tödlicher Herzrhythmusstörungen im jungen Lebensalter erhöhen. Dazu zählt beispielsweise das Langes-QT-Syndrom, bei dem es zu einer Verlängerung der QT-Zeit als Ausdruck einer Repolarisationsstörung kommt. Auch Kinder können infolge dieser genetischen Erkrankungen bereits im jungen Lebensalter einen Herz-Kreislauf-Stillstand erleiden. (10)

Bei bestimmten Formen der familiären Hypercholesterinämie kann es ebenfalls im jungen Lebensalter zu Gefäßveränderungen und darauffolgend zu einem Herzinfarkt mit Herzrhythmusstörungen kommen. (11) Die jährliche Inzidenz des „plötzlichen Herztodes“ wird mit 1,3-2,8 Fällen pro 100.000 Personen für die Altersgruppen 1 bis 35 Jahre angegeben. Ungeklärte Fälle (in diese Gruppe können Patienten mit Langes-QT-Syndromen fallen), gefolgt von der koronaren Herzkrankheit und Kardiomyopathien, waren die häufigsten Ursachen für den plötzlichen Herztod in dieser Altersgruppe. (12) Verschiedene Medikamente, u.a. die als Antibiotika eingesetzten Wirkstoffe der Makrolidgruppe (beispielsweise Azithromycin) und die der Gyrasehemmer (beispielsweise Levofloxacin), werden vor allem in Kombination mit anderen auf die QT-Zeit wirkenden Medikamenten und bei Prädisposition mit einer erhöhten kardiovaskulären Mortalität assoziiert. (13, 14)

Nichtkardiale Ursachen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes sind insbesondere respiratorische und traumatische Ursachen. (15) Der Anteil an nichtkardialen Ursachen beträgt in einer australischen Meta-Analyse 29 % der OHCA-Fälle. (16)

1.1.1 Therapie und Überleben des Herz-Kreislauf-Stillstandes

Das Überleben nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand hängt von verschiedenen Faktoren ab. Eine positive Auswirkung auf das Überleben hat zum Beispiel die Anwesenheit von Notfallzeugen oder dem Rettungsdienst bei Eintritt des Herz-Kreislauf-Stillstandes. Auch von Notfallzeugen durchgeführte Maßnahmen (Herz-Druck-Massage und ggf. Beatmung, Einsatz eines AEDs) haben eine positive Auswirkung auf das Überleben ebenso wie Kammerflimmern als initialer Herzrhythmus. (17)

Um einen Herz-Kreislauf-Stillstand zu beenden, werden verschiedene Maßnahmen durchgeführt, die man unter dem Begriff Reanimation zusammenfasst. Archäologische Funde können so gedeutet werden, dass bereits den ägyptischen Hochkulturen eine Art Therapie des Herz-Kreislauf-Stillstandes bekannt war. (18) Auch in der Bibel findet sich eine Textstelle, die als Durchführung einer Atemspende interpretiert werden kann: „Er ging in das Gemach, schloss die Tür hinter sich und dem Kind und betete zum Herrn. Dann trat er an das Bett und warf sich über das Kind; er legte seinen Mund auf dessen Mund, seine Augen auf dessen Augen, seine Hände auf dessen Hände. Als er sich so über das Kind hinstreckte, kam Wärme in dessen Leib.“ (19)

Heute werden Basismaßnahmen und erweiterte Reanimationsmaßnahmen unterschieden. Die Empfehlungen für die Basismaßnahmen richten sich sowohl an Laienhelfer als auch an professionelle Helfer. Erweiterte Maßnahmen der Reanimation richten sich an professionelle Helfer. Ganz allgemein ist die Zielsetzung der Basismaßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation sowohl die minimale Ventilation der Lungen als auch die Herstellung eines minimalen Blutkreislaufes bis zur eigentlichen Therapie des Herz-Kreislauf-Stillstandes. Unter Umständen gehört auch das Beenden einer Herzrhythmusstörung bei Vorhandensein eines AEDs (Laiendefibrillator) dazu. Beatmungen und Thoraxkompressionen werden ebenso unterschieden wie die Defibrillation mittels AED. Wenn Notfallzeugen unvermittelt mit dem Basic Life Support beginnen, ist die Überlebenschance bei einem OHCA signifikant höher. (20, 21)

Bei den erweiterten Maßnahmen der Reanimation liegt der Schwerpunkt auf der Therapie der Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstandes, beispielsweise mittels Defibrillation und Medikamentenapplikation. Die Reanimationsempfehlungen wurden über die Zeit mehrmals geändert. (22, 23)

In einer 2008 durchgeführten US-amerikanischen Studie konnten 4,6 % der erwachsenen Patienten nach einem außerhalb des Krankenhauses aufgetretenen Herz-Kreislauf-Stillstand (Out-of-Hospital Cardiac Arrest, OHCA) lebend entlassen werden. (24) In einer 2020

veröffentlichten europaweiten Studie konnten bereits 8 % der OHCA-Patienten aus dem Krankenhaus entlassen werden, 33 % der angetroffenen OHCA-Patienten konnten vom Rettungsdienst primär reanimiert werden. Es wurden bedeutende Unterschiede zwischen den einzelnen europäischen Ländern in den Reanimationsergebnissen festgestellt, und die Laienreanimationsquote lag je nach Land zwischen 13 % und 82 %. Laut einer finnischen Studie wird bei einer korrekten Disponierung durch die Leitstelle bei 49 % der Patienten ein ROSC erreicht und 23 % dieser Patienten aus dem Krankenhaus entlassen. (25, 26)

Von Laien geleistete Erste Hilfe kann die Überlebenschancen von Patienten im Herz-Kreislauf-Stillstand verbessern und ist deswegen Gegenstand aktueller Forschung. (8) Gegenstand der gesellschaftlichen Diskussion ist, wie man die Kenntnisse der Bevölkerung in Erster Hilfe ausweiten kann. In Deutschland ist für die Erlangung eines Führerscheins der Nachweis eines Erste-Hilfe-Kurses erforderlich, der auch eine Anleitung im Durchführen der Basismaßnahmen der Herz-Lungen-Wiederbelebung beinhaltet. In Finnland ist für das Erlangen eines Führerscheins keine Absolvierung eines entsprechend ausführlichen Erste-Hilfe-Kurses notwendig. (27, 28) 87,1 % der Erwachsenen gaben im Deutschen Mobilitätspanel 2014 an, dass sie einen Führerschein besitzen. (29) In Finnland sind von der Bevölkerung im Alter ab 15 Jahren 80,9 % der Bevölkerung im Besitz eines Führerscheins. (30) In Finnland gibt es ab einem Alter von 15 Jahren die Möglichkeit, einen Führerschein für die Klasse AM (Moped) zu beantragen, in diesem Rahmen (auch für den Erwerb anderer Führerscheinklassen) ist eine Erste-Hilfe-Schulung bislang nicht erforderlich. (31)

In den 1960ern wurden zahlreiche wichtige Entwicklungsschritte erreicht, die die Reanimationsmaßnahmen sowohl im Professionellen als auch in der allgemeinen Bevölkerung veränderten. Infolgedessen wurde ab Mitte der 1960er immer mehr eine Vereinheitlichung der Richtlinien und Information der Öffentlichkeit in Bezug auf die Therapie des Herz-Kreislauf-Stillstandes angestrebt. (32) Im weiteren Verlauf wurden von verschiedenen Fachgesellschaften Richtlinien und Empfehlungen herausgegeben. Im ILCOR, dem International Committee on Resuscitation, sind heute mehrere Fachgesellschaften zusammengeschlossen, zum Beispiel die American Heart Association (AHA) und das European Resuscitation Council (ERC). Zielsetzung des Komitees ist die Erarbeitung von Empfehlungen zur Reanimation. Auch die Mitgliedsorganisationen geben Empfehlungen und Leitlinien heraus. Diese Empfehlungen haben sich im Verlauf mehrmals geändert, u.a. im Jahr 2015 und 2020. (22, 33)

Zuletzt wurde von der American Heart Association (AHA) im Jahr 2019 ein Update in Bezug auf die Versorgung von OHCA veröffentlicht, in dem unter anderem die Empfehlungen zum

Atemwegsmanagement und zur Anwendung von Adrenalin aktualisiert wurden. (34)

Zentraler Bestandteil der aktuellen Empfehlungen ist, dass bei den Herzrhythmusstörungen Kammerflimmern und pulsloser ventrikuläre Tachykardie schnellstmöglich eine Defibrillation im Zusammenhang mit weiteren Reanimationsmaßnahmen erfolgen soll.

Zu den Basismaßnahmen gehören die Mund-zu-Mund- oder Mund-zu-Nase-Beatmung, durch die die Ventilation der Lungen erreicht werden soll und ebenso Thoraxkompressionen, durch die ein künstlicher Kreislauf des Blutes vorübergehend etabliert werden soll. Das ERC hat seine Richtlinien im Jahre 2005 geändert. Bis 2005 wurde für Erwachsene ein Verhältnis von 15 Thoraxkompressionen zu zwei Beatmungen mit einer Frequenz von 100 Thoraxkompressionen pro Minute empfohlen. Im Jahr 2005 wurde die Richtlinie geändert, fortan wurde für Erwachsene ein Verhältnis von 30 Thoraxkompressionen mit einer Frequenz von 100-120 Thoraxkompressionen pro Minute in der Mitte des Sternums und einer Kompressionstiefe von etwa fünf Zentimetern zu zwei Beatmungen empfohlen. (35) Wissenschaftliche Grundlage für diese Änderung ist der experimentelle Nachweis, dass mit einem höheren Verhältnis im Vergleich zur vormals gültigen Empfehlung von 15 Thoraxkompressionen zu 2 Beatmungen eine höhere Erfolgsquote bei Reanimationen erzielt werden konnte, mehr Patienten überlebten bzw. ohne neurologischen Schaden aus dem Krankenhaus entlassen werden konnten. (36) 2008 wurde festgestellt, dass nach der Einführung der neuen Richtlinien der Erfolg von Reanimationen zunahm (Kriterium=30-Tage-Überleben der Patienten). (37)

Im Tierversuch konnte dargestellt werden, dass Thoraxkompressionen ohne Beatmung genauso wirksam sind wie die Basisreanimation mit Thoraxkompressionen und Beatmungen. (38) Im Computermodell konnte dargestellt werden, dass zu Beginn eines Herz-Kreislauf-Stillstandes, vor allem bei Schnappatmung, durch kontinuierliche Herzdruckmassage eine höhere Sauerstoffkonzentration im Gewebe erreicht wird als beispielsweise bei einer Reanimation mit einem Verhältnis von 5 Kompressionen zu einer Beatmung. Außerdem wird angenommen, dass vor allem bei Unbekannten die Hemmschwelle für eine Beatmung deutlich höher ist als eine kontinuierliche Applikation von Herzdruckmassagen. (39) In einer Studie an Schweinen mit einem Ventil zur Verhinderung passiver Inhalation konnte allerdings gezeigt werden, dass kontinuierliche Herzdruckmassagen im Vergleich zu einer Reanimation mit Herzdruckmassage und Ventilation in einem Verhältnis von 30:2 zu einer deutlich niedrigeren arteriellen Sauerstoffversorgung führen. (40)

Die AHA hat ihre Empfehlung daraufhin nochmals geändert und erlaubt in ihren Leitlinien nun auch den Verzicht auf Beatmungen bei Erwachsenen. Es dürfen fortan auch nur

Thoraxkompressionen mit einer Frequenz von 100 Thoraxkompressionen pro Minute durchgeführt werden, statt Thoraxkompressionen in Abwechslung mit Beatmungen. (41)

Die ERC hat im Jahr 2010 ebenfalls noch einmal ihre Richtlinien geändert. Fortan soll die Atmung längstens 10 Sekunden geprüft werden. Besteht Unsicherheit, ob eine normale Atmung vorliegt, sollen Laien die Basismaßnahmen der Reanimation unmittelbar beginnen.

Fachpersonen können den Puls überprüfen, aber bis zur Entscheidung, ob eine Reanimation eingeleitet wird oder nicht, sollten auch hier längstens 10 Sekunden vergehen.

Außerdem wird von nun an vom ERC empfohlen, dass die Notrufleitstellen Notfallzeugen bei der Reanimation anleiten. Hierfür sollen vor allem Atmungsstörungen evaluiert werden und die Laien bei Bedarf in Thoraxkompressionen angeleitet werden.

In den erweiterten Reanimationsmaßnahmen durch Fachpersonal wird zusätzlich die Anwendung von Medikamenten empfohlen. Die frühere Empfehlung einer intratrachealen Applikation als Alternative zur intravenösen Applikation von Medikamenten wurde widerrufen. Fortan wird primär die Etablierung eines intravenösen Zugangs empfohlen und alternativ die eines intraossären Zugangs. Wenn beim Patienten Kammerflimmern oder eine pulslose ventrikuläre Tachykardie vorliegt, wird die Applikation von 1 mg Adrenalin und 300 mg Amiodaron nach der dritten erfolglosen Defibrillation angeraten. Nach der fünften erfolglosen Defibrillation kann die Gabe von 150 mg Amiodaron in Betracht gezogen werden. Nach der ersten Gabe wird empfohlen, 1 mg Adrenalin alle 3-5 Minuten zu applizieren. Atropin wird nicht länger routinemäßig empfohlen. (22)

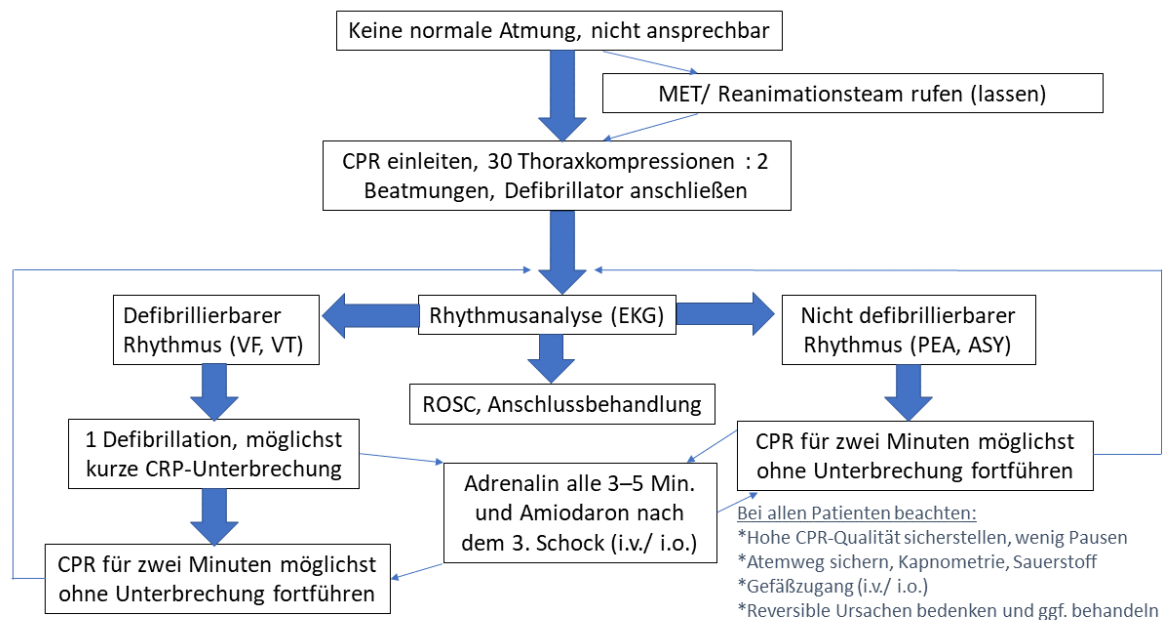
Reanimationsversuche sind in etwa der Hälfte der Fälle mit Verletzungen verbunden, wobei die häufigste Verletzungsart multiple Rippenfrakturen darstellen. Abdominale viszerale Verletzungen und durch das Atemwegsmanagement verursachte Verletzungen sind selten. Häufiger von reanimationsassoziierten Verletzungen betroffen sind Männer und ältere Patienten. (42)

In den überarbeiteten Empfehlungen der ERC von Oktober 2015 wird vor allem die Wichtigkeit der effektiven Kommunikation zwischen dem Rettungsleitstellenmitarbeiter und dem Notfallzeugen sowie der schnelle Einsatz eines automatischen externen Defibrillators unterstrichen.

Notfallzeugen sollen Thoraxkompressionen bei allen Patienten mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand durchführen. Wenn der Notfallzeuge in der Durchführung von Beatmungen ausgebildet und zu diesen in der Lage ist, sollte er Beatmungen und Thoraxkompressionen durchführen. (22)

Für die Überlebenswahrscheinlichkeit des Betroffenen sind laut Studienlage weiterhin folgende Kriterien am relevantesten: Laien beim Eintritt des OHCA vor Ort, schnelle Alarmierung des Rettungsdienstes, defibrillierbarer Ausgangsrhythmus, durchgeführte Laienreanimationsmaßnahmen und schnelles Eintreffen des Rettungsdienstes. (17)

Abbildung 1: Die aktuellen Reanimationsempfehlungen für professionelle Helfer bei adulten Patienten



MET=Medical Emergency Team, Team für medizinische Notfälle; CPR=kardiopulmonale Reanimation, cardiopulmonary resuscitation; VF=Ventricular fibrillation, Kammerflimmern; VT=Ventricular tachycardia, ventrikuläre Tachykardie; EKG=Elektrokardiogramm; PEA=Pulslose elektrische Aktivität; ASY=Asystolie; ROSC=Return of spontaneous circulation, Rückkehr des spontanen Kreislaufs; i.o.=intraossär; i.v.=intravenös

1.1.2 Outcome in Abhängigkeit der Tageszeit

Für den klinischen Bereich wurde in einigen Studien festgestellt, dass die Qualität und das Ergebnis einiger medizinischer Prozeduren von der Tageszeit und vom Wochentag abhängt. Zum Beispiel wird bei perkutanen Koronarinterventionen im Rahmen von ST-Streckenhebung eine schlechtere Qualität am Wochenende als an Wochentagen erreicht. Verbunden hiermit ist eine höhere Mortalität. (43, 44)

Auch für andere Eingriffe wurde in Studien eine Abhängigkeit von der Tageszeit auf das Ergebnis ermittelt. Im Rahmen von zu Nachtzeit erfolgten Eingriffen ist die Rate an negativen Wirkungen bzw. Komplikationen deutlich höher. (45, 46)

Für den OHCA wurde in mehreren Regionen nachgewiesen, dass zur Nachtzeit auftretende OHCA mit einem signifikant schlechteren Outcome verbunden sind. U.a. wird im Rahmen von zur Nachtzeit aufgetretenen OHCA deutlich seltener Basic Life Support von Bystandern (Notfallzeugen) durchgeführt. (47, 48) In anderen Regionen und Studien wird ein negativer Effekt bei zu Nachtzeiten aufgetretenen Herz-Kreislauf-Stillständen innerhalb eines Krankenhauses festgestellt, allerdings nicht für OHCA. (49, 50)

Der Rettungsdienst unterliegt tageszeitlich und wochentäglich starken Schwankungen in den Einsatzzahlen mit höchsten Einsatzzahlen an Freitagen und werktags zu Geschäftszeiten, was sich auf die Verfügbarkeit von Rettungsmitteln und die Eintreffzeiten auswirken kann. Da ein relevanter Faktor für das Überleben die Zeit ist, die ein alarmiertes Einsatzmittel benötigt, um den Einsatzort zu erreichen (Eintreffzeit), ist die schnelle Verfügbarkeit von Rettungsdienstmitteln als relevanter Faktor für das Überleben anzusehen. (51, 52) Die Eintreffzeit kann variieren, ebenfalls in Abhängigkeit von der Tageszeit, aber auch zwischen urbanen und nicht-urbanen Regionen. Die Eintreffzeit wird von Region zu Region unterschiedlich definiert, beispielsweise kann die Zeit von Beginn des Telefonats bis zum Eintreffen der Hilfe am Einsatzort gemeint sein, aber auch die Zeit, die zwischen der Alarmierung der Rettungskräfte bis zum Eintreffen der Rettungskräfte am Einsatzort verstreicht. Im Berliner Rettungsdienstgesetz ist keine sogenannte Eintreffzeit definiert. Allerdings hat der zuständige Senator für Inneres eine Zielvereinbarung mit der Berliner Feuerwehr getroffen, nach der bei Rettungsdiensteinsätzen in Gebieten mit einer hohen Bevölkerungsdichte ein geeignetes Hilfsfahrzeug in 75 % aller Fälle innerhalb von acht Minuten eintreffen muss. (53, 54)

In Finnland werden ebenfalls Ziele für das Eintreffen des Rettungsdienstes festgelegt. Die Ziele werden von den Gesundheitsbezirken definiert. Unterschieden wird hierbei zwischen verschiedenen Einsatzkategorien. In die Kategorie A und B fallen dringende Einsätze, in die

Kategorie C weniger dringende Einsätze bei Patienten in stabilem Zustand und in die Kategorie D nicht-dringende Einsätze. Beispielsweise im Gesundheitsbezirk „Vaasa“ (umfasst z.B. die Stadt Vaasa, aber u.a. auch die ländliche Kommune Luoto) sind folgende Ziele für den Rettungsdienst definiert: Im Risikogebiet der Stufe 1 (mehr als 350 Einsätze pro Jahr und km²) soll bei Notfällen der Kategorie A und B (dringende Notfälle, zum Beispiel Herz-Kreislauf-Stillstand) in 90 % der Fälle innerhalb von acht Minuten mindestens ein First Responder am Einsatzort eintreffen, in der Risikostufe 2 (50-350 Rettungsdiensteinsätze pro Jahr und km²) in 70 %, in der Risikostufe 3 (10-50 Rettungsdiensteinsätze pro Jahr und km²) in 40 %, in der Risikostufe 4 (weniger als 10 Rettungsdiensteinsätze pro Jahr und km²) in 20 % und in der Risikostufe 5 (unbewohnte Gebiete) in 10 %. (55)

In der Kommune Närpiö (9422 Einwohner, Einwohnerdichte 9,6 pro km²) werden 69,2 % der Einsatzorte im Risikogebiet der Stufe 2 innerhalb von acht Minuten mindestens von einem First Responder und 93,6 % innerhalb von 15 Minuten erreicht. (55, 56)

Die durchschnittliche Zeit bis zum Eintreffen eines Rettungsmittels betrug in Berlin im Jahr 2010 8,69 Minuten, im Jahr 2015 9,63 Minuten und 2020 10,43 Minuten. Im Jahr 2001 wurde in Berlin zu 50299 Einsätzen ein Notarzt alarmiert, im Jahr 2010 zu 71290 Einsätzen, im Jahr 2015 zu 98296 Einsätzen und im Jahr 2020 zu 120995. (57-59) Berlin hatte am 31.12.2005 3 339 436 Einwohner, am 31.12.2010 3 387 562, am 31.12.2014 3 562 166 Einwohner und 3 769 962 Einwohner im Jahr 2020. (59, 60) Die Bevölkerungsdichte Berlins beträgt etwa 4000 Einwohner pro km². (61)

1.2 Pädiatrische präklinische Notfallmedizin

Insgesamt stellen pädiatrische Notfälle im Rettungsdienst mit ca. 10 % einen relativ betrachtet geringen Anteil der rettungsdienstlichen Einsätze dar. (62-64) Pädiatrische Einsätze stellen die Rettungsdienstmitarbeiter vor große Herausforderungen, da es zahlreiche verschiedene Notfälle im Kindesalter gibt und sich die Behandlung, zum Beispiel die medikamentöse Therapie, von der des Erwachsenen unterscheidet. Das Personal im Rettungsdienst hat insgesamt weniger Routine als in der Versorgung von Notfällen bei erwachsenen Patienten, zusätzlich sind die Notärzte und das nicht-ärztliche Personal in der Regel auch im Rahmen ihrer Ausbildung nur eingeschränkt mit Kindernotfällen in Berührung gekommen.

1.2.1 Allgemeine Aspekte

In einer US-amerikanischen Studie sind traumatische Verletzungen die häufigste Ursache für pädiatrische Rettungseinsätze, in einer deutschen Studie stellen Infektionskrankheiten mit

46,7 %, darunter Infektkrampf- (23,5 %) und Pseudokrappanfalle (13,1 %), die häufigsten Einsatzursachen (Verdachtsdiagnosen) in der pädiatrischen präklinischen Notfallversorgung dar. Der Anteil unfallbedingter Einsätze betrug 29 % des Gesamteinsatzaufkommens, wobei in dieser Gruppe das Schädel-Hirn-Trauma mit 10,9 % (am Gesamtaufkommen) die häufigste Verdachtsdiagnose darstellt. (65, 66) In einer US-amerikanischen Studie lag bei 1,5 % der pädiatrischen Patienten im Rahmen von Rettungsdiensteinsätzen ein OHCA vor. (67) Im Kindesalter liegen bei Herz-Kreislauf-Stillständen häufiger respiratorische Ursachen zugrunde, obwohl auch in dieser Altersgruppe die kardialen Ursachen überwiegen. (68, 69)

Bei den Einsatzzeiten von pädiatrischen Einsätzen wurde ein durchschnittlich geringfügig kürzeres Intervall zwischen Alarmierung und Ausrücken von Einsatzfahrzeugen im Vergleich zu erwachsenen Patienten gezeigt. (64) Viele Notärzte empfinden Unsicherheit in der Behandlung von pädiatrischen Patienten. (70) Die meisten Mängel in der persönlichen Ausbildung sehen die Notärzte in der präklinischen Reanimation von Kindern und in der Behandlung von polytraumatisierten Kindern und Jugendlichen. (63) In einer US-amerikanischen Studie ist etwa die Hälfte der teilnehmenden Paramedics/ Sanitäter zumindest ein Medikamentenapplikationsfehler bei pädiatrischen Patienten bekannt. (71)

1.2.2 Einsatzspektrum

Das Einsatzspektrum bei pädiatrischen Notfällen ist vielfältig, unterscheidet sich jedoch in einigen Punkten deutlich von Notfällen im Erwachsenenalter. Eine grobe Gliederung der Problembereiche in der Versorgung kann in Atemwegsprobleme/ Atemwegsmanagement, Medikamentendosierung, kardiale Probleme, Zugangsmanagement, Versorgung von Geburten, Neurologie und Behandlungsfehler erfolgen.

Atemweg und Atemwegsmanagement

Die meisten Probleme bei der Intubation treten in den USA bei präklinischen pädiatrischen Notfallpatienten in der Altersgruppe 1-12 Monate auf. (72) Bei US-amerikanischen pädiatrischen Patienten mit einem OHCA erfolgte eine Intubation in 47,1 % der Fälle, eine reine Maskenbeatmung in 40,7 % und eine supraglottische Atemwegssicherung in 12,3 %. Die Erfolgsrate lag bei dem Versuch einer intratrachealen Intubation bei 65,7 % und 94,7 % bei der Einbringung einer supraglottischen Atemwegssicherung. (73)

Der Anteil an Erkrankungen der Atemwege bei den Einsatzursachen sinkt von 17 % im Säuglingsalter auf 6 % im Erwachsenenalter. Der Pseudokrapp stellt die häufigste in den Atemwegen begründete Einsatzursache bei Kleinkindern dar. (74)

Reanimation und Kardiologie

Die Inzidenzrate des Herz-Kreislauf-Stillstandes beträgt bei Säuglingen 72,71-75,3, bei Kindern 3,7 und bei Adoleszenten 6,3-8,9 pro 100,000 Personenjahren (person-years). (75, 76)

Wie bei erwachsenen Reanimierten ist auch die Überlebenschance und das sogenannte Outcome (neurologisches Defizit im Vergleich zum Zustand vor der Reanimation) von reanimierten pädiatrischen Patienten schlecht und ein großer Teil der Reanimierten leidet unter neurologischen Langzeitschäden. (77) 3,3 % der Säuglinge, 9,1 % der Kinder und 8,9 % der Heranwachsenden überleben einen außerhalb des Krankenhauses aufgetretenen Herz-Kreislauf-Stillstand, insgesamt liegt die Überlebensrate des Herz-Kreislauf-Stillstandes bei 6,4-10,2 % im Vergleich zu 4,5 % bei Erwachsenen. In einer von Law AK et al. (2018) in Hongkong durchgeführten Studie wurden 13,2 % der reanimierten pädiatrischen Patienten mit einem guten neurologischen Outcome aus dem Krankenhaus entlassen, insgesamt konnten 20,8 % der Patienten aus dem Krankenhaus entlassen werden. (72, 75, 78)

Die Wahrscheinlichkeit für die Entlassung aus dem Krankenhaus nach einem OHCA steigt, wenn die Basismaßnahmen der Herz-Lungen-Wiederbelebung von Laien durchgeführt werden, ein ROSC bereits präklinisch erreicht wird und ein ROSC innerhalb von 30 Minuten eintritt. Eine höhere Überlebenschance gab es in Regionen mit vielen OHCA in Anwesenheit von Rettungsdienstpersonal, mit einer hohen Rate an Laienreanimationen und Defibrillationen durch den Rettungsdienst. Relativ gering ist die Überlebenschance bei Säuglingen, unbeobachteten OHCA, einer Asystolie als initialem Rhythmus und einer Region mit insgesamt schlechten OHCA-Ergebnissen. Hohe Überlebensraten sind mit perinatalen und adoleszenten Patienten feststellbar. (75)

Zugangsmanagement

Insbesondere im Kleinkindalter ist ein intraossärer Zugang eine empfohlene und viel genutzte Alternative zur Etablierung eines Gefäßzugangs im Rahmen von Reanimationsmaßnahmen. In einer deutschen Studie an pädiatrischen Leichnamen konnte gezeigt werden, dass 16 von 34 intraossären Zugängen (=47 %) keinen Zugang zum Gefäßsystem etabliert hatten. Auch in der Analyse von Pifko et al. wurde bei pädiatrischen Patienten unter 8 kg nur eine Erfolgsrate für die Etablierung eines intraossären Zugangs von 47-55 % erreicht, bei einem Körpergewicht von über acht Kilo war die Erfolgsrate merklich höher. Die Gründe für die im Vergleich zur Anwendung beim Erwachsenen hohen Misserfolgsraten können die stärkere psychische Belastung im Rahmen der Versorgung von pädiatrischen Patienten sein, aber auch die anatomischen Unterschiede in Knochenaufbau und -größe. Die intraossären Zugangssysteme wurden primär

für den Erwachsenenknöchel entwickelt. (79, 80)

Auch die Etablierung von intravenösen Zugängen wird von medizinischem Personal oft als schwierig angesehen, insbesondere bei pädiatrischen Patienten. Inzwischen werden auch neue technische Verfahren diskutiert und angewendet, die auch bei schwierigen Venensituationen bei Kleinkindern die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Etablierung eines intravenösen Zugangs erhöhen. So kann zum Beispiel Licht im Nahinfrarot-Bereich auf die Haut gestreut werden, das vom Hämoglobin des Blutes absorbiert wird und so geeignete Venen besser sichtbar werden lässt. (81)

Versorgung von Geburten

Die Versorgung von Geburten ist insbesondere in urbanen Regionen eine seltene Einsatzursache für den Rettungsdienst. In 13 % der Einsätze, bei denen Gebärende in urbanen Gebieten versorgt werden, findet die Geburt vor dem Eintreffen im Zielkrankenhaus statt. (82) Die Morbidität und Mortalität nach einer ungeplanten Geburt außerhalb des Krankenhauses betrug in einer französischen Studie 6,3 %. (83) Die Versorgung von Schwangeren und Neugeborenen stellt eine Herausforderung für Notärzte dar. Insgesamt sind Geburten eine seltene Einsatzursache in der präklinischen rettungsdienstlichen Versorgung, weshalb Notärzte nur wenig Übung in der Versorgung von Geburten haben. In einer deutschen Studie, die auch nicht-urbane Gebiete einschloss, fand die Entbindung in 45 % der Fälle präklinisch statt, oft an suboptimalen Orten hinsichtlich der Versorgung, was wiederum auch die Belastung der Notärzte und des sonstigen Rettungsdienstpersonals steigert. (84) Viele Sanitäter schätzen ihre Ausbildung in Bezug auf die Versorgung von Geburten als unzureichend ein. (85)

Neurologie

Neurologische Notfälle sind insbesondere bei Kleinkindern häufig. In dieser Altersgruppe stellen Erkrankungen des ZNS in fast 40 % der Einsätze die Einsatzursache dar. Ein Großteil hiervon sind Krampfanfälle. Bei Schulkindern und Jugendlichen nimmt der Anteil merklich ab, nur noch 10 % der Einsätze sind in Erkrankungen des ZNS begründet, auch in diesen Altersgruppen sind Krampfanfälle die häufigste neurologische Einsatzursache. (74)

Fehler und Probleme in der Behandlung

Insgesamt treten Behandlungsfehler bzw. -probleme bei pädiatrischen OHCA häufig auf. In 87 % US-amerikanischer OHCA-Fällen bei pädiatrischen Patienten traten Behandlungsprobleme auf. Vor allem traten Fehler bzw. Probleme bei der Dosierung und der zeitlich korrekten Applikation von Notfallmedikamenten auf, aber auch beim Atemwegsmanagement. Auch wurden Medikamente angewendet, die nach der jeweils gültigen Leitlinie nicht mehr anzuwenden waren.

(86)

1.2.3 Therapie des Herz-Kreislauf-Stillstandes im Kindesalter

Für Neugeborene (bis 28. Lebenstag), Säuglinge (< 1 Jahr) und Kinder (1 Jahr bis Pubertät) wurden gesonderte Richtlinien für die Therapie des Herz-Kreislauf-Stillstandes erstellt. (87)

Herz-Kreislauf-Stillständen bei Kindern liegen häufiger extrakardiale Ursachen zugrunde, wie beispielweise respiratorische Erkrankungen. Die häufigste akzidentielle Ursache für einen Herz-Kreislauf-Stillstand im Kindesalter sind Ertrinkungsunfälle. (69)

Die ERC hat ihre Empfehlungen für Kinder im Jahr 2010 geändert. Fortan sollen bei Kindern vor dem Erreichen der Pubertät durch Laienhelfer ein Verhältnis von 30 Thoraxkompressionen zu zwei Beatmungen durchgeführt werden. In den finnischen Leitlinien (Käypä Hoito) und auch in der Leitlinie der ERC werden noch im Jahr 2015 bzw. 2016 für Kinder ein Verhältnis von 15 Thoraxkompressionen zu zwei Beatmungen empfohlen, unabhängig davon, ob es sich um professionelle Helfer oder Notfallzeugen handelt. Allerdings dürfen vor allem Laien auch das für Erwachsene empfohlene Verhältnis von 30:2 anwenden. (87, 88)

Für professionelle Helfer wird vor allem für die Zwei- oder Mehrhelfermethode ein Verhältnis von 15 Thoraxkompressionen zu zwei Beatmungen angeraten. Als Zielfrequenz wird die gleiche Frequenz wie bei Erwachsenen empfohlen, 100 bis 120 Thoraxkompressionen pro Minute bei einer Kompressionstiefe von etwa 5 cm bei Anwendung einer oder beider Hände.

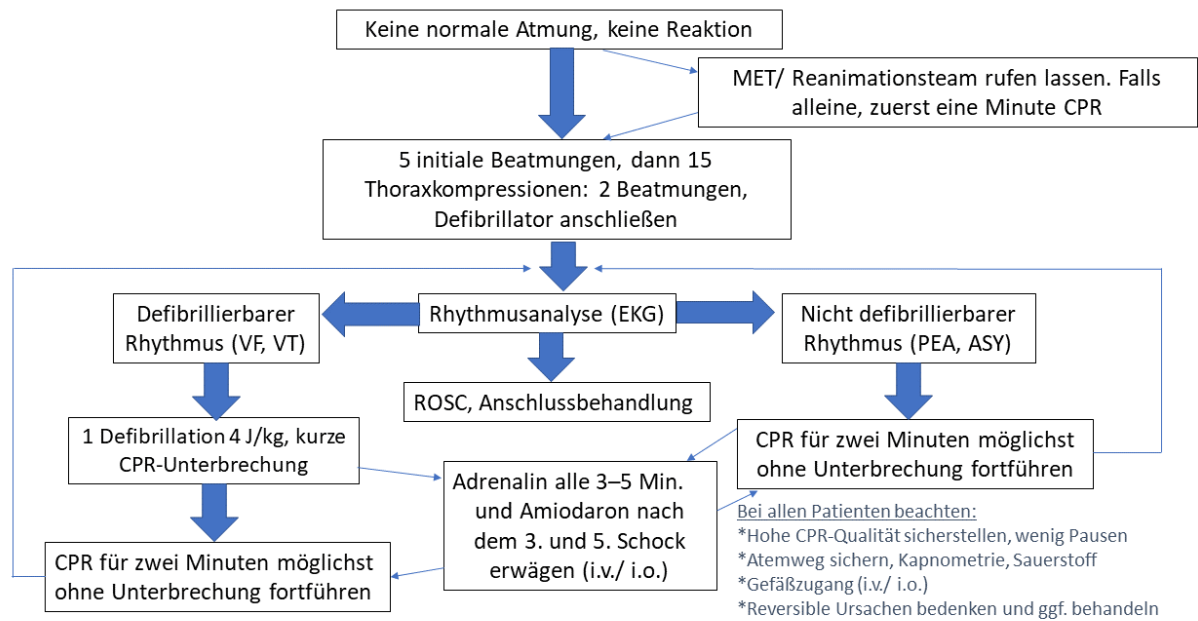
Bei Säuglingen wird fortan eine Kompressionstiefe von etwa 4 cm empfohlen. Zur Thoraxkompression kommen entweder die Zwei-Daumen-Methode oder die Zwei-Finger-Methode zum Einsatz.

Der Einsatz von automatischen externen Defibrillatoren (AED) wird nur bei Kindern in einem Alter von mehr als einem Jahr empfohlen. Hierbei müssen bei Kindern von 1 bis 8 Jahren pädiatrische Defibrillationselektroden eingesetzt werden, die eine Energie von 50-75 Joule applizieren. Bei nicht-automatischen Geräten wird eine Jouleanzahl von 4 Joule pro Kilogramm Körpergewicht empfohlen. In Ausnahmefällen können AEDs jedoch auch bei Kindern unter einem Jahr ggf. auch mit Defibrillationselektroden für Erwachsene eingesetzt werden.

Für Neugeborene werden auch nach der Änderung von 2010 Basismaßnahmen in einem Verhältnis von drei Thoraxkompressionen zu einer Beatmung angeraten. (87)

Prinzipiell werden bei Neugeborenen, Säuglingen und Kindern im Rahmen von Reanimationen die gleichen Medikamente wie bei Erwachsenen angewendet, allerdings in anderen Dosierungen. Adrenalin wird in einer Dosierung von 0,01 mg pro kg Körpergewicht empfohlen. (87)

Abbildung 2: Die aktuellen Reanimationsempfehlungen für professionelle Helfer bei pädiatrischen Patienten



MET= Medical Emergency Team, Team für medizinische Notfälle; CPR=kardiopulmonale Reanimation, cardiopulmonary resuscitation; VF=Ventricular fibrillation, Kammerflimmern; VT=Ventricular tachycardia, ventrikuläre Tachykardie; EKG=Elektrokardiogramm; PEA=Pulslose elektrische Aktivität; ASY=Asystolie; ROSC=Return of spontaneous circulation, Rückkehr des spontanen Kreislaufs; i.v.=intravenös; i.o.=intraossär

1.3 Systemvergleich Deutschland - Finnland

Es gibt verschiedene rettungsdienstliche Versorgungsstrategien, bei denen verschieden ausgebildetes Personal und andere Herangehensweisen („stay and play“ gegenüber „load and go“) zum Einsatz kommen. Die Bilanzen dieser Strategien werden aktuell insbesondere in Anbetracht von Personal- und Ressourcenknappheit diskutiert.

Einerseits gibt es den deutsch-französischen Ansatz, in dem abhängig von der Art des Notfalls auch ärztliches Personal zum Patienten transportiert wird, das dort lebenserhaltende Maßnahmen durchführt. Schwergradige medizinische Notfälle werden in der Regel durch speziell ausgebildete Ärzte betreut. (89, 90) Im Gegensatz hierzu gibt es den US-amerikanischen oder finnischen Ansatz, bei dem die präklinische Versorgung in der Regel von nicht-ärztlichem Rettungsdienstpersonal, den sogenannten „Paramedics“ oder „ensihoitajat“ (Sanitäter), durchgeführt wird. (91) Damit verbunden sind auch verschiedene Ansätze in der Versorgung von Notfallpatienten. Im notärztlichen System wird oft eine maximal mögliche Erstversorgung am Einsatzort durchgeführt, wohingegen in paramedizinischen Systemen in der Regel nur eine sehr eingeschränkte Versorgung vor Ort durchgeführt wird und das primäre Ziel der Transport des Patienten in ein geeignetes Krankenhaus mit der dort durchgeführten Weiterversorgung ist. (90) Für das deutsch-französische System, bei dem ein besser qualifizierter und ausgebildeter Notarzt beispielsweise im Falle eines präklinischen Herz-Kreislauf-Stillstandes leitend die Reanimation durchführt, wird in der Studie von Fischer et al. ein Überlebensvorteil für den Patienten belegt. (92) In der Studie von Borowicz et al. wird für die Behandlung eines ST-Hebungsinfarktes kein Vorteil für das Outcome durch die Behandlung durch einen Arzt im Rahmen des Rettungsdiensteinsatzes ermittelt, allerdings auch kein Nachteil. (93) Für andere, schwere Krankheitsbilder (z.B. Schädelhirntraumata) wurde für notarztbesetzte Rettungsmittel im Vergleich zu mit Paramedics besetzten Rettungsmitteln ein Überlebensvorteil belegt. (94) Paramedizinisch orientierte Systeme mit telemedizinischer Unterstützung durch Ärzte können vergleichbare Ergebnisse in der Behandlung von akuten Koronarsyndromen erzielen. Das Ergebnis war in der Studiengruppe von Brokmann et al. sogar leitliniengerechter bei der Versorgung mit Sauerstoff als in der Gruppe mit Notarztversorgung vor Ort. (95)

In den letzten Jahren hat sich zunehmend gezeigt, dass die Behandlung vieler lebensbedrohlicher Erkrankungen ausgesprochen zeitkritisch ist. Ein zufriedenstellendes Behandlungsergebnis kann oft nur erreicht werden, wenn die entsprechenden Therapiestrategien möglichst frühzeitig im Krankheitsverlauf zum Einsatz kommen. (96) Für einige Erkrankungen, wie zum Beispiel den akuten Myokardinfarkt, wurden daher enge Zeitfenster definiert, innerhalb derer die Therapie

eingeleitet werden sollte. (97) In der Diskussion um das eingesetzte Rettungsmittel, Personal und die Gerätschaften spielen Faktoren, wie zum Beispiel die Bevölkerungsdichte, eine Rolle. (98)

1.4 Entwicklung und Organisation des Rettungsdienstes

Bereits zur Zeit Napoleons im 18. Jahrhundert wurden spezielle Fahrzeuge eingesetzt, um Notfallpatienten, in diesem Fall verwundete Soldaten, nach einer primären Behandlung vom Schlachtfeld zu transportieren. Ziel des Transports war u.a. die weitergehende medizinische Versorgung des Betroffenen in einer medizinischen Einrichtung. (99) Zuerst für den Krieg geplant, wurde das Konzept später ausgeweitet. Seit dieser Zeit hat sich der Rettungsdienst weiterentwickelt und ist heute in der westlichen Welt auch für die allgemeine Bevölkerung verfügbar. (100) Moderne Rettungswagen (engl. ambulances) sind in der westlichen Welt meist mit vielseitigem rettungsmedizinischem Arbeitsgerät ausgestattet und mit rettungsmedizinisch unterschiedlich geschultem Personal besetzt. (54)

Der Rettungsdienst wird in einigen Regionen und Staaten der Welt von staatlichen Stellen organisiert und ausgeführt, in anderen werden private Leistungserbringer von staatlichen Stellen mit der Durchführung der rettungsdienstlichen Aufgaben beauftragt oder rettungsdienstliche Aufgaben privat organisiert, oder alles geschieht gleichzeitig. Vor allem in Entwicklungsländern gibt es u.U. keinen umfassend staatlich organisierten Rettungsdienst, sondern diese Funktion wird vor allem von nicht-kommerziellen und kommerziellen Initiativen bzw. Anbietern ausgeführt, die die Akutbehandlung eines Erkrankten und den Transport im Rettungswagen anbieten. In diesen Ländern wird nur ein sehr eingeschränkter Teil der akut erkrankten Menschen mit einem Rettungswagen in die Notaufnahme transportiert. (100-102) Die Situation der Rettungsdienstorganisation ist also weltweit weiterhin sehr heterogen, wie auch die Anforderungen an das Personal und die konkreten Versorgungsstrategien. (89-91)

1.5 Besonderheiten in Deutschland

Zum Zeitpunkt der Datenerhebung betrug die Ausbildungsdauer zum Rettungsassistenten zwei Jahre. Im ersten Ausbildungsjahr fand die theoretische Ausbildung statt und im zweiten Ausbildungsjahr die praktische. Die Ausbildung zum Rettungsassistenten war im Gesetz über den Beruf der Rettungsassistentin und des Rettungsassistenten bundeseinheitlich geregelt. (103) Mit Wirkung zum 1. Januar 2014 wurde die Qualifikationsbezeichnung eines Notfallsanitäters eingeführt, der die Qualifikationsbezeichnung Rettungsassistent ablöste. Die Ausbildungszeit in Vollzeitform beträgt nunmehr drei Jahre. Sie besteht aus theoretischem und praktischem

Unterricht und einer praktischen Ausbildung. Die Ausbildung schließt mit einer staatlichen Prüfung ab. (104) Sowohl Rettungsassistenten als auch Notfallsanitäter durften bzw. dürfen bestimmte lebensrettende Maßnahmen im Rahmen der Notkompetenz durchführen, falls kein Notarzt rechtzeitig am Einsatzort eintrifft. (105)

Ein Notarzt ist ein Arzt, der eine notärztliche Zusatzbezeichnung durch Erfüllen der notwendigen Voraussetzungen erreicht hat. Es ist von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich geregelt, welche genauen Voraussetzungen ein Arzt mitbringen muss, um die Zusatzbezeichnung Notfallmedizin zu erlangen. Von der Bundesärztekammer wurde eine Zusatzbezeichnung Notfallmedizin (ZBN) in die Musterweiterbildungsordnung eingeführt und ein Curriculum festgelegt. Ziel war die Vereinheitlichung der ehemals von Bundesland zu Bundesland unterschiedlichen Voraussetzungen für die Aufnahme einer Tätigkeit als Notarzt. Diese wurde in den meisten Bundesländern in dieser oder einer ähnlichen Form als Voraussetzung für die Tätigkeit als Notarzt übernommen. Vorgesehen sind eine sechsmonatige Tätigkeit in der Intensivmedizin, Anästhesie oder in der Notaufnahme, 50 Einsätze auf einem notarztbesetzten Rettungsmittel und der Nachweis einer bestimmten Anzahl rettungsmedizinisch relevanter Eingriffe (beispielsweise von endotrachealen Intubationen). Die Zusatzbezeichnung kann in der Regel frühestens nach einer 24-monatigen klinischen Tätigkeit erteilt werden. (106) Für die Zusatzweiterbildung Notfallmedizin war es beispielsweise am 03.01.2017 im Wirkungsbereich der Ärztekammer Berlin erforderlich, folgende Fortbildungszeiten vorzuweisen:

24 Monate Weiterbildung in einem Gebiet der unmittelbaren Patientenversorgung im stationären Bereich bei einem Weiterbildungsbefugten an einer Weiterbildungsstätte, sechs Monate Weiterbildung auf einer Intensivstation, sechs Monate Weiterbildung im Fachgebiet Anästhesiologie oder in der Notfallaufnahme unter Anleitung eines Weiterbildungsbefugten, Teilnahme an einem Kurs von insgesamt 80 Stunden, 50 Einsätze mit notfallmedizinisch relevantem Spektrum im Notarztwagen oder Rettungshubschrauber, davon mindestens zehn in Begleitung eines Facharztes mit Zusatzbezeichnung Notfallmedizin. (107)

In der Bundeshauptstadt Berlin, mit 3,4 Millionen Einwohnern, wird der Rettungsdienst durch die Berufsfeuerwehr organisiert. Die Anzahl an Rettungsmitteln sind im Verlauf sukzessive gestiegen. Inzwischen (Stand 2020) stehen abhängig von der Tageszeit mehr als 120 Rettungswagen (RTW), 25 Notarzt-Einsatzfahrzeuge (NEF) und zwei Rettungshubschrauber/ Intensivtransporthubschrauber zum Einsatz bereit. (59)

Beispielsweise in der Bundeshauptstadt Berlin gab es in der Vergangenheit einen Geburtshilfewagen, der auf Geburten bzw. Neugeborene spezialisiert war, dieses Rettungsmittel

wurde jedoch 2004 ersatzlos gestrichen. (108) Pädiatrische Patienten und Geburten werden seitdem von allen Berliner Notarztefahrzeugen versorgt. Die mit einem Notarzt besetzten Rettungsmittel werden durch die Leitstellen nicht zu allen medizinischen Notfällen alarmiert, sondern nur bei Vorliegen bestimmter Symptome oder Einschränkungen der Vitalfunktionen beim Patienten. Die Berliner Feuerwehr wird pro Jahr zu etwa 2000 leblos aufgefundenen Patienten alarmiert. (109)

1.6 Besonderheiten in Finnland

In den nicht-urbanen Teilen Finnlands besteht kein System, das eine unmittelbare Versorgung von Notfallpatienten durch Notärzte ermöglicht. Notfallpatienten werden primär ausschließlich von anderem Rettungsdienstpersonal behandelt. In Finnland gab es zum Zeitpunkt der Untersuchung fünf mit Notärzten besetzte Rettungshubschrauber (Helsinki, Turku, Tampere, Kuopio, Oulu), derzeit gibt es an den vorher genannten Standorten sowie in Rovaniemi (Lappland) wenigstens zeitweise mit Ärzten besetzte Rettungshubschrauber. Innerhalb von 30 Minuten können etwa 70 Prozent der finnischen Bevölkerung von einem arztbesetzten Rettungshubschrauber erreicht werden. Diese befinden sich in der Regel in der Nähe der medizinischen Universitätsfakultäten. Die eingesetzten Ärzte sind in der Regel Fachärzte für Anästhesie. (110)

Zum Sanitäter („ensihoitaja“) kann man sich in Finnland an Fachhochschulen ausbilden lassen. Die empfohlene Studiendauer beträgt vier Jahre und beinhaltet 240 Studienanrechnungspunkte. 75 Studienanrechnungspunkte, also 31.25 % der gesamten Studienanrechnungspunkte, werden in Form von Praktika erreicht. Sanitäter erhalten von der Verwaltungs- und Überwachungsbehörde Valvira mit ihrem Abschluss ebenfalls die Erlaubnis als Krankenpfleger/ -schwester arbeiten zu können. (111)

Die in diese Untersuchung eingeschlossenen finnischen Rettungsstützpunkte sind mindestens 50 km von den Notarzt-Rettungshubschrauberstützpunkten entfernt, sodass nur Sanitäter eingeschlossen wurden, die zumindest primär die Notfallpatienten selbstständig behandeln müssen.

2. Fragestellung

2.1 Hypothese zur Reanimationssituation

Grundlage der vorliegenden klinischen Studie ist die Hypothese, dass die Überlebenschancen von präklinischen Reanimationspatienten tageszeitabhängig sind und auch andere Faktoren, wie die Durchführung einer kardiopulmonalen Reanimation durch Laien, einen Einfluss auf das Outcome haben.

2.2 Hypothese zur pädiatrischen Notfallversorgung

Grundlage ist die Hypothese, dass Einsätze mit pädiatrischen Patienten das Rettungsdienstpersonal vor größere Herausforderungen stellen als Einsätze mit erwachsenen Patienten, wobei der Ausbildungs- und Erfahrungsstand der Rettungskräfte einen Einfluss hat.

2.3 Hypothese zum Vergleich des deutschen und finnischen Rettungsdienstsystems

Grundlage ist die Hypothese, dass die rettungsdienstlichen Versorgungsmöglichkeiten bezüglich ausgewählter Parameter im finnischen paramedizinisch orientierten und deutschen notärztlich orientierten Rettungsdienstsystem gleich sind.

3. Material und Methoden

3.1 Reanimationsstudie auf dem NEF 2505

Es wurden 469 Reanimationsentscheidungen des am Berliner Charité Campus Virchow-Klinikum stationierten Notarzteinsatzfahrzeuges (bis zum Jahr 2008 Notarztwagen) erfasst und analysiert. Das Notarzteinsatzfahrzeug wird pro Jahr zu etwa 6000 Notfalleinsätzen alarmiert. Erfasst wurde ein Zeitraum von vier Jahren, von September 2005 bis Mai 2009.

Augenmerk wurde vor allem auf die Frage gelegt, welche Bedingungen das Outcome einer Reanimation beeinflussen. Wie im Einleitungsteil dargestellt, wird unter anderem die Durchführung des Basic Life Support durch Laien als relevant für den potenziellen Erfolg von Reanimationsbemühungen eingeschätzt. Erfasst wurde, ob und wie oft Reanimationen durch Laien bei den Reanimationseinsätzen durchgeführt wurden.

Unterschieden wird in Off-Hour-Zeiten von 16-8 Uhr (Dienstzeiten) und On-Hour-Zeiten von 8-16 Uhr (reguläre Arbeitszeiten, normale Geschäftszeiten).

In einem anonymisierten Fragebogen wurden Daten zur erfolgten Reanimationsentscheidung und ggf. Reanimation abgefragt. Der Fragebogen wurde von den Notärzten des Notarztstützpunktes am Virchow-Klinikum der Charité nach einer erfolgten Reanimationsentscheidung bzw. erfolgten Reanimation ausgefüllt.

Zusätzlich zum prospektiven Teil der Studie wurden in einem retrospektiven Teil notärztliche Protokolle von erfolgten Reanimationsentscheidungen/ erfolgten Reanimationen analysiert.

Die Durchführung der Studie wurde durch die Ethikkommission der Charité beraten und genehmigt (EA2/098/08).

3.1.1 Einschlusskriterien

Der Einschluss von Patienten in die Studie erfolgte im Zeitraum von September 2005 bis Mai 2009 auf dem Notarztwagen/Notarzteinsatzfahrzeug 2505 am Charité Campus Virchow-Klinikum.

Als Einschlusskriterien wurden gefordert:

- Alter 0 bis 115 Jahre
- Vorliegen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes
- Reanimationsentscheidung eines Notarztes des am Charité Campus Virchow-Klinikum stationierten Notarztwagen/Notarzteinsatzfahrzeugs

3.2 Pädiatrische Notfälle und deutsch-finnische Studie

Im Rahmen der Erfassung der Einsätze mit Vorliegen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes wurden auch die Einsatzdaten des NEF 2505 inklusive Diagnose erfasst, bei denen ein pädiatrischer Patient (< 18 Jahre) versorgt wurde.

Zusätzlich wurde ein Fragebogen (siehe Anhang) erstellt und sowohl Notärzten in Deutschland als auch Sanitätern in Finnland (ins Finnische übersetzt) zugesendet. Für die Zusendung der Fragebogen zu pädiatrischen Notfällen wurden Genehmigungen der entsprechend zuständigen Behörde, des zuständigen Krankenhauses oder der zuständigen Rettungsdienstorganisation eingeholt. Sowohl Notärzten in eher nicht-urbanen Gegenden in ganz Deutschland als auch Sanitätern („ensihoitajat“) in eher nicht-urbanen Gegenden Finnlands wurde nach erteilter Forschungsgenehmigung der Fragebogen in deutscher bzw. finnischer Sprachversion zugeschickt. Die Notärzte bzw. Sanitäter wurden gebeten die Fragen in Selbsteinschätzung zu beantworten. Die Erhebung fand zwischen März 2011 und November 2013 statt.

Für die Durchführung der Studie wurden Forschungsgenehmigungen der Krankenversorgungsbezirke Västra Nylands sjukvårdsområde und Lapin sairaanhoitopiiri eingeholt. Ein ethisches Votum war im Rahmen der Durchführung aufgrund der Natur dieser Teiluntersuchung (Fragebogen an medizinisches Personal, nicht an Patienten, keine Erfassung von patientenbezogenen Daten) nicht erforderlich.

3.2.1 Einschlusskriterien

In Deutschland:

- Alle freiwillig teilnehmenden in Deutschland tätigen Notärzte, die an zufällig ausgewählten Stützpunkten im Bundesgebiet tätig sind. Bei der zufälligen Auswahl der Stützpunkte wurde berücksichtigt, dass alle geografischen Großregionen vertreten sind. Die Stützpunktleiter zufällig ausgewählter Stützpunkte (u.a. Klinikum Parchim, Klinikum Fichtelgebirge, Klinikum Konstanz, Krankenhaus Düren) wurden mit der Bitte kontaktiert, den im Anhang aufgeführten Fragebogen auszudrucken bzw. die ausgedruckt zugesandten Exemplare auszulegen und den notärztlichen Kollegen zur Verfügung zu stellen. Es wurden 90 Rückantworten erreicht. Im Zusammenhang der zentral erfolgten Zusendung per E-Mail kann eine genaue Rücklaufquote nicht ermittelt werden.

In Finnland:

- Alle freiwillig teilnehmenden in Finnland tätigen Sanitäter („ensihöitajat“), die an zufällig ausgewählten Stützpunkten in Finnland tätig sind. Bei der zufälligen Auswahl der Stützpunkte wurde berücksichtigt, dass alle geografischen Großregionen vertreten sind. Es wurden Stützpunktleiter zufällig ausgewählter Stützpunkte (u.a. Kuusamo, Taivalkoski, Tammisaari, Vaasa) mit der Bitte kontaktiert, den im Anhang aufgeführten Fragebogen auszudrucken bzw. die ausgedruckt zugesandten Exemplare auszulegen und den Sanitätern zur Verfügung zu stellen. Es wurden 81 Rückantworten erreicht. Im Zusammenhang der zentral erfolgten Zusendung per E-Mail kann eine genaue Rücklaufquote nicht ermittelt werden.

Im verwendeten Fragebogen wurde eine numerische Selbsteinschätzungsskala von 1-10 angewendet, wobei für die Extremwerte konkrete Beschreibungen angegeben wurden, nämlich 1=gar nicht sicher bzw. sehr schlecht und 10=sehr sicher bzw. sehr gut. Die Einschätzung wurde von den Teilnehmern subjektiv vorgenommen, auch die Anzahl an durchgeführten Eingriffen (zum Beispiel Intubationen) wurden subjektiv nach der Erinnerung der Teilnehmer angegeben. Eine numerische Skala wurde gewählt, um eine reliable statistische Auswertung zu ermöglichen.

3.3 Statistische Analyse

Die statistische Analyse der erhobenen Daten wurde mit Hilfe der Software MedCalc Version 12.3.0.0 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgien) durchgeführt. Im Rahmen der Datenverteilungsanalyse konnte keine Gaußsche Normalverteilung nachgewiesen werden. Die Analyse der Ergebnisse erfolgte deshalb mittels statistischer Tests für nicht parametrisch verteilte Daten. Diese sind unempfindlicher gegenüber statistischen Ausreißern bei kleinen Populationen und sind gleichzeitig auch für die Analyse normalverteilter Daten geeignet. Die grafische Darstellung und Verarbeitung der Ergebnisse erfolgte mit Microsoft Word und Powerpoint (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). Die Grafiken wurden mit Hilfe von Microsoft PowerPoint, Microsoft Word und Microsoft Excel erstellt und bearbeitet. Als statistische Methoden kamen zum Einsatz: Mann-Whitney-Test, Chi-Quadrat-Test. Statistische Signifikanz bestand bei $p < 0,05$. Aufgrund der nicht-parametrischen Verteilung sind die Daten im Text, in Tabellen und Grafiken als Median (25.-75. Perzentile) oder als absolute Zahlen mit dem prozentualen Anteil am Gesamtkollektiv angegeben.

4. Ergebnisse

Es werden die Ergebnisse der Auswertung am Berliner Notarztstützpunkt 2505, eine Analyse und die Ergebnisse zu Kindernotfällen und der Vergleich der unterschiedlichen Rettungsdienstsysteme dargestellt.

4.1 Überleben nach präklinischer Reanimation unter Berücksichtigung der Tageszeit

Insgesamt wurden 469 Reanimationen erfasst, die von September 2005 bis Mai 2009 durch Notärzte des am Berliner Charité Campus Virchow-Klinikum stationierten Notarzteinsatzfahrzeuges durchgeführt wurden. Bei 410 der 469 Einsätze (=87,4 %) wurde entschieden, Reanimationsmaßnahmen einzuleiten, in 59 der 469 Fälle (=12,6 %) wurde vom eingesetzten Notarzt von Reanimationsmaßnahmen abgesehen. Die Einsätze wurden unterteilt in Einsätze, die zur normalen Geschäftszeit (8-16 Uhr, „On hour“) stattfanden, und in Einsätze, die außerhalb dieser Zeit (16-8 Uhr, „Off hour“) versorgt wurden. In beiden Zeitgruppen wurden nahezu gleiche Ergebnisse hinsichtlich des ROSC erreicht, in der On-hour-Gruppe tritt ein ROSC in 43 % und in der Off-hour-Gruppe in 40 % auf. Die Patienten waren zu 66 % (n=272) männlich und 34 % (n=138) weiblich. Der Anteil männlicher Patienten unterschied sich zwischen der „On hour“- und der „Off hour“-Gruppe nicht wesentlich (65 % gegenüber 66 %; Tabelle 2). Beide Gruppen („On hour“ und „Off hour“) sind auch in Hinsicht einer Mehrzahl anderer Parameter vergleichbar, so ist die Entfernung zwischen dem Stützpunkt und dem Einsatzort (3,6 km gegenüber 3,7 km), die Quote an Basic Life Support (25 % gegenüber 25 %), Kammerflimmern als Erstrhythmus (28 % gegenüber 27 %), die Quote anwesender Laienhelfer (70 % gegenüber 69 %) und das Auftreten eines ROSC (43 % gegenüber 40 %) ähnlich.

Zu On-Hour-Zeiten wurden die Patienten signifikant häufiger (44 %) als zu Off-Hour-Zeiten (21 %) an öffentlichen Orten angetroffen. Obwohl Kammerflimmern nur in 28 % bzw. 27 % der Einsätze primär vorlag, wurde bei 43 % bzw. 40 % der Patienten ein primäres ROSC (in diesem Fall Überleben bis Erreichen des Krankenhauses) erreicht.

Tabelle 1: Übersicht zu den Ergebnissen der Studie zum Reanimationsoutcome

	Fälle insgesamt n=410	On-Hour n=169 (41 %)	Off-Hour n=241 (59 %)	p-Wert
Männliches Geschlecht	272 (66 %)	110 (65 %)	160 (66 %)	0.75
Laien anwesend	286 (70 %)	118 (70 %)	166 (69 %)	0.97
Öffentlicher Ort	124 (31 %)	73 (44 %)	50 (21 %)	< 0.001
Basic Life Support	126 (26 %)	43 (25 %)	61 (25 %)	0.99
Entfernung des NEFs zum Einsatzort (km)	3,7 (3.3-3.9)	3,6 (3.1-4.0)	3.7 (3.2-4.1)	0.53
Kammerflimmern als initialer Rhythmus	112 (27 %)	48 (28 %)	64 (27 %)	0.73
ROSC	170 (41 %)	72 (43 %)	97 (40 %)	0.74

Als „On hour“ wird die Zeit zwischen 8 und 16 Uhr definiert und die restliche Zeit der Off-Hour-Gruppe zugerechnet. Insgesamt wurden 410 Fälle mit erfolgter Reanimation erfasst, 169 in der On-Hour-Gruppe und 241 in der Off-hour-Gruppe. ROSC=Return of spontaneous circulation, Rückkehr des spontanen Kreislaufs; NEF=Notarzteinsatzfahrzeug.

4.2 Pädiatrische Notfälle des Notarzteinsatzfahrzeuges 2505 Berlin-Wedding

Eingeschlossen wurden insgesamt 215 pädiatrische Notfalleinsätze des am Charité Campus Virchow-Klinikum in Berlin-Wedding stationierten Notarztwagens bzw.

Notarzteinsatzfahrzeuges, die sich im Zeitraum vom 01.07.2006 bis zum 05.01.2009 ereigneten.

Der insgesamt häufigste Einsatzgrund ist der Fieberkrampf und somit ist die häufigste zugrundeliegende Einsatzursache eine neurologische Erkrankung, gefolgt von chirurgischen Einsatzursachen. Reanimationen liegen in 3,86 % der Einsätze als Einsatzursache vor.

Tabelle 2: Prozentuale Anteile bestimmter Notfallgruppen/ Notfälle

Notfallart	Prozentualer Anteil an allen Notfällen
Neurologische Notfälle	28,37 %
Chirurgische Notfälle	25,58 %
Pneumologische Notfälle	14,41 %
Psychiatrische Notfälle	12,55 %
Verbrennungen	6,05 %
Reanimation	3,26 %
Unklare Bewusstseinsstörung	2,78 %
Andere Notfälle	7 %

*Andere Notfälle: Meningitis 0,93 %, Status nach Geburt 0,93 %, Dekompensation einer kardiologischen Erkrankung 0,93 %, Maligne Hyperthermie 0,93 %, Anaphylaxie 0,93 %, Schwangerschaft 0,47 %, hyperglykämischer Schock bei DM1 0,47 %, Notverlegung unklarerer Genese 0,47 %, Stromunfall 0,47 %, Ertrinkungsunfall 0,47 %.

Neurologische Notfälle sind in dieser Untersuchung zu 100 % Krampfgeschehen, wobei Fieberkrämpfe in mehr als der Hälfte der Fälle eindeutig als Einsatzursache im Einsatzprotokoll vermerkt wurden. Auch ein Teil der als Krampfanfall unklarerer Genese erfassten Einsätze können Fieberkrampfgeschehen darstellen. Nur 15 % der neurologischen Einsatzursachen sind eindeutig anderen Ursachen als einem Krampfgeschehen im Rahmen einer fieberhaften Erkrankung zuzuordnen. Insgesamt liegt in 52,5 % der Einsätze neurologischer Natur ein Fieberkrampf vor, in 32,7 % ein Krampfanfall unklarerer Genese, in 8,2 % ein Status epilepticus und in 6,6 % ein Krampfanfall bei bekannter Epilepsie.

Bei chirurgischen Notfällen liegen vor allem Traumata verschiedener Genese vor. Am häufigsten mit einem Anteil von jeweils 20 % wurden Schädel-Hirn-Traumata und pädiatrische Patienten nach Verkehrsunfällen behandelt.

Die häufigste pneumologische Einsatzursache ist der Pseudokrapp, die häufigste psychiatrische Einsatzursache ist das Hyperventilationssyndrom (4,2 % aller Einsätze).

Zu den seltenen Einsatzursachen (weniger als 1 % der Einsätze) zählen in dieser Untersuchung die Meningitis, der Status nach Geburt, die kardiologische Dekompensation im Rahmen einer Grunderkrankung, die maligne Hyperthermie, die Anaphylaxie, Schwangerschaften, der

hyperglykämische Schock bei Diabetes Mellitus Typ 1, Stromunfälle und Ertrinken.

Tabelle 3: Unterteilung der chirurgischen pädiatrischen Notfälle

Art des Notfalls	Prozentualer Anteil
Schädel-Hirn-Trauma	20 %
Verkehrsunfall	20 %
Fraktur obere Extremität	10,9 %
Verletzung obere Extremität	10,9 %
Sturz	10,9 %
Andere Notfälle *	27,3 %

*=Schnitt- und Stichverletzungen 7,3 %, Luxationen 7,3 %, Blutungen 5,5 %, Verletzung (Auge) 1,8 %, Verletzung (Ohrabriss) 1,8 %, Verletzung (Einklemmung) 1,8 %, Thoraxprellung 1,8 %

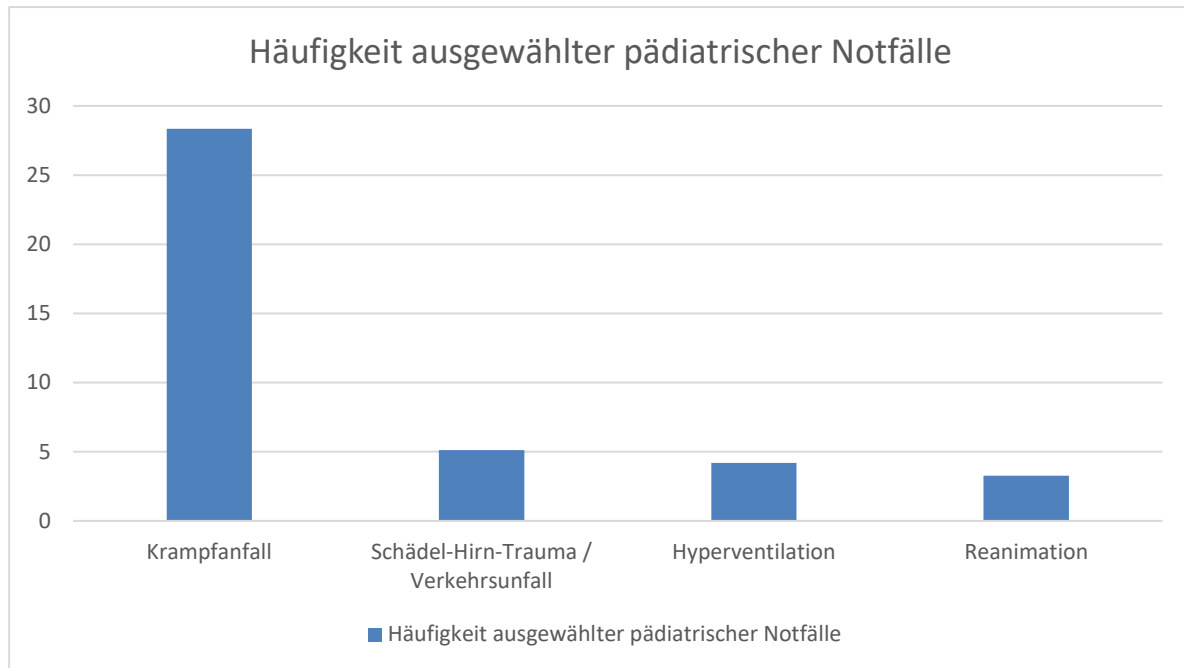
Die Gruppe der pneumologischen Notfälle ist die dritthäufigste Einsatzursachengruppe in dieser Untersuchung. Die häufigste pneumologischer Einsatzursache ist der Pseudokrupp mit 25,9 % Anteil an den pneumologischen pädiatrischen Notfällen gefolgt von Aspiration mit einem Anteil von 22,6 % und Asthma mit einem Anteil von 19,4 %.

Tabelle 4: Unterteilung der pneumologischen pädiatrischen Notfälle

Art des Notfalls	Prozentualer Anteil
Pseudokrupp	25,9 %
Aspiration	22,6 %
Asthma	19,4 %
Atemnot	12,8 %
Pneumonie/ Bronchitis	12,8 %
Atemaussetzer	6,5 %

Im Verhältnis zu Reanimationen stellen Krampfanfälle neun Mal häufiger die Einsatzursache dar, auf neun Krampfanfälle kommt also eine Reanimation. Die Häufigkeit von Krampfanfällen ist im Vergleich zum Ertrinkungsunfall in dieser urbanen Studie um den Faktor 60 höher.

Abbildung 3: Häufigkeit ausgewählter pädiatrischer Einsatzursachen auf dem NEF 2505, Berlin



4.3 Pädiatrische präklinische Notfallmedizin im deutschen notärztlichen System

Im Folgenden werden die Ergebnisse zur pädiatrischen präklinischen Notfallmedizin in Deutschland vorgestellt. Hierfür wurden die Fragebogen-Antworten von 90 in Deutschland tätigen Notärzten ausgewertet.

4.3.1 Basischarakteristika

Im Folgenden werden die von 90 in Deutschland tätigen Notärzten erzielten Antworten analysiert. Zum Zeitpunkt der Befragung sind die Notärzte bereits 5-10 Jahre (Fragebogen - Median 4 [3-5]) als Notarzt tätig gewesen.

57,95 % der Teilnehmer gaben als Facharzttrichtung Anästhesiologie an, 25 % Innere Medizin, 9,09 % Chirurgie, 3,41 % Allgemeinmedizin, 1,14 % Gynäkologie und 3,41 % gaben mehrere Facharzttrichtungen an.

Tabelle 5: Fachrichtungen der teilnehmenden Notärzte in Deutschland

Fachrichtung	N	Prozent
Anästhesie	51	57,95 %
Innere Medizin	22	25,00 %
Chirurgie	8	9,09 %
Mehrere	3	3,41 %
Allgemeinmedizin	3	3,41 %
Gynäkologie	1	1,14 %

Die eigene allgemeine Sicherheit der Studienteilnehmer in der präklinischen Versorgung von pädiatrischen Patienten wurde auf einer Selbsteinschätzungsskala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) mit 6 (4-8) bewertet. In einer Selbsteinstufungsskala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) wurde die erfahrene Ausbildung für pädiatrische Notfälle von den Notärzten mit 5 (4-7,5) bewertet.

83,9 % (n=73) der Studienteilnehmer gaben an, sich eine Fortbildung für pädiatrische Notfälle zu wünschen. 10-20 % der pädiatrischen Notarzteinsätze wurden als schwer eingeschätzt (Fragebogen-Median 2 [1-2]).

4.3.2 Atemwegsmanagement

Im Folgenden werden die Ergebnisse zum Atemwegsmanagement dargestellt.

In der Altersgruppe < 1 Jahr wurden bereits eine präklinische Intubation (0-4, Durchschnitt: 1,87) selbstständig pro Notarzt durchgeführt, in der Altersgruppe 1-8 Jahre eine Intubation (0-5, Durchschnitt 2,32), in der Altersgruppe 8-18 Jahre 5-10 Intubationen (1-6, Durchschnitt 3,49) und in der Altersgruppe Erwachsene 30-50 (5-6, Durchschnitt: 5,15). In der Altersgruppe < 1 Jahr hatten 42 % noch keine Intubation durchgeführt, in der Altersgruppe der Erwachsenen hatten 2,2 % präklinisch weniger als 5 Intubationen realisiert.

Tabelle 6: Übersicht zur Sicherheit im Atemwegsmanagement, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher)

Altersgruppe (deutsche Studiengruppe)	Median	25 %- Perzentile	75 %- Perzentile	Mittelwert
< 1 Jahr (n=89)	6	3,75	8	5,88
1-< 8 Jahre (n=89)	8	5	9	7,11
8-18 Jahre (n=89)	9	8	10	8,64
Erwachsene (n=89)	10	9	10	9,28

In der Altersgruppe < 1 Jahr wurde die Sicherheit im Atemwegsmanagement auf einer Selbsteinschätzungsskala von 1 (sehr unsicher) - 10 (sehr sicher) mit 6 (3,75-8) angegeben, wohingegen in der Altersgruppe 1-8 Jahre im Median die Sicherheit mit 8 (5-9), in der Altersgruppe 8-18 Jahre mit 9 (8-10) und bei Erwachsenen mit 10 (9-10) eingeschätzt wurde.

4.3.3 Reanimation

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu der von den Teilnehmern im Fragebogen angegebenen Reanimationserfahrung dargestellt.

Tabelle 7: Übersicht zu den bereits eigenverantwortlich präklinisch durchgeführten Reanimationen

Altersgruppe (deutsche Studiengruppe)	Median	25 %- Perzentile	75 %- Perzentile	Mittelwert	entspricht
< 1 Jahr (n=89)	0	0	2	1,12	0
1-< 8 Jahre (n=89)	0	0	1	0,87	0
8-18 Jahre (n=89)	1	0	2	1,52	1
Erwachsene (n=90)	5	4	6	4,76	30-50

In der Altersgruppe < 1 Jahr wurde im Median keine präklinische Reanimation durchgeführt, in der Altersgruppe 1-8 Jahre ebenfalls keine Reanimation, in der Altersgruppe 8-18 Jahre eine Reanimation und in der Altersgruppe Erwachsene 30-50 Reanimationen.

55,2 % der Studienteilnehmer gaben an, noch keinerlei eigenverantwortliche Erfahrung mit präklinisch durchgeführten Reanimationen in der Altersgruppe < 1 Jahr zu haben. In der Altersgruppe 1-< 8 Jahre betrug der entsprechende Anteil 61,2 % der Studienteilnehmer, in der Altersgruppe 8-18 Jahre 47,7 % und in der Gruppe der Erwachsenen 3,4 %.

Tabelle 8: Sicherheit in der Reanimation, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher)

Altersgruppe (deutsche Studiengruppe)	Median	25 % - Perzentile	75 % - Perzentile	Mittelwert
< 1 Jahr (n=88)	5	3	7	5,10
1-< 8 Jahre (n=88)	6	4	8	5,86
8-18 Jahre (n=89)	8	7	10	7,92
Erwachsene (n=90)	9	9	10	9,19

Es wurde nach der allgemeinen Sicherheit in der Reanimation verschiedener Altersgruppen gefragt. Erbeten wurde eine Selbsteinschätzung auf einer Skala von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher). In der Altersgruppe < 1 Jahr wurde die Sicherheit mit 5 (3-7) bewertet, in der Altersgruppe 1-8 Jahre mit 6 (4-8), in der Altersgruppe 8-18 Jahre mit 8 (7-9) und in der Altersgruppe der Erwachsenen mit 9 (9-10).

4.3.4 Intravenöse und intraossäre Zugänge

95,5 % (n=85) haben bereits einen intravenösen Zugang bei Patienten im Alter von unter fünf Jahren gelegt, 4,5 % (n=4) haben in dieser Patientengruppe bisher noch keinen intravenösen Zugang gelegt. In der Selbsteinschätzungsskala von 1 (sehr schlecht) -10 (sehr gut) wurde die eigene Fähigkeit, einen intravenösen Zugang bei einem Patienten < 5 Jahren zu etablieren mit 8 (6-9) angegeben.

70,8 % (n=63) geben an, schon einmal einen intraossären Zugang etabliert zu haben. 29,2 % (n=26) geben an, noch keinen intraossären Zugang realisiert zu haben. 38,6 % (n=34) geben an, bereits einen intraossären Zugang bei Patienten etabliert zu haben, die jünger als fünf Jahre alt waren. 61,4 % (n=54) hatten noch keinen solchen Zugang in dieser Altersgruppe etabliert.

Es wurde nach der Selbsteinschätzung der Sicherheit in der Etablierung eines intraossären Zugangs gefragt, auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) wurde die Sicherheit mit 8 (5-10) angegeben. Die Sicherheit in der Etablierung eines intraossären Zugangs bei Patienten unter fünf Jahren wurde von den Teilnehmern auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) - 10 (sehr gut) selbst eingeschätzt. Die Sicherheit in der Anwendung dieser Technik wurde mit 7 (4-8,75)

angegeben. Die Sicherheit im Etablieren von intravenösen Zugängen wurde in der Altersgruppe <5 Jahre mit 8 (6-9) eingeschätzt.

4.3.5 Geburten

Es wurde(n) bereits 1 (0-2) Geburt(en) (n=86, Median = 1) pro Notarzt versorgt. 45,2 % der Teilnehmer gaben an, bisher keine Geburt eigenständig präklinisch versorgt zu haben, 54,8 % der Teilnehmer hatten zumindest eine Geburt präklinisch eigenständig betreut.

Auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) wurde die Sicherheit in der Versorgung bzw. Behandlung von Geburten mit 4 (2-6) angegeben.

4.3.6 Behandlungsfehler und kritische Ereignisse

Die Studienteilnehmer wurden gebeten, auf dem Fragebogen anzugeben, wie oft im Rahmen ihrer eigenverantwortlichen Tätigkeit als Notarzt ein kritisches Ereignis bzw. Behandlungsfehler in Selbsteinschätzung aufgetreten ist.

In der Altersgruppe <1 Jahre wurden 0 (0-1, Durchschnitt: 0,48) Vorkommnisse angegeben, in der Altersgruppe 1-< 8 Jahre 0 (0-1, Durchschnitt: 0,46), in der Altersgruppe 8-18 Jahre 0 (0-1, Durchschnitt: 0,65) und in der Altersgruppe der Erwachsenen 2 (1-3, Durchschnitt: 2,05).

Ein relativ betrachtet hoher Wert für Vorkommnisse wurde also mit 2 (1-3, Durchschnitt: 2,05) für die Altersgruppe der Erwachsenen angegeben.

Nur 7,6 % der Notärzte geben an, dass im Rahmen ihrer Tätigkeit noch kein Zwischenfall bzw. Behandlungsfehler in der Altersgruppe der Erwachsenen aufgetreten ist. In den anderen Altersgruppen betrug der entsprechende Wert 68,4 % (Altersgruppe <1 Jahr), 74,4 % (Altersgruppe 1-<8 Jahre) und 68,4 % (Altersgruppe 8-18 Jahre).

4.4 Pädiatrische präklinische Notfallmedizin im finnischen paramedizinischen System

Im Folgenden werden die Ergebnisse zur pädiatrischen präklinischen Notfallmedizin in Finnland vorgestellt. Hierfür wurden die Fragebogen-Antworten von 81 in Finnland tätigen Sanitätern ausgewertet.

4.4.1 Basischarakteristika

Der Fragebogen wurde von 81 in Finnland tätigen Sanitätern beantwortet. Zum Zeitpunkt der Befragung sind die Sanitäter im Median bereits 6-10 Jahre (Fragebogen-Median 4 [3-5]) tätig gewesen.

Die eigene allgemeine Sicherheit der Teilnehmer im Umgang mit der präklinischen Versorgung

von pädiatrischen Patienten wurde auf einer Selbsteinschätzungsskala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) mit einem Median von 6 (4-7) bewertet.

Auf einer Selbsteinstufungsskala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) bewerteten die Teilnehmer ihre Ausbildung die pädiatrische Notfallversorgung betreffend mit einem Median von 4 (3-6).

98,7 % (n=77) der Teilnehmer gaben an, sich eine Fortbildung für pädiatrische Notfälle zu wünschen, nur 1,3 % wünschen sich keine entsprechende Fortbildung.

10-20 % der pädiatrischen Rettungsdiensteinsätze wurden als schwer eingeschätzt. 32,9 % der Teilnehmer stuften weniger als 10 % der Einsätze mit einem schwierigen Anforderungsgrad ein. 6,3 % stuften mehr als 50 % der Einsätze mit einem schwierigen Anforderungsgrad ein.

4.4.2 Atemwegsmanagement

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu bereits erfolgten präklinischen Intubationen und zum Atemwegsmanagement präsentiert.

In der Altersgruppe < 1 Jahr wurden bereits 0 (0-0, Durchschnitt: 0,13) präklinische Intubationen selbstständig pro Sanitäter durchgeführt, in der Altersgruppe 1-8 Jahre ebenfalls 0 (0-0, Durchschnitt: 0,33) Intubationen, in der Altersgruppe 8-18 Jahre 0 (0-0, Durchschnitt: 0,75) Intubationen und in der Altersgruppe Erwachsene 10-20 Intubationen (1-4, Durchschnitt: 2,79). 92,4 % der Teilnehmer hatten bisher keine Intubation in der Altersgruppe < 1 Jahr durchgeführt, in der Altersgruppe der Erwachsenen hatten 37,5 % 5 oder weniger Intubationen realisiert.

Tabelle 9: Ergebnisübersicht zur Sicherheit im Atemwegsmanagement, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher)

Altersgruppe (finnische Studiengruppe)	Median	25 %- Perzentile	75 %- Perzentile	Mittelwert
< 1 Jahr (n=80)	4	2	6	4,43
1-< 8 Jahre (n=79)	6	3	7	5,30
8-18 Jahre (n=80)	8	6	8	7,09
Erwachsene (n=80)	8	7	9	7,86

In der Altersgruppe < 1 Jahr wurde die Sicherheit im Atemwegsmanagement auf einer Selbsteinschätzungsskala von 1 (sehr schlecht) - 10 (sehr gut) mit 4 (2-6) eingeschätzt, wohingegen die Sicherheit in der Altersgruppe 1-< 8 Jahren mit 6 (3-7), in der Altersgruppe 8-18 Jahre mit 8 (6-8) und in der Altersgruppe der Erwachsenen mit 8 (7-9) eingeschätzt wurde.

4.4.3 Reanimation

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu bereits erfolgten präklinischen Reanimationen präsentiert.

Tabelle 10: Ergebnisübersicht zu den bereits durchgeführten präklinischen Reanimationen

Altersgruppe (finnische Studiengruppe)	Median	25 %- Perzentile	75 %- Perzentile	Durchschnitt	Median entspricht
< 1 Jahr (n=78)	0	0	1	0,45	0
1-< 8 Jahre (n=79)	0	0	1	0,61	0
8-18 Jahre (n=80)	0	0	1	0,75	0
Erwachsene (n=80)	4	3	5	3,66	20-30

Für die Altersgruppe < 1 Jahr wurde angegeben, im Median bereits 0 präklinische Reanimationen durchgeführt zu haben, in der Altersgruppe 1-8 Jahre ebenfalls 0 Reanimationen, wie auch in der Altersgruppe 8-18 Jahre. Für die Altersgruppe der Erwachsenen wurde angegeben, bereits 20-30 Reanimationen realisiert zu haben.

Tabelle 11: Ergebnisübersicht zur Sicherheit in der Reanimation, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher)

Altersgruppe (finnische Studiengruppe)	Median	25 %- Perzentile	75 %- Perzentile	Durchschnitt
< 1 Jahr (n=78)	4	2	6	4,46
1-< 8 Jahre (n=78)	5	3	7	5,08
8-18 Jahre (n=78)	7	5	8	6,67
Erwachsene (n=81)	8	7	9	7,74

Es wurde nach dem allgemeinen Sicherheitsgefühl bezüglich der Reanimation von Patienten verschiedener Altersgruppen gefragt. Erbeten wurde eine Selbsteinschätzung auf einer Skala von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher). In der Altersgruppe < 1 Jahr wurde die Sicherheit in der Durchführung von Reanimationsmaßnahmen mit 4 (2-6) bewertet, in der Altersgruppe 1-< 8 Jahre mit 5 (3-7), in der Altersgruppe 8-18 Jahre mit 7 (5-8) und in der Altersgruppe Erwachsene mit 8 (7-9).

4.4.4 Intravenöse und intraossäre Zugänge

80,2 % (n=65) haben bereits einen intravenösen Zugang bei Patienten im Alter von unter fünf Jahren gelegt, 19,8 % (n=16) der Teilnehmer etablierten einen solchen Zugang bislang noch nicht.

Auf der Selbsteinschätzungsskala von 1-10 wurde die eigene Fähigkeit, einen intravenösen Zugang bei einem Patienten < 5 Jahren zu legen, mit 6 (4-7) eingeschätzt. 34,6 % (n=28) gaben an, schon einmal einen intraossären Zugang gelegt zu haben. 65,4 % (n=53) gaben an, noch keinen intraossären Zugang gelegt zu haben.

Auf der Selbsteinschätzungsskala von 1-10 wurde die eigene Fähigkeit, einen intraossären Zugang zu etablieren, mit 5 (4-7) angegeben.

13,8 % (n=11) hatten nach eigenen Angaben bereits einen intraossären Zugang bei Patienten gelegt, die jünger als fünf Jahre alt sind. 86,2 % (n=69) hatten einen solchen Zugang noch nicht etabliert.

Auf der Selbsteinschätzungsskala von 1-10 wurde die eigene Fähigkeit, einen intraossären Zugang bei einem Patienten < 5 Jahren zu legen, mit 5 (3-6) eingeschätzt.

Die Sicherheit im Etablieren von intravenösen Zugängen wurde in der Altersgruppe < 5 Jahre mit 6 (4-7) angegeben.

4.4.5 Geburten

Im Durchschnitt wurden bereits 1,05 Geburten pro Sanitäter betreut, der Median beträgt hierbei 0 (0-1,5). 55,4 % der Teilnehmer gaben an, keine einzige Geburt präklinisch betreut zu haben, 19,6 % eine und 25 % mehr als eine. Auf einer Skala von 1 bis 10 wurde die Sicherheit in der Behandlung von Geburten mit 5 (3-6) angegeben, im Durchschnitt wurde ein Wert von 4,8214 angegeben.

4.4.6 Behandlungsfehler und kritische Ereignisse

Im Folgenden werden die Angaben der Teilnehmer zu Behandlungsfehlern präsentiert. Die Studienteilnehmer wurden gebeten, auf dem Fragebogen anzugeben, wie oft im Rahmen ihrer eigenverantwortlichen Tätigkeit als Sanitäter ein kritisches Ereignis bzw. Behandlungsfehler (in Selbsteinschätzung) aufgetreten ist. In der Altersgruppe <1 Jahre wurden 0 (0-0, Durchschnitt: 0,17) Vorkommnisse angegeben, in der Altersgruppe 1-< 8 Jahre 0 (0-0, Durchschnitt: 0,28), in der Altersgruppe 8-18 Jahre 0 (0-1, Durchschnitt: 0,46) und in der Altersgruppe der Erwachsenen 1,5 (0-2, Durchschnitt: 1,41).

Ein relativ betrachtet hoher Wert für Vorkommnisse wurde also mit 1,5 (0-2) für die Altersgruppe der Erwachsenen angegeben. 32,1 % der Sanitäter gaben an, dass im Rahmen ihrer Tätigkeit noch kein Zwischenfall bzw. Behandlungsfehler in der Altersgruppe der Erwachsenen aufgetreten ist. In den anderen Altersgruppen betrug der entsprechende Wert 88,2 % (Altersgruppe < 1 Jahr), 80,3 % (Altersgruppe 1-< 8 Jahre) und 71,1 % (Altersgruppe 8-18 Jahre).

4.5 Gegenüberstellung der Ergebnisse der Versorgung in Finnland und in Deutschland

In der deutschen Gruppe wurden 90 von 171 Antworten erreicht, in der finnischen 81.

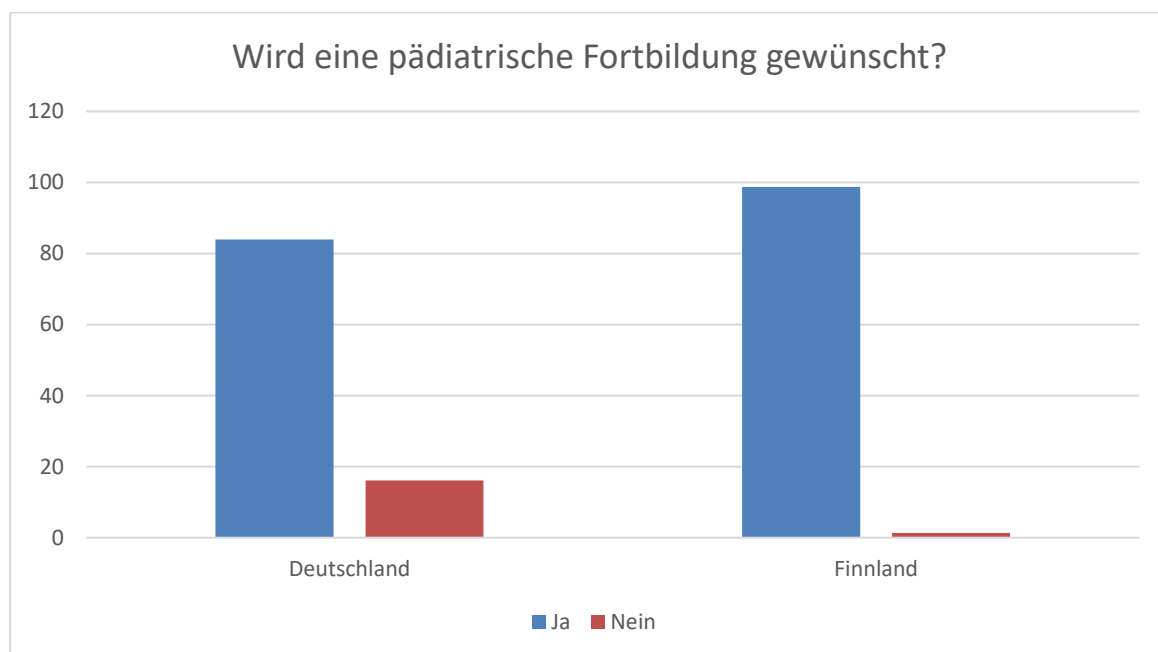
Die Dauer der Tätigkeit als Notarzt bzw. Sanitätern wurde in beiden Gruppen im Median mit 4 (entspricht 6-10 Jahren) angegeben, wobei in der deutschen Gruppe ein Durchschnitt von 3,8636 und in der finnischen Gruppe ein Durchschnitt von 3,8642 erreicht wurde. Im Hinblick auf die Tätigkeitsdauer sind die beiden Gruppen vergleichbar.

Die allgemeine Sicherheit bezüglich der Versorgung von pädiatrischen Notfällen wurde in der deutschen und finnischen Gruppe jeweils mit 6 (von 10) eingeschätzt.

Die Ausbildung für pädiatrische Notfälle wurde in der deutschen Gruppe im Median mit 5 und in der finnischen mit 4 (von 10) bewertet.

In der deutschen Gruppe gaben 83,9 % (n=73) der Teilnehmer den Wunsch an, eine Fortbildung in der Versorgung pädiatrischer Patienten zu erhalten, in der finnischen 98,7 % (n=77) der Teilnehmer.

Abbildung 4: Wird eine Fortbildung in der pädiatrischen Notfallmedizin gewünscht?



4.5.1 Atemwegsmanagement

Insgesamt ist die deutsche Gruppe bei Intubationen erfahrener und schätzt die eigene Sicherheit im Atemwegsmanagement in allen Altersgruppen höher ein. In den Altersgruppen unter 18

Jahren wurde in der finnischen Gruppe im Median keine präklinische Intubation durchgeführt, dagegen wurden in diesen Gruppen in der deutschen Gruppe im Median bereits eine bzw. in der Gruppe 8-18 Jahre zwei Intubationen realisiert.

Tabelle 12: Ergebnisübersicht zu bereits erfolgten präklinischen Intubationen im deutsch-finnischen Vergleich

Altersgruppe	Deutschland	Finnland
< 1 Jahr	1 (n=89)	0 (n=79)
1-<8 Jahre	1 (n=88)	0 (n=79)
8-18 Jahre	2 (n=90)	0 (n=79)
Erwachsene	30-50 (n=89)	10-20 (n=80)

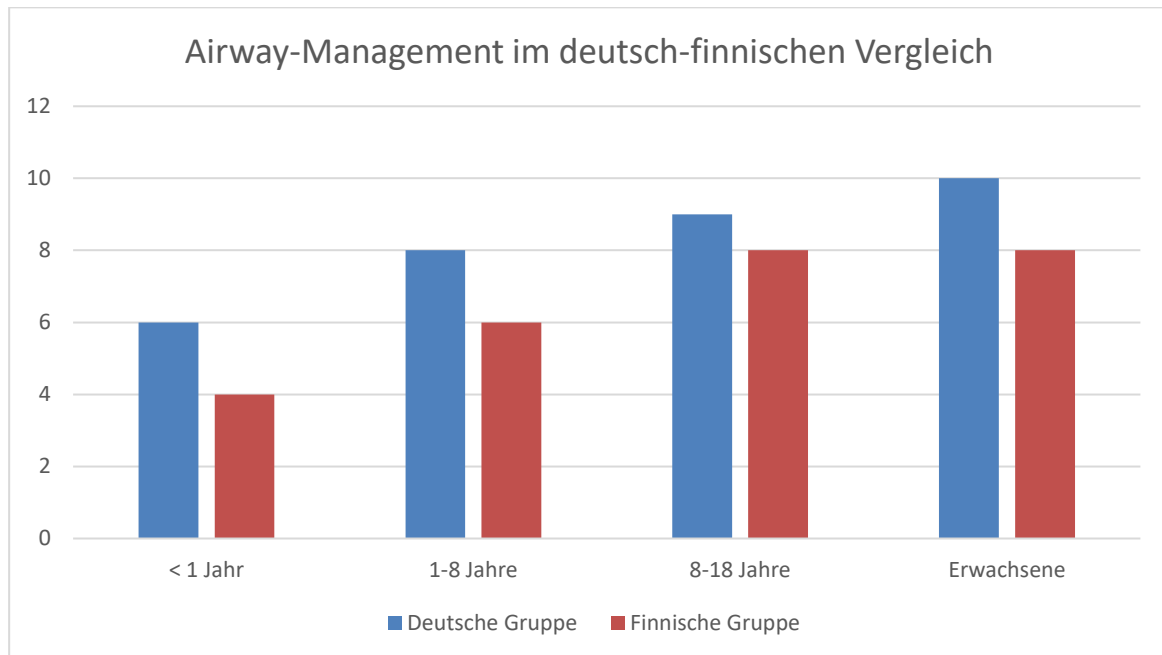
Auch die Sicherheit im Atemwegsmanagement wird in der deutschen notärztlichen Gruppe besser eingeschätzt.

Tabelle 13: Ergebnisübersicht zur Sicherheit im Atemwegsmanagement (Median) im deutsch-finnischen Vergleich

Altersgruppe	Deutschland	Finnland
< 1 Jahr	6 (n=89)	4 (n=80)
1-< 8 Jahre	8 (n=89)	6 (n=79)
8-18 Jahre	9 (n=89)	8 (n=80)
Erwachsene	10 (n=89)	8 (n=80)

Die Unterschiede in der Selbsteinschätzung zum Atemwegsmanagement sind in etwa konstant zwischen den einzelnen Altersgruppen mit einem Unterschied von +2 zwischen der finnischen zur deutschen Studiengruppe, abgesehen von der Altersgruppe 8-18 Jahre, in der der Unterschied zwischen der finnischen und der deutschen Gruppe +1 beträgt.

Abbildung 5: Selbsteinschätzung der Fähigkeiten im Atemwegsmanagement im deutsch-finnischen Vergleich, Angabe des Medians.



In beiden Gruppen besteht eine positive Korrelation zwischen bereits erfolgten präklinischen Intubationen und der Sicherheit im Atemwegsmanagement. Je mehr präklinische Intubationen bereits durchgeführt wurden, desto höher ist die Sicherheit im Atemwegsmanagement. In der deutschen Studiengruppe beträgt der Korrelationskoeffizient R zwischen bereits erfolgten Intubationen und der Sicherheit im Atemwegsmanagement 0,36 ($p=0,0006$) und in der finnischen Studiengruppe 0,56 ($p=<0,0001$).

Der angegebene Wert in der allgemeinen Sicherheit in der Versorgung von pädiatrischen Notfällen korreliert in beiden Gruppen signifikant mit der Selbsteinschätzung der Probanden im Atemwegsmanagement von < 1-jährigen Patienten und der Selbsteinschätzung der Probanden in der Etablierung von intravenösen Zugängen bei < 5-jährigen Patienten.

4.5.2 Reanimation

Insgesamt ist die deutsche Gruppe erfahrener in der Reanimation. In der Medianbetrachtung lässt sich in den Altersgruppen < 1 Jahr und 1-< 8 Jahre kein Unterschied feststellen, jedoch bei der Betrachtung der Durchschnittswerte. In der Altersgruppe 8-18 wurde in der deutschen Gruppe im Median bereits eine Reanimation durchgeführt, in der finnischen keine. Auch in der Altersgruppe der Erwachsenen lässt sich ein Unterschied zwischen den Gruppen feststellen - mit einem größeren Erfahrungsschatz in der deutschen Gruppe.

Tabelle 14: Ergebnisübersicht zu bereits erfolgten präklinischen Reanimationen, Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe

Altersgruppe	Deutsche Studiengruppe	Finnische Studiengruppe
< 1 Jahr	0 (0-2) [n=89]	0 (0-1) [n=78]
1-< 8 Jahre	0 (0-1) [n=89]	0 (0-1) [n=79]
8-18 Jahre	1 (0-2) [n=89]	0 (0-1) [n=80]
Erwachsene	30-50 [n=90]	20-30 [n=80]

Die deutsche Gruppe schätzt die eigene Sicherheit durchgehend in allen Altersgruppen als höher ein. Durchgehend schätzt die deutsche Gruppe ihre Fähigkeiten in allen Altersgruppen im Median um etwa eine Einheit höher ein auf der Selbsteinschätzungsskala von 1-10 als die finnische Gruppe.

Tabelle 15: Ergebnisübersicht zur Sicherheit im Reanimieren, Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe, Angabe von 1 (sehr unsicher) bis 10 (sehr sicher)

Altersgruppe	Deutsche Studiengruppe	Finnische Studiengruppe
< 1 Jahr	5 (3-7) [n=88]	4 (2-6) [n=78]
1-< 8 Jahre	6 (4-8) [n=88]	5 (3-7) [n=78]
8-18 Jahre	8 (7-10) [n=89]	7 (5-8) [n=78]
Erwachsene	9 (9-10) [n=90]	8 (7-9) [n=81]

4.5.3 Intraossäre und intravenöse Zugänge

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu intraossären und intravenösen Zugängen präsentiert.

Tabelle 16: Ergebnisübersicht zum Zugangsmanagement (Angaben in Prozent bzw. als Median), Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe

	Deutsche Studiengruppe	Finnische Studiengruppe
Bereits intravenösen Zugang < 5a gelegt	95,5 % [n=89]	80,2 % [n=81]
Selbsteinschätzung/ IV < 5a	8 (6-9) [n=89]	6 (4-7) [n=80]
IO-Zugang bereits gelegt	70,8 % [n=89]	34,6 % [n=81]
Selbsteinschätzung/ IO-Zugang	8 (5-10) [n=89]	5 (4-7) [n=77]
IO-Zugang < 5a bereits gelegt?	38,6 % [n=88]	13,8 % [n=80]
Selbsteinschätzung/ IO-Zugang < 5a?	7 (4-8,75) [n=83]	5 (3-6) [n=76]

a=Jahre; IO=intraossär; IV=intravenös

Ein Großteil der Teilnehmer in beiden Gruppen (deutsche Gruppe: 95,5 % und finnische Gruppe 80,2 %) hat bereits einen intravenösen Zugang bei Patienten unter fünf Jahren gelegt. Allerdings hat die deutsche Gruppe bereits häufiger sowohl intravenöse als auch intraossäre Zugänge gelegt, in allen Altersgruppen insgesamt und auch bei Kindern unter 5 Jahren. Generell schätzt die deutsche Gruppe ihre Fähigkeiten besser ein, wobei der Unterschied zwischen den beiden Gruppen bei der Frage zur Selbsteinschätzung bezüglich der Etablierung von IO-Zugängen bei einer Differenz von 3 (von 10) am eklatantesten ist.

4.5.4 Geburten

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu Geburten im Vergleich der beiden Studiengruppen präsentiert.

In der deutschen Studiengruppe wurden bereits 1 (0-2) Geburt(en) präklinisch betreut, in der finnischen Studiengruppe 0 (0-1,5). Die Selbsteinschätzung bezüglich der Durchführung von Geburten beträgt 4 (2-6) in der deutschen und 5 (3-6) in der finnischen Studiengruppe.

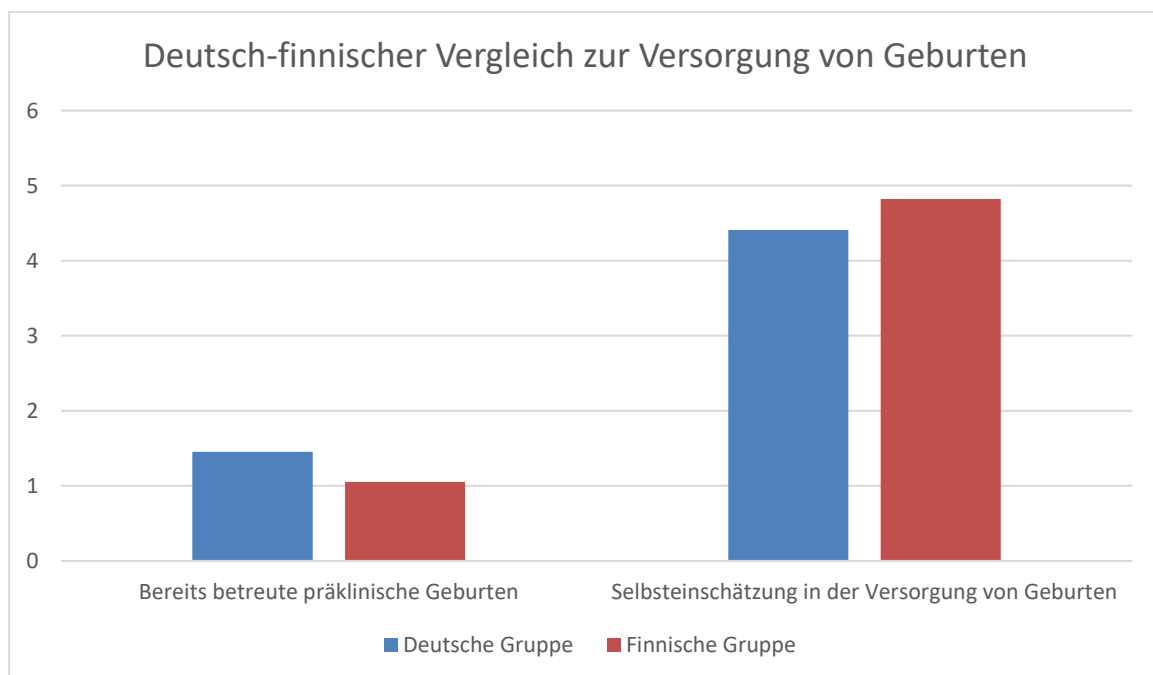
Beide Gruppen haben, wenn man die Durchschnittswerte betrachtet, in etwa ähnlicher Häufigkeit

Erfahrung in der Betreuung von Geburten gesammelt. In der deutschen Gruppe wurden im Durchschnitt bereits 1,45 Geburten pro Notarzt betreut, in der finnischen Gruppe 1,05 pro Sanitäter, im Median 1 bzw. 0 Geburten.

Die finnische Gruppe schätzte ihre Fähigkeiten in der Versorgung bei Geburten etwas höher ein als die deutsche notärztliche Gruppe.

54,8 % der deutschen Gruppe haben zumindest eine präklinische Geburt eigenständig versorgt, in der finnischen 44,6 %.

Abbildung 6: Ergebnisübersicht zu bereits versorgten Geburten und zur Selbsteinschätzung zur Sicherheit in der Versorgung von Geburten im Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe, Angabe des Durchschnitts



4.5.5 Behandlungsfehler und kritische Ereignisse

Im Folgenden werden die Angaben der beiden Studiengruppen zu Behandlungsfehlern bzw. kritischen Ereignissen verglichen.

Tabelle 17: Ergebnisübersicht zu Behandlungsfehlern/ kritischen Ereignissen (Median), Vergleich der deutschen und finnischen Gruppe

Altersgruppen	Deutschland	Finnland
< 1 Jahr	0 (0-1) [n=79]	0 (0-0) [n=76]
1-< 8 Jahre	0 (0-1) [n=78]	0 (0-0) [n=76]
8-18 Jahre	0 (0-1) [n=79]	0 (0-1) [n=76]
Erwachsene	2 (1-3) [n=79]	1,5 (0-2) [n=78]

In der deutschen Gruppe wurden mehr Behandlungsfehler bzw. Zwischenfälle (nach eigener subjektiver Auffassung) im Fragebogen angegeben als in der finnischen. Allerdings wurde nach Behandlungsfehlern und kritischen Ereignissen insgesamt gefragt, worunter auch während einer stationären oder innerklinischen Tätigkeit geschehene Behandlungsfehler bzw. Zwischenfälle fallen können. Es ist also möglich, dass die reale Anzahl an Fehlern, die während rettungsmedizinischer Behandlungen passiert sind, in der deutschen Gruppe niedriger ist als hier angegeben. Allerdings haben die Notärzte auch mehr Eingriffe insgesamt durchgeführt, wodurch auch die Wahrscheinlichkeit für kritische Ereignisse steigt.

Nur 7,2 % der deutschen Notärzte gaben an, dass bisher kein Behandlungsfehler bzw. Zwischenfall in der Altersgruppe der Erwachsenen aufgetreten ist und korrespondierend 32,1 % in der finnischen Gruppe.

5. Diskussion

Die Ziele dieser Arbeit waren die Untersuchung einer tageszeitabhängigen Überlebenswahrscheinlichkeit nach Herz-Kreislauf-Stillstand unter Berücksichtigung anderer Faktoren und die Auswertung von pädiatrischen Notfällen mit einem Vergleich zwischen Deutschland und Finnland im Anschluss.

5.1 Diskussion der Ergebnisse nach Herz-Kreislauf-Stillstand

In der vorliegenden Arbeit wurden 469 Reanimationen, die von Notärzten eines im zentralen Berlin stationierten Notarztwagen bzw. Notarzteinsatzfahrzeug versorgt wurden, untersucht. Hierbei zeigt sich als wesentliches Ergebnis, dass es keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich der Abhängigkeit des Outcomes nach Reanimation, also primäres Überleben, im Hinblick auf das Kriterium Tageszeit gibt. Es gab lediglich einen Unterschied bezüglich des

Einsatzortes, tagsüber (8-16 Uhr) erfolgten mehr Reanimationen an öffentlichen Orten im Vergleich zu anderen Tageszeiten. In dicht bevölkerten Städten wie Berlin, in der es viele verteilte Rettungsdienst- und Notarztstützpunkte gibt, ist die durchschnittliche Entfernung zum Einsatzort geringer im Vergleich zu Rettungsdiensten auf dem Land mit wenigen Stützpunkten und größeren Entfernungen zum Einsatzort. (58) Dies spiegelt sich auch in den Eintreffzeiten wider, die in der vorliegenden Untersuchung keinen signifikanten Unterschied zeigen im Hinblick auf die Einsatzzeiten. Allerdings ist die statistische Auslastung der Einsatzmittel in nicht-urbanen Regionen geringer, sodass dort seltener das primär zuständige Rettungsmittel nicht verfügbar ist. In der stationären Versorgung von Reanimationspatienten konnte in verschiedenen Studien eine Abhängigkeit der Mortalität von der Tageszeit nachgewiesen werden. (43, 44) Für OHCA wurden bisher sich widersprechende Studienergebnisse erzielt. (47, 50) Auf der Basis der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung lässt sich kein tageszeitlicher Unterschied in Bezug auf das primäre Outcome in den zwei Studienzeitgruppen in der Behandlung durch notarztbesetzte Fahrzeuge feststellen.

Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Studiengruppen ist der Einsatzort. In der On-Hour-Gruppe wurden 44 % der Reanimationspatienten an öffentlichen Orten angetroffen, in der Off-Hour-Gruppe nur 21 %. Dieser Unterschied ist mit den unterschiedlichen Gewohnheiten zu verschiedenen Tageszeiten erklärbar. In unserer Untersuchung wurde in 25 % der Fälle Basic Life Support vor Eintreffen des Rettungsdienstes geleistet und die Wahrscheinlichkeit für die Durchführung einer kardiopulmonalen Reanimation durch Laien war sowohl zu On-Hour-Zeiten als auch zu Off-Hour-Zeiten gleich. Dies ist interessant, da auf der Straße oft fremde Helfer zuerst BLS leisten, im häuslichen Umfeld jedoch in der Regel die Angehörigen. (112)

Da das primäre ebenso wie das sekundäre Outcome maßgeblich von der Dauer der Hypoxie abhängt, sind baldmöglichst eingeleitete BLS-Maßnahmen durch Ersthelfer höchst relevant für das Outcome. Es muss festgestellt werden, dass eine BLS-Rate von 25 % in unserer Untersuchung viel zu niedrig ist in Anbetracht derzeitiger Empfehlungen. (113) Eine Lösung für dieses Problem wären mehr Schulungsmaßnahmen und Auffrischungsangebote. Möglicherweise wäre eine Pflicht zu einer regelmäßigen BLS-Schulung für Führerscheininhaber hilfreich. Insgesamt ist es auch als positiv für die Entwicklung dieses Faktors zu bewerten, dass heutzutage viele Rettungsdienstleitstellen (zum Beispiel die Rettungsdienstleitstelle der Berliner Feuerwehr) Notfallzeugen per Telefon in der Reanimation von reanimationspflichtigen Patienten anleiten, wodurch die Wahrscheinlichkeit für die Ausführung von Basic Life Support durch Laien gestiegen ist. (112) Diese kann deutlich effektiver durchgeführt werden, wenn die anwesenden

Notfallzeugen bereits vorher eine Schulung im Durchführen von lebenserhaltenden Erste-Hilfe-Maßnahmen erhalten haben. Auch bei pädiatrischen Patienten kann durch eine Telefonanleitung ein positiver Effekt auf das neurologische Outcome festgestellt werden. (114) Da pädiatrische Notfälle selten sind und eine besondere Anleitung erfordern, könnten hier unter Umständen durch ein weitergehendes spezielles Training der Leitstellenmitarbeiter die Ergebnisse weiter verbessert werden.

Insgesamt sind zusätzliche Ausbildungsbemühungen in Erster Hilfe erfolgversprechend, um die Ersthelferquote und damit das positive Outcome von Reanimationen zu steigern. In einer englischen Studie wurden retrospektiv Reanimationsdaten ausgewertet mit der Zielsetzung, Regionen mit hoher Inzidenz an präklinischen Herz-Kreislauf-Stillständen und niedriger Inzidenz an Laienreanimationen zu identifizieren. In diesen Regionen könnten intensiviert Erste-Hilfe-Schulungen angeboten werden. Auch für andere Länder erscheint ein solches Herangehen sinnvoll, um effizient regionalisiert Erste-Hilfe-Schulungen anzubieten. (115)

Für die Einsatzorte lassen sich mögliche Vor- und Nachteile für das Erkennen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes feststellen. So ist es möglich, dass an nicht öffentlichen Orten die Wahrscheinlichkeit höher ist, dass keine weitere Person anwesend ist, die unverzüglich bei Eintritt eines Herz-Kreislauf-Stillstandes Hilfe leisten und den Rettungsdienst alarmieren kann. Andererseits können Notfallzeugen an öffentlichen Orten wegen der sozialen Ferne das Geschehen ignorieren und von Hilfsmaßnahmen absehen, was an nicht öffentlichen Orten, bei Anwesenheit von Notfallzeugen und deren im Durchschnitt größeren sozialen Nähe zum Betroffenen, unwahrscheinlicher erscheint. Beispielsweise ist eine höhere Wahrscheinlichkeit für die Einleitung von Basic Life Support durch Laien in nicht-urbanen Regionen belegt, in denen auch eine soziale Nähe zum Betroffenen wahrscheinlicher ist. (116)

Bekannt ist auch der „Bystander-Effect“, bei dem es vor allem an öffentlichen Orten zu einer Art gegenseitiger Hemmung bei Anwesenheit vieler Notfallzeugen kommt. So kann es also auch an öffentlichen Orten, trotz Anwesenheit vieler Bystander, zu einem Ausbleiben von früh eingeleiteten Reanimationsmaßnahmen kommen. (117) Dieser Effekt kann zu einem negativen Einfluss in der On-Hour-Gruppe führen, da hier der Anteil an Reanimationen in der Öffentlichkeit bedeutend höher als in der Off-Hour-Gruppe ist.

Zu Off-Hour-Zeiten ist das Verkehrsaufkommen in Großstädten laut Studienlage geringer und es ist somit anzunehmen, dass der Rettungsdienst statistisch einen Zeitvorteil beim Eintreffen im Vergleich zu On-Hour-Zeiten hat. Auch in dieser Studie ist es möglich, dass dieser Faktor einen Einfluss hatte, da zu Nachtzeit die Ausrückzeit tendenziell länger ist, die ermittelte Entfernung

zum Einsatzort sowohl zu On-hour-Zeiten als auch zu Off-hour-Zeiten und auch die Outcome-Ergebnisse nahezu gleich waren. (118)

Möglicherweise werden die zu Off-Hour-Zeiten auftretenden Herz-Kreislauf-Stillstände auch erst mit massivem Zeitverzug erkannt, zum Beispiel erst am Morgen zur typischen Aufwachzeit durch Angehörige. Dies kann insbesondere in der Off-Hour-Gruppe einen Nachteil haben, da diese Patienten wegen des Zeitverzugs eine nahezu infauste Prognose haben und ein ROSC unwahrscheinlich erscheint. Andererseits können die eintreffenden Rettungskräfte beim Vorliegen von sicheren Todeszeichen von Reanimationsmaßnahmen absehen, wie es auch in der vorliegenden Untersuchung in 12,6 % der Fälle geschehen ist.

Ein weiterer wichtiger Punkt im Hinblick auf den zeitlichen Ablauf ist die Entfernung des Rettungsmittels zum Notfallort, bzw. die Eintreffzeiten. In dieser Untersuchung ergab sich kein Unterschied in den beiden Gruppen in der Entfernung zum Stützpunkt; die statistische Entfernung betrug 3,6 bzw. 3,7 km. Ein geringerer durchschnittlicher Entfernungswert zum Einsatzort ist mit einer erhöhten Überlebenswahrscheinlichkeit assoziiert. (119)

Ein zusätzlicher wichtiger Faktor für das Überleben der Betroffenen ist das Vorhandensein eines Defibrillators. So ist das Vorhandensein eines Laiendefibrillators in Sportanlagen mit einem signifikant besseren Outcome bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand verknüpft. (120) Weitere Maßnahmen, um die Verbreitung von Laiendefibrillatoren an den relevanten Orten voranzutreiben, erscheinen somit zielführend, um das Outcome weiterhin zu verbessern.

In 12,6 % der Fälle wurde in dieser Untersuchung vom zuständigen Notarzt von einem Reanimationsversuch abgesehen. Zu den ethischen Überlegungen für den Abbruch von Reanimationsbemühungen hat das ERC eine Leitlinie veröffentlicht. (121) In einer dänischen Studie hatte nur ein geringer Teil der teilnehmenden Ärzte ausreichende Kenntnisse zu den Inhalten der Leitlinie. 36 % der teilnehmenden Ärzte fühlten sich nicht in der Lage zu entscheiden, ob eine Reanimation abgebrochen werden soll oder nicht. (122) Die TOR-Kriterien (termination of resuscitation) werden auch weiterhin intensiv diskutiert und erforscht. (123) Intensivierte Überlegungen zu Kriterien für das Nicht-Einleiten von Reanimationsmaßnahmen und eine bessere Kommunikation dieser an die ausführenden Kräfte können effektiveres und ethisch besseres Handeln ermöglichen, in diesem Zusammenhang könnte auch eine Anpassung der gesetzlichen Normen erfolgsversprechend sein.

5.2 Diskussion der Ergebnisse zu pädiatrischen Notfällen und Ländervergleich

Insgesamt umfassen pädiatrische Notfälle ein weites Spektrum mit zum Teil deutlich anderem

Schwerpunkt als dies bei Erwachsenen der Fall ist.

In Deutschland in einem urbanen Setting ist der häufigste pädiatrische Notfall in unserer Untersuchung der Fieberkrampf, der in der Regel ohne aufwändige Therapie gut behandelbar ist. Andere Studien kamen zu ähnlichen Ergebnissen in Bezug auf Einsatzursachen bodengebundener notarztbesetzter Einsatzmittel. (74) Entsprechend der Häufigkeit und der in der Regel einfachen Behandlung waren die befragten Einsatzkräfte in der Selbsteinschätzung sicher in den hier notwendigen Behandlungsmaßnahmen. Am zweithäufigsten sind Schädelhirntraumata, nach unterschiedlichen Unfallmechanismen im Straßenverkehr oder beim Spielen. Auch hier sind die Notärzte relativ sicher in der Behandlung, dies ist grundsätzlich anders bezüglich der Versorgung von Geburten. Obwohl oder auch gerade weil dieser Einsatzgrund sehr selten ist, führt die Vorstellung einer präklinischen Geburt zu großer Unsicherheit. Hier zeigt sich deutlich der Bedarf an Ausbildung und auch regelmäßigen Schulungen der Einsatzkräfte für seltenere Einsatzgründe wie z.B. eine Geburt.

Insgesamt lässt sich bei den abgefragten Tätigkeiten im Rahmen verschiedener Notfälle (Intubation, Kinderreanimation oder das Legen eines Zugangs) deutlich erkennen, dass die Notärzte sich bei erwachsenen Patienten sicherer fühlen in der Selbsteinschätzung ihrer Fähigkeiten als nicht-ärztliches Personal, auch wenn bestimmte Tätigkeiten präklinisch selten sind, sowohl in Deutschland als auch in Finnland. So fühlen sich Notärzte sicher im Intubieren von Kindern, obwohl sie selten Intubationen durchführen, allerdings wird in der Literatur die Tubusfehllage insgesamt mit einer Häufigkeit von 10,7 % angegeben. (124) Die befragten Paramedics/ Sanitäter aus Finnland haben wenig Erfahrung mit Kinderintubationen und fühlen sich auch insgesamt unsicher mit dieser Maßnahme. Ein Zusammenhang zwischen beiden Faktoren erscheint gegeben. Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich bei der Reanimation, hier sind Kinderreanimationen selten in beiden Ländern bzw. in Finnland hat im statistischen Median keiner der Befragten eine solche bisher durchgeführt. Dennoch fühlen sich deutsche Notärzte sicher vorbereitet, wogegen sich die Sanitäter sich hier unsicher fühlen.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei dem Legen eines Zugangs, dies ist im Rahmen von Kindernotfällen relativ selten notwendig, dennoch schätzen die Notärzte ihre Fähigkeiten bezüglich eines intravenösen Zugangs auf der numerischen Selbsteinschätzungsskala mit „8“ ein, wogegen in der finnischen Studiengruppe ein Wert von „6“ erreicht wird. Auch hier muss die Frage gestellt werden, ob Behandlungsfehler, die die Befragten verneinten, eventuell nicht bemerkt wurden, wie z.B. die Fehllage eines Zugangs. Aufgrund der Seltenheit von präklinischen Geburten wurde z.B. in Berlin vor vielen Jahren mit einer Hebamme besetzte

Rettungswagen abgeschafft (sogenannte „Storchenwagen“). Mit den vorliegenden Ergebnissen kann zumindest die Frage aufgeworfen werden, ob seltene Kindernotfälle, wie z.B. eine Geburt bzw. die nachgeburtliche Versorgung, es doch rechtfertigen, dass speziell geschultes Personal regelhaft eingesetzt wird. Dagegen spricht, dass eine Geburt im Rettungsdienst insgesamt eine seltene Einsatzursache darstellt. (82, 125)

Behandlungsfehler treten sowohl bei den Teilnehmern der deutschen als auch der finnischen Studiengruppe auf. Insgesamt werden relativ betrachtet wenig Fehler in der Selbsteinschätzung angegeben, sowohl in der deutschen notärztlichen Gruppe als auch in der finnischen paramedizinischen Gruppe. Die Menge an angegebenen Fehlern ist in beiden Gruppen in etwa gleich hoch. Hierbei ist zu beachten, dass die finnische Gruppe insgesamt weniger praktische Erfahrung im Fragebogen angibt und auf dieser Basis eine höhere Angabe von Fehlern in der deutschen Gruppe zu erwarten ist. Von Patienten werden regelhaft recht hohe Quoten an Fehlern in der medizinischen Versorgung angegeben, was auch bzw. insbesondere in der Notfallversorgung zu erwarten ist. (126) In diesem Zusammenhang ist zu hinterfragen, ob die Selbsteinschätzung realitätsnah ist, insbesondere in der deutschen notärztlichen Gruppe. Einerseits werden in beiden Gruppen kaum Fehler in der pädiatrischen Notfallversorgung angegeben, andererseits eine relativ betrachtet große Unsicherheit in der Versorgung pädiatrischer Patienten.

In der Medizin wird intensiv über eine bessere Fehlerkultur diskutiert, um Stigmatisierung zu vermeiden und effektivere Methoden zur Vermeidung von Fehlern zu finden. (127)

In Anbetracht der Ergebnisse dieser Studie kann eine intensivere Diskussion innerhalb der medizinischen Professionen weiterhin sinnvoll sein, um eine bessere Fehlerkultur und damit Patientenversorgung zu erreichen. In diesem Zusammenhang erscheinen Personalfeedbacks und -trainings zum nicht-stigmatisierenden Umgang mit Fehlern äußerst sinnvoll. In Studien wurde für die verschiedenen medizinischen Disziplinen belegt, dass ein CIRS (Critical Incident Reporting System, System zum Berichten über kritische Vorkommnisse) strukturelle und individuelle Probleme in der medizinischen Versorgung aufdecken und diesen im Anschluss durch Maßnahmen entgegengewirkt werden kann. Diese Studie unterstreicht die potenziell positiven Wirkungen von CIR-Systemen. (128) Nicht zuletzt die Covid-Krise zeigt, dass zusätzlich zu einer Fehlerkultur der Individuen auch eine Fehlerkultur der Systeme notwendig ist, um eine bessere Versorgung zu ermöglichen, zum Beispiel in Hinblick auf vorgehaltene Strukturen. (127)

Insgesamt deckt sich die Einschätzung der Teilnehmer in dieser Untersuchung mit der Literatur,

dass etwa 10-20 % der Einsätze einen schweren Anforderungsgrad aufweisen. Die erfassten pädiatrischen Reanimationseinsätze decken sich auch mit der zu erwartenden Anzahl (4-5 OHCA pro 100.000 Lebensjahren) an Reanimationseinsätzen im erfassten Gebiet. (72)

Es stellt sich also die Frage, wie der einzelne Notarzt bzw. Rettungsdienstmitarbeiter ideal auf diese Einsätze vorbereitet werden kann. Eine Möglichkeit wäre die bereits angesprochene intensivere Schulung in der Behandlung pädiatrischer Notfälle, die sich 83,9 % der deutschen und 98,7 % der finnischen Studienteilnehmer wünschen. Die verpflichtenden Weiterbildungen sind von Stützpunkt zu Stützpunkt inhaltlich sehr unterschiedlich strukturiert, auch bringen die Notärzte je nach Facharzthintergrund unterschiedliche Erfahrungsstände mit. Eine Vereinheitlichung der Fortbildungsverpflichtungen speziell für die pädiatrische Notfallversorgung wäre eine Möglichkeit, um einen Mindeststandard für alle Einsatzkräfte zu erreichen. Denkbar wäre beispielsweise auch eine jährlich stattfindende freiwillige Weiterbildung mit der Wiederholung der wichtigsten Maßnahmen in der pädiatrischen Notfallversorgung, zum Beispiel Übungen zum Atemwegsmanagement, zur Reanimation, zur Medikamentendosierung und zur Versorgung von Geburten, so dass jeder Notarzt und Sanitäter je nach Kenntnisstand an diesem Angebot teilnehmen kann.

In dieser retrospektiven Datenerhebung mittels Fragebogen wurden Notärzte in Deutschland und nicht-ärztliches Rettungsdienstpersonal in Finnland befragt. Grundsätzlich wurde und wird das notärztlich Rettungssystem in Deutschland oft hinterfragt, zum Beispiel aus finanziellen Aspekten, aber auch aus Versorgungsengpässen mit notärztlichem Personal. Deutschland ist eines der wenigen Länder weltweit, in denen Ärzte flächendeckend primär in der präklinischen Notfallversorgung eingesetzt werden, demgegenüber stehen viele Länder mit Sanitätern, bzw. Paramedics, die die Notfallversorgung bis zum Erreichen einer Klinik in der Regel selbstständig durchführen. Nicht nur aus Kostengründen, sondern auch aufgrund einer möglichen unterschiedlichen Versorgungsqualität sind daher weitere Vergleiche dieser Systeme wichtig. Für notarztbegleitete Einsätze ist beispielsweise bei Reanimationen ein Überlebensvorteil für die Patienten belegt (129), in anderen Studien ist das Ergebnis neutral im Vergleich zu Paramedic-Systemen. (93) Für die Versorgung von schweren stumpfen Traumata wurde in einer japanischen Studie ein dezidierter Überlebensvorteil für die arztgeleitete präklinische Patientenversorgung im Vergleich zur Versorgung durch Paramedics/ Sanitäter gezeigt. (130)

Eine wesentliche Frage ist im Vergleich von notärztlichen und paramedizinischen Rettungsdienstsystemen, ob sich die Leistungen der Versorgungssysteme unterscheiden. Hinsichtlich der Dienstdauer und allgemeinen Sicherheit in der Versorgung unterscheiden sich

die Studiengruppen nicht. In Finnland ist aufgrund der niedrigeren Bevölkerungsdichte und den damit einhergehenden niedrigeren Einsatzzahlen pro Rettungsdienstfahrzeug nicht damit zu rechnen, dass eine mit deutschen Verhältnissen vergleichbare Eingriffsanzahl erreicht wird. So ist die deutsche Notarztgruppe in den Erfahrungswerten (z.B. im Airway-Management oder bezüglich Reanimationen) der finnischen Paramedic-Gruppe überlegen. Der Nachteil weniger Eingriffszahlen könnte mit regelmäßigen Übungen am Modell zu einem gewissen Grad ausgeglichen und damit ein höherer Wert in der Selbsteinschätzung erreicht werden, z.B. in der Etablierung von intravenösen bzw. intraossären Zugängen oder Reanimationsmaßnahmen. Die Qualität der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten, um entsprechende Maßnahmen außerhalb der konkreten Praxis zu üben, haben sich in den letzten Jahren sukzessive verbessert.

Die Anzahl bereits versorgter Reanimationen korreliert mit einer guten Einschätzung der eigenen Fähigkeit in der Durchführung von Reanimationen bzw. der Versorgung von zu reanimierenden Patienten. Vor allem in Finnland sind die Erfahrungswerte in der Reanimation und im Atemwegsmanagement gering, wodurch hier besonders großes Potenzial für eine Verbesserung der Versorgungssituation besteht. In anderen Studien wurde bereits beschrieben, dass Rettungsdienstpersonal in nicht-urbanen Regionen Verbesserungspotenzial in den Leistungen im Basic Life Support aufweist. (131)

In der Gesamtbetrachtung kann in dieser Studie wie auch bereits zuvor in der Studie von Endo A et al. (2021) zur Versorgung des schweren stumpfen Traumas und anderen Studien zur Fragestellung der notärztlichen Versorgung im Vergleich zur Versorgung durch Paramedics (92) bezüglich bestimmter Kriterien ein Vorteil für das notärztliche System in der pädiatrischen präklinischen Versorgung festgestellt werden.

Eine denkbare Möglichkeit zur Verbesserung der Versorgungsleistung bei Eingriffen (z.B. Airway-Management im Rahmen von Reanimationen) wäre die Umorganisation des rettungsmedizinischen Versorgungssystems, sodass das verantwortliche Rettungsdienstpersonal häufiger entsprechende Eingriffe ausführt. Allerdings ist die Bevölkerungsdichte in vielen Teilen Finnlands und in einigen Teilen Deutschland sehr niedrig. Eine Ausdünnung der Rettungsstützpunkte hätte als positive Konsequenz, dass das einzelne Rettungsmittel häufiger eingesetzt würde und das Personal somit auch häufiger anspruchsvolle Krankheitsbilder versorgen müsste. Eine Umorganisation in Form von Ausdünnung der Rettungsstützpunkte muss jedoch zugleich als riskante und schwer realisierbare Option betrachtet werden, da dies wahrscheinlich zu einer längeren durchschnittlichen Eintreffzeit der Rettungsmittel beim Patienten führen würde. Das würde die Versorgungslage kritisch kranker Patienten weiter

verschlechtern und das Outcome von Reanimationen laut Studienlage verschlechtern.

Alternativ könnte das verantwortliche Rettungsdienstpersonal regelmäßig in Anästhesieabteilungen der umliegenden Krankenhäuser bestimmte Maßnahmen durchführen, um in Übung zu bleiben und so praktische Fähigkeiten aufrechtzuerhalten oder zu erlernen.

Auf der Selbsteinstufungsskala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) bewerteten die finnischen Studienteilnehmer ihre Ausbildung pädiatrische Notfälle betreffend im Median mit 4 (3-6) und 98,7 % (n=77) der Teilnehmer gaben an, sich eine Fortbildung für pädiatrische Notfälle zu wünschen, die entsprechenden Werte in der deutschen Studiengruppe betragen 5 (4-7,5) und 83,9 %. Ein erster Schritt zur Verbesserung der Selbsteinschätzung und Leistung wäre, wie besprochen, die Einrichtung einer Fortbildung in pädiatrischer Notfallversorgung. Weil in Gebieten mit geringer Bevölkerungsdichte statistisch gesehen keine ausreichende Anzahl an Einsätzen anfällt, um die Fähigkeiten beispielsweise im Atemwegsmanagement oder in der Reanimation von Kindern aufrechtzuerhalten, könnten regelmäßige und strukturierte (z.B. jährlich stattfindende) Übungen und Schulungen am Simulator die Qualität der Versorgung steigern. Das Vergessen von erlernten Rettungsmaßnahmen ist zeitabhängig. Je länger also die letzte Reanimation oder das letzte entsprechende Training her ist, desto schlechter sind die Ergebnisse. Je seltener Rettungsdienstpersonal einen AED anwendet, desto schlechter waren die Kenntnisse in der Anwendung dieser Geräte. (132, 133) Es ist zu erwarten, dass eine konkret erlebte Reanimationssituation in Kombination mit einer regelmäßigen Auffrischungsschulung die besten Ergebnisse erzielt, aber auch im Rahmen realistischer Simulationssituationen könnten ähnliche Ergebnisse erreicht werden.

5.3 Diskussion der Methodik und Limitationen

Die Einsatz- und Fragebogendaten sind retrospektiv erfasst worden, was sowohl wegen der manuellen Erfassung der Einsatzdaten in Formularen durch die Notärzte als auch wegen der auf die Erinnerung der Teilnehmer basierende Erfassung in Form eines Fragebogens fehlerbehaftet sein kann. Seit der retrospektiven Erfassung der Daten ist bereits einige Zeit vergangen, die Auswirkungen auf die Datenzuverlässigkeit in Bezug auf die heutige Situation haben kann.

Die im Fragebogen verwendete numerische Selbsteinschätzungsskala bietet große Vorteile für die statistische Analyse. Mit dem Einbringen konkreter Beschreibungen wurde eine möglichst gute Vergleichbarkeit angestrebt, jedoch unterliegen numerische Selbsteinschätzungsskalen trotz allem interindividuell unterschiedlichen Interpretationen, die eine Fehlerquelle darstellen können. Die subjektive Datenerhebung durch Fragebögen, d.h. die Erfassung der rein

subjektiven Empfindung bzw. Erinnerung der Studienteilnehmer, konnte nicht durch andere Datenerfassungen objektiviert werden.

Limitation dieser Dissertation sind in allen Teilen die relativ kleinen Gruppengrößen. Andere Studien zur Analyse des Einflusses der Tageszeit auf das Outcome nach OHCA und zum Vergleich zwischen Sanitätern (Paramedics) und Notärzten weisen deutlich größere Fallzahlen auf, unterscheiden sich jedoch zum Teil auch im Studienaufbau (u.a. keine Fragebogen-Studien) von der vorliegenden Arbeit. (50, 134) Ebenfalls stellen eventuelle geografische Verzerrungen durch die Auswahl der Stützpunkte wichtige Limitationen dar, und somit auch die nicht gegebene repräsentative Stichprobe. Ebenfalls kann die Rücklaufquote aufgrund der Methodik nicht angegeben werden; an jedem Stützpunkt wurden durch die Ansprechpartner/ Stützpunktleiter der per E-Mail zugesandte Fragebogen in unterschiedlicher Anzahl ausgegeben. Die Datenanalyse hat mit einigem zeitlichen Verzug stattgefunden.

Im Vergleich der pädiatrischen Notfallversorgung zwischen Deutschland und Finnland wurde im finnischen Teil vor allem Rettungsdienstpersonal befragt, das vor allem in nicht-urbanen Arealen tätig ist. Für den deutschen Teil der Studie wurden Notärzte befragt, die vor allem in nicht-urbanen Gebieten Deutschlands tätig sind. Hinsichtlich ihres Ausbildungsstandes sind die Teilnehmer der beiden Gruppen nicht vergleichbar, jedoch bezüglich der von ihnen wahrgenommenen Funktion. Wegen der deutlichen Unterschiede in der Bevölkerungsdichte beider untersuchten Länder ist ein Pairing in Hinblick auf bestimmte Kriterien, wie zum Beispiel die durch die Rettungsmittel statistisch zu versorgende Bevölkerung, nicht möglich gewesen. Die Unterschiede sowohl in Bezug auf die Ausbildungsanforderungen als auch die geographischen Gegebenheiten der beiden untersuchten Rettungsdienstsysteme sind groß, so werden auf der einen Seite Notärzte analysiert, die eine Ausbildung mit deutlich größeren Anforderungen und Ausbildungsinhalten durchlaufen haben als die auf der anderen Seite eingeschlossenen Sanitäter. (107, 111) Auch stellt sich die Frage, inwieweit die Gruppen trotz des gleichen Tätigkeitsfeldes aufgrund anderer Faktoren (andere Ausbildung, anderer Kulturkreis, andere Handlungskonzepte) untereinander vergleichbar sind. Die Bevölkerungsdichte unterscheidet sich zwischen den zwei Staaten sehr, so beträgt die Bevölkerungsdichte in Finnland 18,2 Einwohnern pro Quadratkilometer und in Deutschland 232,1 Einwohner pro Quadratkilometer und damit einher gehen andere Anforderungen an den Rettungsdienst. (61, 135)

Die erhobenen pädiatrischen Notfälle beziehen sich auf einen Stützpunkt in einer urbanen Umgebung, eine Erfassung von Einsätzen in nicht-urbanen Regionen ist nicht erfolgt. Auch die Anzahl an erfassten Einsätzen ist eingeschränkt, was die Aussagekraft einschränkt. Es wurden

Verdachtsdiagnosen, die sich aus der präklinischen Diagnostik ergeben haben, erfasst und keine endgültigen klinischen Diagnosen.

5.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend wurde in dieser Dissertationsarbeit gezeigt, dass das Outcome von rettungsdienstlich präklinisch versorgten Reanimationen nicht von der Tageszeit abhängig ist und dass der häufigste pädiatrische Notfall der Fieberkrampf ist. Im Vergleich zwischen einem notärztlichen und einem paramedizinisch orientiertem Rettungsdienstsystem sind die Ergebnisse mit einem Vorteil für das notärztliche System vereinbar. Vor allem bezüglich der Fehlerkultur im Rettungsdienst wird Verbesserungspotenzial gesehen.

6. Literaturverzeichnis

1. Karges W, Al Dahouk S. Innere Medizin. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2011. p. 46-61.
2. Statistisches Bundesamt. Gesundheit - Todesursachen in Deutschland 2015. Fachserie 12 Reihe 4. 2017.
3. Tilastokeskus. Suomen virallinen tilasto (SVT). Kuolemansyyt. Kuolemansyyt 2015. Helsinki 2015.
4. Fischer M, Messelken M, Wnent J, Seewald S, Bohn A, Jantzen T, Gräsner J. Deutsches Reanimationsregister der DGAI. Notfall Rettungsmed. 2013;16:251-9.
5. Wilhelmsen L, Wedel H, Tibblin G. Multivariate analysis of risk factors for coronary heart disease. Circulation. 1973;48(5):950-8.
6. Reiner Z, Catapano AL, De Backer G, Graham I, Taskinen MR, Wiklund O, Agewall S, Alegria E, Chapman MJ, Durrington P, Erdine S, Halcox J, Hobbs R, Kjekshus J, Filardi PP, Riccardi G, Storey RF, Wood D. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: the Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). Eur Heart J. 2011;32(14):1769-818.
7. Kuisma M, Repo J, Alaspää A. The incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation in Helsinki, Finland, from 1994 to 1999. Lancet. 2001;358(9280):473-4.
8. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. N Engl J Med. 2000;343(17):1206-9.
9. Hawkes C, Booth S, Ji C, Brace-McDonnell SJ, Whittington A, Mapstone J, Cooke MW, Deakin CD, Gale CP, Fothergill R, Nolan JP, Rees N, Soar J, Siriwardena AN, Brown TP, Perkins GD. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrests in England. Resuscitation. 2017;110:133-40.
10. Saprunguang A, Vithessonthi K, La-Orkhun V, Lertsapcharoen P, Khongphatthanayothin A. Clinical presentation and course of long QT syndrome in Thai children. J Arrhythm. 2015;31(5):296-301.
11. Santos RD, Gidding SS, Hegele RA, Cuchel MA, Barter PJ, Watts GF, Baum SJ, Catapano AL, Chapman MJ, Defesche JC, Folco E, Freiburger T, Genest J, Hovingh GK, Harada-Shiba M, Humphries SE, Jackson AS, Mata P, Moriarty PM, Raal FJ, Al-Rasadi K, Ray KK, Reiner Z, Sijbrands EJ, Yamashita S. Defining severe familial hypercholesterolaemia and the implications for clinical management: a consensus statement from the International Atherosclerosis Society Severe Familial Hypercholesterolemia Panel. Lancet Diabetes Endocrinol. 2016;4(10):850-61.
12. Bagnall RD, Weintraub RG, Ingles J, Duflou J, Yeates L, Lam L, Davis AM, Thompson T, Connell V, Wallace J, Naylor C, Crawford J, Love DR, Hallam L, White J, Lawrence C, Lynch M, Morgan N, James P, du Sart D, Puranik R, Langlois N, Vohra J, Winship I, Atherton J, McGaughan J, Skinner JR, Semsarian C. A Prospective Study of Sudden Cardiac Death among Children and Young Adults. N Engl J Med. 2016;374(25):2441-52.
13. Ray WA, Murray KT, Hall K, Arbogast PG, Stein CM. Azithromycin and the risk of cardiovascular death. N Engl J Med. 2012;366(20):1881-90.
14. Noel GJ, Natarajan J, Chien S, Hunt TL, Goodman DB, Abels R. Effects of three

fluoroquinolones on QT interval in healthy adults after single doses. *Clin Pharmacol Ther.* 2003;73(4):292-303.

15. Pell JP, Sirel JM, Marsden AK, Ford I, Walker NL, Cobbe SM. Presentation, management, and outcome of out of hospital cardiopulmonary arrest: comparison by underlying aetiology. *Heart.* 2003;89(8):839-42.
16. Alqahtani S, Nehme Z, Williams B, Bernard S, Smith K. Changes in the incidence of out-of-hospital cardiac arrest: Differences between cardiac and non-cardiac aetiologies. *Resuscitation.* 2020;155:125-33.
17. Sasson C, Rogers MA, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2010;3(1):63-81.
18. Ocklitz A. Cardiopulmonary resuscitation already in Egypt 5,000 years ago? *Wien Klin Wochenschr.* 1997;109(11):406-12.
19. Evangelische Haupt-Bibelgesellschaft, Berlin/Altenburg. Die Bibel. Nach der Übersetzung Martin Luthers: Bund der Evangelischen Kirche Deutschland (Hrsg.); 1985.
20. Luc G, Baert V, Escutnaire J, Genin M, Vilhelm C, Di Pompéo C, Khoury CE, Segal N, Wiel E, Adnet F, Tazarourte K, Gueugniaud PY, Hubert H. Epidemiology of out-of-hospital cardiac arrest: A French national incidence and mid-term survival rate study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2019;38(2):131-5.
21. de Vreede-Swagemakers JJ, Gorgels AP, Dubois-Arbouw WI, van Ree JW, Daemen MJ, Houben LG, Wellens HJ. Out-of-hospital cardiac arrest in the 1990's: a population-based study in the Maastricht area on incidence, characteristics and survival. *J Am Coll Cardiol.* 1997;30(6):1500-5.
22. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, Perkins GD, Soar J, Truhlář A, Wyllie J, Zideman DA. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation.* 2015;95:1-80.
23. Neumar RW, Shuster M, Callaway CW, Gent LM, Atkins DL, Bhanji F, Brooks SC, de Caen AR, Donnino MW, Ferrer JM, Kleinman ME, Kronick SL, Lavonas EJ, Link MS, Mancini ME, Morrison LJ, O'Connor RE, Samson RA, Schexnayder SM, Singletary EM, Sinz EH, Travers AH, Wyckoff MH, Hazinski MF. Part 1: Executive Summary: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2015;132(18 Suppl 2):315-67.
24. 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. Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome. *Jama.* 2008;300(12):1423-31.
25. Gräsner JT, Wnent J, Herlitz J, Perkins GD, Lefering R, Tjelmeland I, Koster RW, Masterson S, Rossell-Ortiz F, Maurer H, Böttiger BW, Moertl M, Mols P, Alihodžić H, Hadžibegović I, Ioannides M, Truhlář A, Wissenberg M, Salo A, Escutnaire J, Nikolaou N, Nagy E, Jonsson BS, Wright P, Semeraro F, Clarens C, Beesems S, Cebula G, Correia VH, Cimpoesu D, Raffay V, Trenkler S, Markota A, Strömsöe A, Burkart R, Booth S, Bossaert L. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation.* 2020;148:218-26.
26. Syväoja S, Salo A, Uusaro A, Jäntti H, Kuisma M. Witnessed out-of-hospital cardiac arrest- effects of emergency dispatch recognition. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2018;62(4):558-67.
27. Deutscher Bundestag. Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom

- 05.03.2003 (BGBl. I S. 310, ber. S. 919), zuletzt geändert durch Gesetz vom 17.08.2017 (BGBl. I S. 3202) mit Wirkung von 24.08.2017: § 2 Abs.2, Punkt 6 und 13. 2017.
28. Liikenteen turvallisuusvirasto TRAFI. Ajokorttilaki, 29.4.2011/386, 20110386. Opetussuunnitelma b-luokan kolmivaiheiseen kuljettajaopetukseen. 2016.
29. Weiß C, Chlond B, Hilgert T, Vortisch P. Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertungen Bericht 2014/2015: Alltagsmobilität und Fahrleistung. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Verkehrswesen; 2016.
30. Liikenteen turvallisuusvirasto TRAFI, Finland. Väestö 31.12. muuttujina Alue, Ikä, Sukupuoli ja Vuosi, 2015. Voimassaolevat ajokortit koontiluokittain esitettynä ajankohtana. 01.07.2016, (2016).
31. Suomen Eduskunta. Ajokorttilaki 29.4.2011/386; 2011. 2011.
32. Paraskos JA. History of CPR and the role of the national conference. *Ann Emerg Med.* 1993;22(2 Pt 2):275-80.
33. Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, Cheng A, Aziz K, Berg KM, Lavonas EJ, Magid DJ. Part 1: Executive Summary: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2020;142(16_suppl_2):S337-s57.
34. Panchal AR, Berg KM, Hirsch KG, Kudenchuk PJ, Del Rios M, Cabañas JG, Link MS, Kurz MC, Chan PS, Morley PT, Hazinski MF, Donnino MW. 2019 American Heart Association Focused Update on Advanced Cardiovascular Life Support: Use of Advanced Airways, Vasopressors, and Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation During Cardiac Arrest: An Update to the American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2019;140(24):e881-e94.
35. Wenzel V, Russo S, Arntz HR, Bahr J, Baubin MA, Böttiger BW, Dirks B, Dörger V, Eich C, Fischer M, Wolcke B, Schwab S, Voelckel WG, Gervais HW. The new 2005 resuscitation guidelines of the European Resuscitation Council: comments and supplements. *Anaesthesist.* 2006;55(9):958-66, 68-72, 74-9.
36. Sanders AB, Kern KB, Berg RA, Hilwig RW, Heidenrich J, Ewy GA. Survival and neurologic outcome after cardiopulmonary resuscitation with four different chest compression-ventilation ratios. *Ann Emerg Med.* 2002;40(6):553-62.
37. Steinmetz J, Barnung S, Nielsen SL, Risom M, Rasmussen LS. Improved survival after an out-of-hospital cardiac arrest using new guidelines. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2008;52(7):908-13.
38. Hayes MM, Ewy GA, Anavy ND, Hilwig RW, Sanders AB, Berg RA, Otto CW, Kern KB. Continuous passive oxygen insufflation results in a similar outcome to positive pressure ventilation in a swine model of out-of-hospital ventricular fibrillation. *Resuscitation.* 2007;74(2):357-65.
39. Turner I, Turner S, Armstrong V. Does the compression to ventilation ratio affect the quality of CPR: a simulation study. *Resuscitation.* 2002;52(1):55-62.
40. Dorph E, Wik L, Strømme TA, Eriksen M, Steen PA. Oxygen delivery and return of spontaneous circulation with ventilation:compression ratio 2:30 versus chest compressions only CPR in pigs. *Resuscitation.* 2004;60(3):309-18.
41. Sayre MR, Berg RA, Cave DM, Page RL, Potts J, White RD. Hands-only (compression-

only) cardiopulmonary resuscitation: a call to action for bystander response to adults who experience out-of-hospital sudden cardiac arrest: a science advisory for the public from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee. *Circulation*. 2008;117(16):2162-7.

42. Setälä P, Hellevuo H, Huhtala H, Kämäräinen A, Tirkkonen J, Hoppu S. Risk factors for cardiopulmonary resuscitation-related injuries sustained during out-of-hospital cardiac arrests. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2018;62(9):1290-6.

43. Magid DJ, Wang Y, Herrin J, McNamara RL, Bradley EH, Curtis JP, Pollack CV, Jr., French WJ, Blaney ME, Krumholz HM. Relationship between time of day, day of week, timeliness of reperfusion, and in-hospital mortality for patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction. *Jama*. 2005;294(7):803-12.

44. Krüth P, Zeymer U, Gitt A, Jünger C, Wienbergen H, Niedermeier F, Glunz HG, Senges J, Zahn R. Influence of presentation at the weekend on treatment and outcome in ST-elevation myocardial infarction in hospitals with catheterization laboratories. *Clin Res Cardiol*. 2008;97(10):742-7.

45. Cortegiani A, Gregoretti C, Neto AS, Hemmes SNT, Ball L, Canet J, Hiesmayr M, Hollmann MW, Mills GH, Melo MFV, Putensen C, Schmid W, Severgnini P, Wrigge H, Gama de Abreu M, Schultz MJ, Pelosi P. Association between night-time surgery and occurrence of intraoperative adverse events and postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth*. 2019;122(3):361-9.

46. Althoff FC, Wachtendorf LJ, Rostin P, Santer P, Schaefer MS, Xu X, Grabitz SD, Chitilian H, Houle TT, Brat GA, Akeju O, Eikermann M. Effects of night surgery on postoperative mortality and morbidity: a multicentre cohort study. *BMJ Qual Saf*. 2021;30(8):678-88.

47. Matsumura Y, Nakada TA, Shinozaki K, Tagami T, Nomura T, Tahara Y, Sakurai A, Yonemoto N, Nagao K, Yaguchi A, Morimura N. Nighttime is associated with decreased survival and resuscitation efforts for out-of-hospital cardiac arrests: a prospective observational study. *Crit Care*. 2016;20(1):141.

48. Wallace SK, Abella BS, Shofer FS, Leary M, Agarwal AK, Mechem CC, Gaieski DF, Becker LB, Neumar RW, Band RA. Effect of time of day on prehospital care and outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2013;127(15):1591-6.

49. Fredriksson M, Aune S, Bång A, Thorén AB, Lindqvist J, Karlsson T, Herlitz J. Cardiac arrest outside and inside hospital in a community: mechanisms behind the differences in outcome and outcome in relation to time of arrest. *Am Heart J*. 2010;159(5):749-56.

50. Schrieffl C, Mayr FB, Poppe M, Zajicek A, Nürnberger A, Clodi C, Herkner H, Sulzgruber P, Lobmeyr E, Schober A, Holzer M, Sterz F, Uray T. Time of out-of-hospital cardiac arrest is not associated with outcome in a metropolitan area: A multicenter cohort study. *Resuscitation*. 2019;142:61-8.

51. Holmén J, Herlitz J, Ricksten SE, Strömsöe A, Hagberg E, Axelsson C, Rawshani A. Shortening Ambulance Response Time Increases Survival in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(21):e017048.

52. Cantwell K, Morgans A, Smith K, Livingston M, Spelman T, Dietze P. Time of Day and Day of Week Trends in EMS Demand. *Prehosp Emerg Care*. 2015;19(3):425-31.

53. Berliner Feuerwehr. *Das Einsatzspektrum*. 2016. 2017. p. 90.

54. Wetsch W, Hinkelbein J, Spöhr F. *Kurzlehrbuch Anästhesie, Intensivmedizin*,

- Notfallmedizin und Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme Verlag; 2014. p. 185.
55. Vaasan sairaanhoitopiiri. Liitteet hallituksen esityslistaan, Nr. 5/2016. 2016 24.5.2016.
 56. Väestörekisterikeskus. Kuntien asukasluvut aakkosjärjestyksessä. 30.06.2015. Väestörekisterikeskus; 2016.
 57. Berliner Feuerwehr. Jahresbericht 2010. 2011. p. 64, 65.
 58. Berliner Feuerwehr. Jahresbericht 2015. 2016. p. 82.
 59. Berliner Feuerwehr. Jahresbericht 2020. 2021. p. 159, 168.
 60. Statistik Berlin. Statistischer Bericht, Einwohnerinnen und Einwohner im Land Berlin am 31. Dezember 2014. 2015.
 61. Bundeszentrale für politische Bildung. Bevölkerung nach Ländern. 26.9.2012. Bundeszentrale für politische Bildung; 2012.
 62. Suominen P, Silfvast T, Korpela R, Erosuo J. Pediatric prehospital care provided by a physician-staffed emergency medical helicopter unit in Finland. *Pediatr Emerg Care*. 1996;12(3):169-72.
 63. Eich C, Roessler M, Timmermann A, Heuer JF, Gentkow U, Albrecht B, Russo SG. Out-of-hospital pediatric emergencies. Perception and assessment by emergency physicians. *Anaesthesist*. 2009;58(9):876-83.
 64. Schnegg B, Pasquier M, Carron PN, Yersin B, Dami F. Prehospital Emergency Medical Services Departure Interval: Does Patient Age Matter? *Prehosp Disaster Med*. 2016;31(6):608-13.
 65. Carlson JN, Gannon E, Mann NC, Jacobson KE, Dai M, Colleran C, Wang HE. Pediatric Out-of-Hospital Critical Procedures in the United States. *Pediatr Crit Care Med*. 2015;16(8):e260-7.
 66. Stenke C. Der Münchner Kindernotarzt-3667 Kindernotarzteinsätze der Jahre 1998 – 2001-untersucht an zwei der vier beteiligten Kliniken: Ludwig-Maximilians-Universität zu München; 2004.
 67. Okubo M, Chan HK, Callaway CW, Mann NC, Wang HE. Characteristics of paediatric out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation*. 2020;153:227-33.
 68. Bardai A, Berdowski J, van der Werf C, Blom MT, Ceelen M, van Langen IM, Tijssen JG, Wilde AA, Koster RW, Tan HL. Incidence, causes, and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in children. A comprehensive, prospective, population-based study in the Netherlands. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57(18):1822-8.
 69. Ong ME, Stiell I, Osmond MH, Nesbitt L, Gerein R, Campbell S, McLellan B. Etiology of pediatric out-of-hospital cardiac arrest by coroner's diagnosis. *Resuscitation*. 2006;68(3):335-42.
 70. Bartels U. Kindernotfälle. *Notarzt*. 2001;17(2):31-6.
 71. Hoyle JD, Jr., Crowe RP, Bentley MA, Beltran G, Fales W. Pediatric Prehospital Medication Dosing Errors: A National Survey of Paramedics. *Prehosp Emerg Care*. 2017;21(2):185-91.
 72. Hansen M, Lambert W, Guise JM, Warden CR, Mann NC, Wang H. Out-of-hospital pediatric airway management in the United States. *Resuscitation*. 2015;90:104-10.
 73. Hansen M, Wang H, Le N, Lin A, Idris A, Kornegay J, Schmicker R, Daya M.

Prospective evaluation of airway management in pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2020;156:53-60.

74. Schlechtriemen T, Masson R, Burghofer K, Lackner CK, Altemeyer KH. Pediatric cases in preclinical emergency medicine: critical aspects in the range of missions covered by ground ambulance and air rescue services. *Anaesthesist*. 2006;55(3):255-62.
75. Fink EL, Prince DK, Kaltman JR, Atkins DL, Austin M, Warden C, Hutchison J, Daya M, Goldberg S, Herren H, Tijssen JA, Christenson J, Vaillancourt C, Miller R, Schmicker RH, Callaway CW. Unchanged pediatric out-of-hospital cardiac arrest incidence and survival rates with regional variation in North America. *Resuscitation*. 2016;107:121-8.
76. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, Daya M, Osmond MH, Warden CR, Berg RA. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation*. 2009;119(11):1484-91.
77. Kämäräinen A. Out-of-hospital cardiac arrests in children. *J Emerg Trauma Shock*. 2010;3(3):273-6.
78. Law AK, Ng MH, Hon KL, Graham CA. Out-of-Hospital Cardiac Arrest in the Pediatric Population in Hong Kong: A 10-Year Review at a University Hospital. *Pediatr Emerg Care*. 2018;34(3):179-84.
79. Maxien D, Wirth S, Peschel O, Sterzik A, Kirchhoff S, Kreimeier U, Reiser MF, Mück FG. Intraosseous needles in pediatric cadavers: Rate of malposition. *Resuscitation*. 2019;145:1-7.
80. Pifko EL, Price A, Busch C, Smith C, Jiang Y, Dobson J, Tuuri R. Observational review of paediatric intraosseous needle placement in the paediatric emergency department. *J Paediatr Child Health*. 2018;54(5):546-50.
81. Kim MJ, Park JM, Rhee N, Je SM, Hong SH, Lee YM, Chung SP, Kim SH. Efficacy of VeinViewer in pediatric peripheral intravenous access: a randomized controlled trial. *Eur J Pediatr*. 2012;171(7):1121-5.
82. Pirneskoski J, Peräjoki K, Nuutila M, Kuisma M. Urgent EMS managed out-of-hospital delivery dispatches in Helsinki. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:94.
83. Javaudin F, Hamel V, Legrand A, Goddet S, Templier F, Potiron C, Pes P, Bagou G, Montassier E. Unplanned out-of-hospital birth and risk factors of adverse perinatal outcome: findings from a prospective cohort. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2019;27(1):26.
84. Bernhard M, Freerksen N, Hainer C, Rom J, Schreckenberger R, Sohn C, Martin E, Maul H. Prehospital obstetrical emergencies in a physician-staffed ground-based emergency service. A retrospective analysis over a 5-year period. *Anaesthesist*. 2009;58(4):353-61.
85. Dawson DE, Brown WE, Jr., Harwell TS. Assessment of nationally registered emergency medical technician certification training in the United States: the LEADS Project. *Longitudinal Emergency Medical Technician Attributes Demo-graphic Study*. *Prehosp Emerg Care*. 2003;7(1):114-9.
86. Hansen M, Eriksson C, Skarica B, Meckler G, Guise JM. Safety events in pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Emerg Med*. 2018;36(3):380-3.
87. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, Koster RW, Wyllie J, Böttiger B. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2010;81(10):1219-76.
88. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Elvytysneuvoston, Suomen

- Anesthesiologiyhdistyksen ja Suomen Punaisen Ristin asettama työryhmä. Elvytys. Käypä hoito-suositus. 2016.
89. von Hintzenstern U. Notarzt-Leitfaden. 12 ed. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2010. p. 7.
 90. Maurer M. Notfallmedizin: Nicht alles ist gut, was aus Amerika kommt. Dtsch Arztebl. 2000;97:37.
 91. Spielberg P. Katastrophenschutz in den USA: Die Spuren des 11. September. Dtsch Arztebl 2006;103:18.
 92. Fischer M, Kamp J, Garcia-Castrillo Riesgo L, Robertson-Steel I, Overton J, Ziemann A, Krafft T. Comparing emergency medical service systems-a project of the European Emergency Data (EED) Project. Resuscitation. 2011;82(3):285-93.
 93. Borowicz A, Nadolny K, Bujak K, Cieśla D, Gąsior M, Hudzik B. Paramedic versus physician-staffed ambulances and prehospital delays in the management of patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Cardiol J.* 2021;28(1):110-7.
 94. Pakkanen T, Virkkunen I, Kämäräinen A, Huhtala H, Silfvast T, Virta J, Randell T, Yli-Hankala A. Pre-hospital severe traumatic brain injury - comparison of outcome in paramedic versus physician staffed emergency medical services. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016;24:62.
 95. Brokmann JC, Conrad C, Rossaint R, Bergrath S, Beckers SK, Tamm M, Czaplik M, Hirsch F. Treatment of Acute Coronary Syndrome by Telemedically Supported Paramedics Compared With Physician-Based Treatment: A Prospective, Interventional, Multicenter Trial. *J Med Internet Res.* 2016;18(12):e314.
 96. Peterman JM, Bisgaard S. Door-to-balloon time: performance improvement in the multidisciplinary treatment of myocardial infarction. *J Healthc Qual.* 2010;32(4):14-23.
 97. Zeymer U. Akuter Herzinfarkt: Was neu und wichtig ist. *Dtsch Arztebl.* 2014;111:15.
 98. Nordberg P, Jonsson M, Forsberg S, Ringh M, Fredman D, Riva G, Hasselqvist-Ax I, Hollenberg J. The survival benefit of dual dispatch of EMS and fire-fighters in out-of-hospital cardiac arrest may differ depending on population density-a prospective cohort study. *Resuscitation.* 2015;90:143-9.
 99. Skandalakis P, Lainas P, Zoras O, Skandalakis J, Mirilas P. "To Afford the Wounded Speedy Assistance": Dominique Jean Larrey and Napoleon. *World J Surg.* 2006 Aug;30(8)(8):1392-9.
 100. Abgeordnetenhaus von Berlin. Gesetz über den Rettungsdienst für das Land Berlin (Rettungsdienstgesetz - RDG); vom 8. Juli 1993 (Verk. am 21. 7. 1993, GVBl. S. 313) i.d.F. des Ersten Gesetzes zur Änderung des Rettungsdienstgesetzes vom 24. Juni 2004 (2. 7. 2004, GVBl. S. 257), zuletzt geändert am 20.09.2016.
 101. Shrestha SK, Koirala K, Amatya B. Patient's Mode of Transportation Presented in the Emergency Department of a Tertiary Care Centre, Kavre, Nepal. *Kathmandu Univ Med J (KUMJ).* 2018;16(61):39-42.
 102. Razzak JA, Kellermann AL. Emergency medical care in developing countries: is it worthwhile? *Bull World Health Organ.* 2002;80(11):900-5.
 103. Deutscher Bundestag. Gesetz über den Beruf der Rettungsassistentin und des Rettungsassistenten, Rettungsassistentengesetz vom 10. Juli 1989. 1989.
 104. Deutscher Bundestag. Gesetz über den Beruf der Notfallsanitäterin und des

Notfallsanitäters; Notfallsanitätergesetz vom 22. Mai 2013, (2013).

105. Bundesärztekammer. Stellungnahme der Bundesärztekammer zur Notkompetenz von Rettungsassistenten und zur Delegation ärztlicher Leistungen im Rettungsdienst vom 02.11.1992.

106. Reifferscheid F, Harding U, Döriges V, Knacke P, Wirtz S. Einführung der Zusatzbezeichnung Notfallmedizin. *Anästh Intensivmed* 2010 51:82-9.

107. Weiterbildungsordnung der Ärztekammer Berlin. 16. Juni 2004 (zuletzt geändert durch den 10. Nachtrag vom 11. Juni 2014 [in Kraft getreten am 11. Oktober 2014]). (2014).

108. Berliner Morgenpost. Ersatz für Storchenwagen (07.01.2004). *Berliner Morgenpost*. 2004.

109. Berliner Feuerwehr. Neue Geräte unterstützen die Wiederbelebung. Berlin: Berliner Feuerwehr, ; 2018 [Available from: <https://www.berliner-feuerwehr.de/neue-geraete-unterstuetzen-die-wiederbelebung/> (abgerufen am 05.03.2018 um 11:23)].

110. FinnHems. Tukikohdat 2018 [Available from: <https://finnhems.fi/tukikohdat/> (abgerufen am 07.03.2018 um 13:24)].

111. Tampereen ammattikorkeakoulu. Ensihoitaja (AMK) 2018 [Available from: <http://www.tamk.fi/ensihoitaja-paiva> (abgerufen am 08.03.2018 um 14:16)].

112. Nishi T, Kamikura T, Funada A, Myojo Y, Ishida T, Inaba H. Are regional variations in activity of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation associated with out-of-hospital cardiac arrests outcomes? A nation-wide population-based cohort study. *Resuscitation*. 2016;98:27-34.

113. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie. Kardiopulmonale Reanimation - Update 2015. Börm Brückmeister Verlag GmbH; 2015.

114. Goto Y, Maeda T, Goto Y. Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *J Am Heart Assoc*. 2014;3(3):e000499.

115. Brown TP, Booth S, Hawkes CA, Soar J, Mark J, Mapstone J, Fothergill RT, Black S, Pocock H, Bichmann A, Gunson I, Perkins GD. Characteristics of neighbourhoods with high incidence of out-of-hospital cardiac arrest and low bystander cardiopulmonary resuscitation rates in England. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*. 2019;5(1):51-62.

116. Jennings PA, Cameron P, Walker T, Bernard S, Smith K. Out-of-hospital cardiac arrest in Victoria: rural and urban outcomes. *Med J Aust*. 2006;185(3):135-9.

117. Fischer P, Krueger JI, Greitemeyer T, Vogrincic C, Kastenmüller A, Frey D, Heene M, Wicher M, Kainbacher M. The bystander-effect: a meta-analytic review on bystander intervention in dangerous and non-dangerous emergencies. *Psychol Bull*. 2011;137(4):517-37.

118. Batterman S, Cook R, Justin T. Temporal variation of traffic on highways and the development of accurate temporal allocation factors for air pollution analyses. *Atmos Environ* (1994). 2015;107:351-63.

119. Lyon RM, Cobbe SM, Bradley JM, Grubb NR. Surviving out of hospital cardiac arrest at home: a postcode lottery? *Emerg Med J*. 2004;21(5):619-24.

120. Aschieri D, Penela D, Pelizzoni V, Guerra F, Vermi AC, Rossi L, Torretta L, Losi G, Villani GQ, Capucci A. Outcomes after sudden cardiac arrest in sports centres with and without on-site external defibrillators. *Heart*. 2018;104(16):1344-9.

121. Bossaert LL, Perkins GD, Askitopoulou H, Raffay VI, Greif R, Haywood KL, Mentzelopoulos SD, Nolan JP, Van de Voorde P, Xanthos TT. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 11. The ethics of resuscitation and end-of-life decisions. *Resuscitation*. 2015;95:302-11.
122. Hansen C, Lauridsen KG, Schmidt AS, Løfgren B. Decision-making in cardiac arrest: physicians' and nurses' knowledge and views on terminating resuscitation. *Open Access Emerg Med*. 2019;11:1-8.
123. Hreinsson JP, Thorvaldsson AP, Magnusson V, Fridriksson BT, Libungan BG, Karason S. Identifying out-of-hospital cardiac arrest patients with no chance of survival: An independent validation of prediction rules. *Resuscitation*. 2020;146:19-25.
124. Timmermann A, Russo SG, Eich C, Roessler M, Braun U, Rosenblatt WH, Quintel M. The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg*. 2007;104(3):619-23.
125. Cash RE, Swor RA, Samuels-Kalow M, Eisenbrey D, Kaimal AJ, Camargo CA, Jr. Frequency and severity of prehospital obstetric events encountered by emergency medical services in the United States. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2021;21(1):655.
126. Kistler CE, Walter LC, Mitchell CM, Sloane PD. Patient perceptions of mistakes in ambulatory care. *Arch Intern Med*. 2010;170(16):1480-7.
127. Mayer C-H. Positive Fehlerkultur als Ressource. *Schmerzmedizin*. 2020;36(4):62-7.
128. Niemeier M, Hamsen U, Yilmaz E, Schildhauer TA, Waydhas C. Critical incident reporting systems (CIRS) in trauma patients may identify common quality problems. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2021;47(2):445-52.
129. Hamilton A, Steinmetz J, Wissenberg M, Torp-Pedersen C, Lippert FK, Hove L, Lohse N. Association between prehospital physician involvement and survival after out-of-hospital cardiac arrest: A Danish nationwide observational study. *Resuscitation*. 2016;108:95-101.
130. Endo A, Kojima M, Uchiyama S, Shiraishi A, Otomo Y. Physician-led prehospital management is associated with reduced mortality in severe blunt trauma patients: a retrospective analysis of the Japanese nationwide trauma registry. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2021;29(1):9.
131. Nielsen AM, Isbye DL, Lippert FK, Rasmussen LS. Basic life support and automated external defibrillator skills among ambulance personnel: a manikin study performed in a rural low-volume ambulance setting. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2012;20:34.
132. Warwick JP, Mackie K, Spencer I. Towards early defibrillation-a nurse training programme in the use of automated external defibrillators. *Resuscitation*. 1995;30(3):231-35.
133. Ornato JP, McNeill SE, Craren EJ, Nelson NM. Limitation on effectiveness of rapid defibrillation by emergency medical technicians in a rural setting. *Ann Emerg Med*. 1984;13(12):1096-9.
134. Goto Y, Funada A, Goto Y. Impact of prehospital physician-led cardiopulmonary resuscitation on neurologically intact survival after out-of-hospital cardiac arrest: A nationwide population-based observational study. *Resuscitation*. 2019;136:38-46.
135. Statista. Finnland: Bevölkerungsdichte von 2008 bis 2018 [Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/261855/umfrage/bevoelkerungsdichte-in-finnland/> (abgerufen am 13.07.2021 um 09:21)].

7. Eidesstattliche Versicherung

Ich, Sebastian Juha Richter, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Analyse der rettungsmedizinischen Situation im deutsch-finnischen Vergleich mit Schwerpunkt auf Reanimationen und pädiatrische Notfälle unter Berücksichtigung eigener Studienergebnisse“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.

Datum

Unterschrift

8. Lebenslauf

[Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.]

9. Danksagung

Ich bedanke mich insbesondere bei Prof. Dr. Christian Storm, PD Dietrich Hasper und Prof. Dr. Jörg Schefold für die wissenschaftliche Betreuung und Unterstützung.

Zusätzlich danke ich Manuel, Felix, Aino Richter, Kurt Richter, Barbara, Sigrid, Christoph, Sven, Leo und Frau Stephan für die Unterstützung. Auch allen anderen, die mich während des Zeitraumes der Entstehung dieser Arbeit unterstützt haben, aber namentlich unerwähnt geblieben sind, möchte ich danken.

10. Anhang: Verwendeter Fragebogen

Fragebogen zur präklinischen pädiatrischen Notfallversorgung

Liebe Kollegen, wir führen eine Multi- Center- Studie zur pädiatrischen Notfallversorgung durch und würden uns sehr freuen, wenn Sie folgenden Fragebogen ausfüllen würden.

Vielen Dank!

PD Dr. Dietrich Hasper/ S. Richter (Doktorand)

Antworten bitte per Fax: 03212 – 3322119, E-Mail: sebastian-juha.richter@charite.de oder postalisch.

Wie sicher fühlen Sie sich in der präklinischen Versorgung von pädiatrischen Notfallpatienten?

1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

Wie oft haben Sie bereits in den genannten Altersgruppen eigenverantwortlich präklinisch Reanimationen durchgeführt?

Erwachsene < 5 5-10 10-20 20-30 30-50 >50

8-18- jährige 0 1 2 3 4 5-10 >10

< 8- jährige 0 1 2 3 4 5-10 >10

< 1-jährige 0 1 2 3 4 5-10 >10

Wie sicher fühlen Sie sich in der Reanimation in den genannten Altersgruppen?

Erwachsene 1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9
 10 (sehr sicher)

8-18- jährige 1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

< 8- jährige 1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

< 1- jährige 1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

Wie oft haben Sie bereits in den genannten Altersgruppen eigenverantwortlich präklinisch Intubationen durchgeführt?

Erwachsene < 5 5-10 10-20 20-30 30-50 >50

8-18- jährige 0 1 2 3 4 5-10 >10

< 8- jährige 0 1 2 3 4 5-10 >10

< 1- jährige 0 1 2 3 4 5-10 >10

Wie sicher fühlen Sie sich im Airway- Management in den genannten Altersgruppen?

Erwachsene 1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

8-18- jährige 1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

< 8- jährige 1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

< 1- jährige 1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

Haben Sie schon einmal einen intravenösen Zugang bei pädiatrischen Patienten < 5 Jahre gelegt?

Ja Nein

Wie sicher fühlen Sie sich in der Anwendung dieser Technik?

1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

Haben Sie schon einmal einen intraossären Zugang gelegt?

Ja Nein

Wie sicher fühlen Sie sich in der Anwendung dieser Technik?

1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

Haben Sie schon einmal einen intraossären Zugang bei pädiatrischen Patienten < 5 Jahre gelegt?

Ja Nein

Wie sicher fühlen Sie sich in der Anwendung dieser Technik?

1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

Wie viele Geburten haben Sie bereits präklinisch im Rahmen von Notarzteinsätzen betreut?

0 1 2 3 4 5-10 >10

Wie sicher fühlen Sie sich in der Versorgung von Geburten?

1 (gar nicht sicher) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr sicher)

Was empfinden Sie als besonders schwer in der präklinischen Notfallversorgung?

Bei Erwachsenen?

Bei 8-18- jährigen?

Bei < 8- jährigen?

Bei < 1- jährigen?

Würden Sie sich ein Fortbildungsangebot im Bereich der präklinischen pädiatrischen Notfallversorgung wünschen?

Ja Nein

Wenn ja, in einem bestimmten Teilbereich?

Wie gut und ausreichend wurden Sie in der präklinischen Versorgung von pädiatrischen Notfällen ausgebildet?

1 (sehr schlecht) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (sehr gut)

Wie viele von allen pädiatrischen Einsätzen sind nach Ihrer Einschätzung von ihrem Anforderungsgrad her schwer?

<10 % 10 – 20 % 20 – 30 % 30 – 40 % 40 – 50 % >50 %

Wie oft ist Ihnen in den folgenden Altersgruppen bereits ein Behandlungsfehler (nach Ihrer eigenen subjektiven Meinung, nicht im juristischen Sinne, „schwerer Zwischenfall“) passiert?

Erwachsene 0 1 2-3 ≥ 4

8-18-jährige 0 1 2-3 ≥ 4

< 8-jährige 0 1 2-3 ≥ 4

< 1-jährige 0 1 2-3 ≥ 4

Wie viele Jahre sind Sie bereits als Notarzt tätig?

<1 Jahr 1-3 Jahre 4-5 Jahre 6-10 Jahre > 10 Jahre

Ihre Fachrichtung: Innere Medizin Anästhesie Chirurgie Pädiatrie

Andere: _____