

**Zusammenhang vom präklinischen
First-Pass Intubation Success und dem
Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs
beim Erwachsenen mit außerklinischem
Kreislaufstillstand (FiPS-CPR)**

**Multizentrische, retrospektive Analyse
des Intubationsregisters und
des Deutschen Reanimationsregisters**

Dissertation

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

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

von Sarah Montag
geboren am 24.02.1997 in Gera

Gutachter:

1. Prof. Dr. Wilhelm Behringer, Jena
2. PD Dr. Christian Hohenstein, Bad Berka
3. PD Dr. Dr. Peter M. Proding, München

Datum der Verteidigung: 05.10.2021

Datum des Staatsexamens: 13.12.2021

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	6
1 Zusammenfassung	8
2 Einleitung	10
2.1 Kardiopulmonale Reanimation (CPR).....	10
2.1.1 Grundlagen	10
2.1.2 Basic-Life-Support	11
2.1.3 Advanced-Life-Support	13
2.1.4 Ablauf der CPR.....	16
2.2 Atemwegsmanagement während der CPR.....	20
2.2.1 Grundlagen	20
2.2.2 Präklinische Intubation.....	20
2.2.3 Beurteilung des Atemwegs	20
2.2.4 Formen des Atemwegsmanagements	21
2.2.5 Komplikationen	24
2.2.6 Verifikation des gesicherten Atemwegs.....	24
2.2.7 First-Pass Intubation Success (FPS).....	24
2.2.8 Vorgehen in der Reanimationssituation.....	25
2.3 Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs (ROSC).....	27
2.3.1 Grundlagen	27
2.3.2 Erkennen des ROSC	27
3 Ziele der Arbeit.....	28
4 Methodik	29
4.1 Datenerfassung und -zusammenführung.....	29
4.2 Patienten	30
4.3 Statistik.....	30
4.4 Vorgehen.....	32
5 Ergebnisse	33

5.1	Überblick	33
5.1.1	Datenzusammenführung.....	33
5.1.2	Studienstandorte und Einsatzhäufigkeiten.....	34
5.1.3	Zielvariablen: FPS, ROSC und Zeit bis ROSC	35
5.2	Zusammenhang FPS und ROSC, FPS und Zeit bis ROSC.....	37
5.2.1	FPS und ROSC.....	37
5.2.2	FPS und Zeit bis ROSC	38
5.2.3	Ereigniszeitanalysen	39
5.3	Einflussfaktoren für FPS und ROSC	41
5.3.1	Einsatzbeschreibung: Wochentag, Uhrzeit	41
5.3.2	Patientendemografie: Geschlecht, Alter, Körpergewicht	44
5.4	Einflussfaktoren für FPS	48
5.4.1	Verantwortlicher: Ausbildung, Fachrichtung	48
5.4.2	Methode, Equipment.....	51
5.4.3	Medikamente	53
5.4.4	Verifikation der Tubuslage	55
5.4.5	Atemwegsbeurteilung nach Cormack und Lehane	56
5.4.6	Komplikationen	57
5.5	Einflussfaktoren für ROSC	59
5.5.1	Initialer Herzrhythmus, initiale Atmung	59
5.5.2	Medikamente	60
5.5.3	Defibrillation	61
5.6	Multivariate Analysen	62
5.6.1	Multivariate Analyse für FPS.....	62
5.6.2	Multivariate Analyse für ROSC	63

6	Diskussion.....	65
6.1	Diskussion der Methodik.....	65
6.1.1	Verwendete Register und Fragebögen.....	65
6.1.2	Einschlusskriterien.....	66
6.2	Diskussion der Ergebnisse.....	67
6.2.1	Zielvariablen: FPS, ROSC und Zeit bis ROSC.....	67
6.2.2	Zusammenhang FPS und ROSC, FPS und Zeit bis ROSC.....	70
6.2.3	Einflussfaktoren für FPS und ROSC.....	72
6.2.4	Einflussfaktoren für FPS.....	75
6.2.5	Einflussfaktoren für ROSC.....	81
6.3	Limitationen der Studie.....	85
6.4	Ausblick.....	85
7	Schlussfolgerungen.....	86
8	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	87
9	Anhang.....	98
9.1	Fragebogen Intubationsregister.....	98
9.2	Fragebogen Deutsches Reanimationsregister.....	101
9.3	Notarzteinsatzprotokoll.....	106
9.4	Abbildungsverzeichnis.....	108
9.5	Tabellenverzeichnis.....	109
9.6	Danksagung.....	110
9.7	Ehrenwörtliche Erklärung.....	111

Abkürzungsverzeichnis

AAM	Erweitertes Atemwegsmanagement (Advanced Airway Management)	FA	Facharzt
AED	Automatisierter Externer Defibrillator	FiPS-CPR	Studiename
ALS	Erweiterte Maßnahmen der Reanimation (Advanced Life Support)	FoPS	Fourth-Pass Intubation Success
AMV	Atemminutenvolumen	FPS	First-Pass Intubation Success
AssA	Assistenzarzt	FS	Führungsstab
BLS	Basismaßnahmen der Reanimation (Basic Life Support)	h	Stunde
CA	Chefarzt	HZV	Herzzeitvolumen
CL	Cormack und Lehane	ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
cm	Zentimeter	IQR	Interquartilsabstand
CO₂	Kohlenstoffdioxid	J	Joule
CPR	Kardiopulmonale Reanimation (Cardiopulmonary Resuscitation)	kg	Kilogramm
DL	Direkte Laryngoskopie	l	Liter
DSI	Delayed Sequence Intubation	LM	Larynxmaske
EKG	Elektrokardiogramm	LT	Larynxtubus
ERC	European Resuscitation Council	mbar	Millibar
ET	Endotrachealtubus	mg	Milligramm
ETI	Endotracheale Intubation	min	Minute
		ml	Milliliter
		mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
		mmol	Millimol

n	Anzahl	SGA	Supraglottische Atemwegshilfe (Supraglottic Airway Device)
NA	Notarzt		
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug	SpO₂	Sauerstoffsättigung
NotSan	Notfallsanitäter	SPS	Second-Pass Intubation Success
OA	Oberarzt	TPS	Third-Pass Intubation Success
OHCA	Herzstillstand außerhalb des Krankenhauses (out-of-hospital cardiac arrest)	VF	Kammerflimmern (Ventricular Fibrillation)
OR	Odds Ratio	VL	Videolaryngoskop
O₂	Sauerstoff	95%-KI	95%-Konfidenzintervall
pCO₂	Kohlenstoffdioxidpartialdruck		
PEA	pulslose elektrische Aktivität		
pVT	pulslose ventrikuläre Tachykardie		
RettAss	Rettungsassistent		
ROSC	Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs (Return of Spontaneous Circulation)		
RR	Relatives Risiko		
RSI	Blitzeinleitung (Rapid Sequence Induction)		
RTH	Rettungshubschrauber		
s	Sekunde		
SD	Standardabweichung		

1 Zusammenfassung

Der Kreislaufstillstand wird mittels kardiopulmonaler Reanimation (CPR) therapiert, um das Wiedereinsetzen des Spontankreislaufes (ROSC) zu erreichen. Erfolgt während der CPR im Rahmen der Atemwegssicherung eine Intubation, sollte der erste Intubationsversuch erfolgreich beendet werden (FPS). Meist geht der Intubationsvorgang mit dem Pausieren der Thoraxkompressionen einher. Diese Unterbrechungen der Thoraxkompressionen verringern die Überlebenschancen. Bei der innerklinischen Versorgung des außerklinischen Kreislaufstillstands (OHCA) wurde beobachtet, dass nach dem erfolglosen ersten Intubationsversuch seltener der ROSC erreicht wurde. Ausgehend davon stellten wir uns die Frage, ob dieser Zusammenhang auch in der präklinischen Versorgung des OHCA zu beobachten ist.

Primäres Ziel der Studie FiPS-CPR war es, zu untersuchen, ob es zwischen dem präklinischen FPS und dem ROSC auf der einen Seite sowie dem präklinischen FPS und der Zeit bis zum ROSC auf der anderen Seite einen relevanten Zusammenhang gibt. Die dabei aufgestellte Hypothese war, dass bei erzieltm FPS die Wahrscheinlichkeit des ROSC steigt und sich die Zeit bis zum ROSC verringert. Die untersuchte Patientengruppe waren Erwachsene mit OHCA. Sekundäres Ziel der Studie war es, Einflussfaktoren für den FPS sowie den ROSC zu identifizieren. Tertiäres Ziel der Studie war es, unabhängige Variablen für den FPS sowie den ROSC zu formulieren.

Wir verwendeten präklinische Daten des Intubationsregisters und des Deutschen Reanimationsregisters aus dem Zeitraum vom 01.07.2017 bis einschließlich 31.12.2018. Die betrachteten Standorte waren Jena, Meiningen, Tübingen, Wittlich und Wolfenbüttel. Für die deskriptive Analyse der Zielvariablen FPS, ROSC und Zeit bis ROSC erhoben wir zuerst deren Häufigkeiten. Den Zusammenhang zwischen den Intubationsversuchen und der Zeit bis zum ROSC stellten wir mit Ereigniszeitanalysen für die Patienten mit ROSC dar. Zum Vergleich der ersten beiden Intubationsversuche führten wir einen Log-Rank-Test durch. Mögliche Einflussfaktoren für den FPS bzw. ROSC testeten wir einzeln in univariaten Analysen: für metrische Variablen mit dem Mann-Whitney U-Test und für nominale Variablen mit dem Chi-Quadrat-Test sowie deren Subvariablen mittels exakten Tests nach Fisher. Für die Analyse der unabhängigen Variablen verwendeten wir multivariate binäre logistische Regressionen für den FPS bzw. den ROSC. Das Signifikanzniveau legten wir auf $p < 0,05$ fest.

In die Datenauswertung wurden insgesamt 180 Patienten eingeschlossen: 72% der Patienten waren männlich, das durchschnittliche Alter betrug 70 Jahre und das mediane Körpergewicht 83 kg. Alle Patienten wurden spätestens im vierten Versuch erfolgreich intubiert, der FPS betrug 83%. Bei 46% der Patienten wurde präklinisch der ROSC beobachtet, durchschnittlich nach 22 min CPR. Zur besseren Vergleichbarkeit zukünftiger Studien sollte das Deutsche Reanimationsregister um die Variable „Zeit bis zum ROSC“ erweitert werden.

Mit unserer Studie wiesen wir eine positive Korrelation zwischen dem FPS und ROSC nach ($p=0,027$, $n=180$). Die Wahrscheinlichkeit des ROSC sank mit einer steigenden Anzahl an Intubationsversuchen. Ebenso war die Tendenz erkennbar, dass sich bei erzielttem FPS die Zeit bis zum ROSC verringerte ($p=0,059$, $n=180$).

Hinsichtlich der Einflussfaktoren des FPS lässt sich Folgendes sagen: Die Zunahme des Körpergewichts ging mit einem geringeren FPS einher ($p=0,044$, $n=180$). Am Mittwoch waren die wenigsten (59%, $p=0,010$, $n=17$), am Freitag die meisten (100%, $p=0,002$, $n=34$) Atemwegssicherungen erfolgreich. Bei Verwendung der Rachenabsaugung betrug der FPS 69%, ohne 90% ($p=0,001$, $n=180$). Je schlechter die Einsehbarkeit des Larynx nach Cormack und Lehane, desto geringer war der FPS ($p<0,001$, $n=180$). Hinsichtlich der Einflussfaktoren des ROSC lässt sich Folgendes sagen: Eine Asystolie hatte eine geringere ROSC-Rate (35%, $p<0,001$, $n=110$) als der initiale Herzrhythmus Kammerflimmern/-flattern (69%, $p<0,001$, $n=45$). Mit der Gabe von Amiodaron wurde in 60% der ROSC beobachtet, ohne in 41% ($p=0,037$, $n=180$).

Unabhängige Variablen des FPS waren die Kapnografie und Komplikationen. Wurde die Kapnografie zur Verifikation der Tubuslage verwendet, stieg die Chance des FPS um das 7,4-fache an ($p=0,004$, Odds Ratio (OR)=7,384, 95%-Konfidenzintervall (95%-KI): 1,886-28,917). Beim Auftreten von Komplikationen war die Chance des FPS um 96,7% reduziert verglichen mit einer komplikationslosen Intubation ($p<0,001$, OR=0,033, 95%-KI: 0,007-0,153). Den FPS identifizierten wir als unabhängige Variable für den ROSC: Die Chance des ROSC stieg um das 5,3-fache, wenn der erste Intubationsversuch erfolgreich war ($p=0,002$, OR=5,281, 95%KI: 1,800-15,494).

Unsere Ergebnisse unterstreichen in Bezug auf den ROSC die Wichtigkeit des FPS bei der präklinischen Behandlung des OHCA und decken sich mit Ergebnissen innerklinischer Studien. Der FPS ist mit dem ROSC signifikant positiv assoziiert.

2 Einleitung

Der folgende Abschnitt führt alle Themenbereiche, die in der Datenerhebung relevant sind, zusammen. Die Inhalte stützen sich auf die im Literatur- und Quellenverzeichnis angegebenen Publikationen, Zeitschriften und Bücher. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten sind dabei ausdrücklich mitgemeint.

2.1 Kardiopulmonale Reanimation (CPR)

2.1.1 Grundlagen

Der plötzliche Kreislaufstillstand zählt in den Industrieländern zu den häufigsten Todesursachen. Weltweit erleiden durchschnittlich 95,9 pro 100.000 Menschen pro Jahr einen Kreislaufstillstand außerhalb des Krankenhauses (out-of-hospital cardiac arrest = OHCA) (Porzer 2017). In der europäischen, multizentrischen EuReCa-TWO-Studie betrug die Häufigkeit des OHCA 56 pro 100.000 Menschen pro Jahr (Grasner et al. 2020).

Der Kreislaufstillstand ist eine plötzliche Fehlfunktion des kardiovaskulären Systems, welche zur systemischen Minderperfusion führt. Ätiologisch werden primäre Kreislaufstillstände infolge einer kardialen Fehlfunktion und sekundäre, bspw. durch einen Atemstillstand, unterschieden. Beim Erwachsenen ist meist ein kardiales Problem ursächlich. Um den Tod zu verhindern, wird sofort mittels kardiopulmonaler Reanimation (Cardiopulmonary Resuscitation = CPR) interveniert. Zur Vermeidung irreversibler zerebraler Schäden muss die rasche Wiederherstellung eines ausreichenden Spontankreislaufs (Return of Spontaneous Circulation = ROSC) erfolgen. Die Behandlungsmaßnahmen der CPR werden in Basismaßnahmen (Basic Life Support = BLS), die durch jeden Laienhelfer durchgeführt werden können, und erweiterte Maßnahmen (Advanced Life Support = ALS), welche vorzugsweise durch medizinisches Fachpersonal ausgeübt werden, eingeteilt (Ziegenfuß 2017).

Der weltweite Fachverband International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) veröffentlicht alle 5 Jahre dem neuesten Stand der Wissenschaft angepasste Empfehlungen zur Behandlung des Kreislaufstillstandes. Auf deren Grundlage erstellen Fachverbände wie die American Heart Association und der European Resuscitation Council (ERC) ihre gültigen Reanimationsleitlinien. Die aktuellen Empfehlungen des ERC stammen aus dem Jahr 2015 (Monsieurs et al. 2015).

2.1.2 Basic-Life-Support

2.1.2.1 Überblick

Die Auswertung von 10.558 Datensätzen des Deutschen Reanimationsregisters zeigte, dass die ROSC-Rate stieg (von 42% auf 50%), wenn Laienhelfer vor Eintreffen des Rettungsdienstes beim Kreislaufstillstand mit Wiederbelebensmaßnahmen begannen (Gräsner et al. 2012). Seit Oktober 2018 findet jährlich, auf Initiative des ILCOR, der „World Restart a Heart“ Tag statt. Weltweit werden Menschen sensibilisiert und geschult, einen Kreislaufstillstand zu erkennen, den Rettungsdienst zu rufen und mit lebensrettenden Thoraxkompressionen zu beginnen (Bottiger et al. 2018).

Der BLS fasst alle Basismaßnahmen der CPR zusammen, die der Notfallzeuge unverzüglich am Patienten durchführen soll. Dazu gehören: Überprüfung auf vorhandenes Bewusstsein und Atmung, Freilegung der Atemwege, Unterstützung von Atmung und Kreislauf ohne Hilfsmittel sowie der frühzeitige Einsatz eines automatisierten externen Defibrillators (AED). Grundsätzlich hat bei allen Aufgaben der Eigenschutz der Notfallzeugen und Helfer höchste Priorität (Perkins et al. 2015). Abbildung 1 zeigt, anlehnend an die Empfehlungen des ERC von 2015, in welcher Reihenfolge die BLS-Maßnahmen vom trainierten Helfer durchzuführen sind.

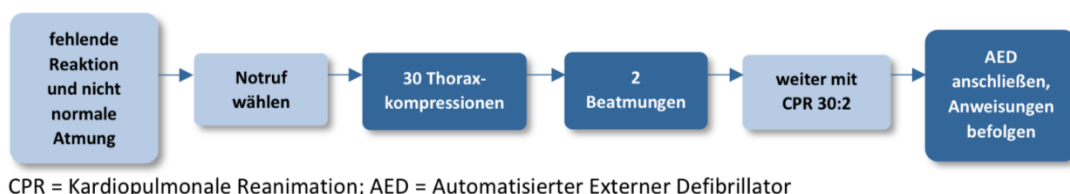


Abbildung 1: Handlungsempfehlung BLS (nach ERC-Leitlinie 2015, Kapitel 2)

Mithilfe lauter Ansprache werden die Reaktionsfähigkeit und das Bewusstsein des Patienten überprüft. Folgend kontrolliert der Notfallzeuge durch Öffnen der Atemwege (Überstrecken des Nackens und Anheben des Kinns), ob beim Patienten eine Atmung vorhanden ist. Handelt es sich um einen bewusstlosen, nicht normal atmenden Patienten, besteht die Indikation zur CPR. Um schnell die Überlebenskette einzuleiten, muss umgehend der Notruf abgesetzt werden. Der Leitstellendisponent leitet den Notfallzeugen beim Vorliegen der abgefragten Schlüsselsymptome zur CPR (=Telefonreanimation) an: Der Leitstellendisponent instruiert zum Beginn der ersten Thoraxkompressionen und hilft beim Aufsuchen des nächstgelegenen AED, damit die frühe Defibrillation sichergestellt wird (Perkins et al. 2015, Soar et al. 2018).

2.1.2.2 Thoraxkompression

Beim durchschnittlichen Erwachsenen sollen die Thoraxkompressionen eine adäquate Drucktiefe von 5 cm, nicht tiefer als 6 cm, erreichen (Hellevuo et al. 2013). Der Druckpunkt ist die Mitte des Thorax und die Kompressionsfrequenz beträgt 100–120 pro min (Idris et al. 2015). Nach jeder Kompression muss der Thorax vollständig entlastet werden, sodass das Blut zum Herzen zurückströmen kann (Zuercher et al. 2010). Unterbrechungen der Thoraxkompressionen sollen so kurz wie möglich gehalten werden (Perkins et al. 2015) (siehe 2.1.3.2).

Initial beginnt die CPR beim Erwachsenen mit 30 Thoraxkompressionen (Perkins et al. 2015). Dies ist darin begründet, dass das Blut in der Lunge und dem vaskulären System nach dem Kreislaufstillstand für einige Minuten oxygeniert bleibt, wenn der Blutfluss stoppt (Turner et al. 2002). Dieses Blut soll erst mobilisiert werden, bevor mit Atemspenden anderes Blut oxygeniert wird (Marsch et al. 2013, Perkins et al. 2015).

2.1.2.3 Beatmung

Notfallzeugen, die trainiert und in der Lage sind, zu beatmen, sollen dies durchführen (Perkins et al. 2018a). Abwechselnd zu 30 Thoraxkompressionen werden 2 Atemspenden verabreicht, welche zu einer deutlichen Hebung des Thorax führen. Eine Atemspende dauert 1 s und umfasst ein Hubvolumen von 500-600 ml (Baskett et al. 1996, Perkins et al. 2015). Für beide Atemspenden sollen die Thoraxkompressionen nicht länger als 10 s unterbrochen werden (Beesems et al. 2013). Der O₂-Gehalt von 16-17% in der Ausatemluft des Atemspenders ist zur Beatmung des Patienten ausreichend. Neben der klassischen Mund-zu-Mund-Beatmung ist die Mund-zu-Nase-Beatmung eine akzeptable Alternative. Bei Einliegen einer Trachealkanüle oder eines Tracheostomas kann die Mund-zu-Tracheostoma-Beatmung in Erwägung gezogen werden (Perkins et al. 2015, Ziegenfuß 2017).

2.1.2.4 Verwendung des AED

Die AEDs ermöglichen präklinisch eine Defibrillation bei geeignetem Rhythmus bereits dann, wenn das Rettungsteam mit einem manuellen Defibrillator noch nicht vor Ort ist. Die frühe Defibrillation bei geeignetem Rhythmus ist prognoseentscheidend: Wenn innerhalb von 3-5 min nach dem Kollaps defibrilliert wird, erhöht sich die Überlebensrate auf 50-70% (Berdowski et al. 2011, Blom et al. 2014). Während ein Helfer den AED holt und am Patienten anbringt, wird die CPR weiter fortgeführt.

Sobald der AED einsatzbereit ist, darf die Defibrillation nicht weiter verzögert werden (Perkins et al. 2015). Das Gerät gibt Sprachanweisungen, die den Notfallzeugen weiter anleiten. Es analysiert den Herzrhythmus des Patienten und fordert den Notfallzeugen auf, einen Schock abzugeben, wenn ein defibrillierbarer Rhythmus erkannt wird. Bei der Schockabgabe darf niemand den Patienten berühren (Kerber et al. 1997).

2.1.3 Advanced-Life-Support

2.1.3.1 Überblick

Der ALS umfasst alle erweiterten Reanimationsmaßnahmen, welche auf dem BLS aufbauen und weiterführend eine medizinisch-technische Ausrüstung mit der entsprechenden Ausbildung erfordern. Die frühe Defibrillation bei geeignetem Herzrhythmus sowie ununterbrochene, qualitativ hochwertige Thoraxkompressionen sind vorrangig. Die Medikamentengabe und das erweiterte Atemwegsmanagement (Advanced Airway Management = AAM) sind zweitrangig.

Die Maßnahmen des ALS werden von medizinischem Fachpersonal, im präklinischen Bereich z.B. von Rettungsassistenten, Notfallsanitätern und Notärzten, durchgeführt. Demnach können Instrumentarien zur Atemwegssicherung, Beatmungsbeutel, Beatmungsgeräte, O₂-Zufuhr, Medikamente, Infusionen/Injektionen, genaues Monitoring der Vitalparameter und Sonografie zur Feststellung reversibler Ursachen des Kreislaufstillstandes zum Einsatz kommen (Soar et al. 2015, Ziegenfuß 2017).

2.1.3.2 Thoraxkompression

Die Thoraxkompressionen im Rahmen des ALS folgen den gleichen technischen Standards wie im BLS (siehe 2.1.2.2). Die routinemäßige Anwendung mechanischer Reanimationsgeräte zum Ersatz manueller Thoraxkompressionen wird nicht empfohlen (Meaney et al. 2013, Soar et al. 2015).

Die Thoraxkompressionen erzeugen einen Herzpumpmechanismus. Mit dem Wechsel aus Belastung und Entlastung wird ein geringer Blutfluss zu den Koronaren und dem Gehirn aufgebaut. Bei der richtigen Ausführung werden höchstens 30% des normalen Herzzeitvolumens (HZV) erzeugt. Dies steigert die Wahrscheinlichkeit, dass das Herz selbst wieder einen regelmäßigen Rhythmus und eine effektive Pumpleistung aufnimmt. Durch jede Unterbrechung kommt es zum Sistieren der aufgebauten Zirkulation, sog. „no flow fraction“ (Meaney et al. 2013, Ziegenfuß 2017).

Demzufolge müssen Unterbrechungen kurz gehalten werden und dürfen maximal 5 s betragen (Soar et al. 2015). Nach jeder Unterbrechung dauert es eine Zeit, bis der vorherige koronare Perfusionsdruck erneut erzielt wird. Ununterbrochene Thoraxkompressionen ermöglichen einen substanziiell höheren mittleren koronaren Perfusionsdruck. Währenddessen kann ein diastolischer arterieller Blutdruck von mehr als 25 mmHg erreicht werden (Meaney et al. 2013). Die Thoraxkompressionen sind von besonderer Bedeutung für das Überleben, wenn aufgrund des vorliegenden Herzrhythmus in den ersten Minuten nach dem Kollaps keine Defibrillation erfolgen kann (Weisfeldt und Becker 2002, Smith und Yeung 2018).

2.1.3.3 Atemwegssicherung

Zur Atemwegssicherung im Rahmen der CPR existiert vielfältiges Equipment. Grundlegend ist ein schrittweises Vorgehen, abhängig von Patientenfaktoren, den Umständen des Kreislaufstillstandes sowie der Kompetenz des Ausführenden (Soar et al. 2015). Das genaue Vorgehen wird in Kapitel 2.2 erläutert.

2.1.3.4 Beatmung

Der Patient wird mit einem Hubvolumen von 6-7 ml pro kg Körpergewicht und einer Frequenz von 10 pro min beatmet. Dementsprechend wird ein Atemminutenvolumen (AMV) von ca. 5 l pro min erzeugt. Bei durchgeführter Maskenbeatmung muss darauf geachtet werden, dass die Maske dicht sitzt. Wenn erforderlich, kann eine Abdichtung mit der Zwei-Hände-Methode erfolgen (Soar et al. 2015). Neben der Hypoventilation infolge einer undichten Maske ist zugleich eine Hyperventilation zu vermeiden. Studien haben gezeigt, dass während der CPR oft zu hohe AMVs verabreicht werden. Im Tierversuch führte dies infolge eines verminderten venösen Rückstroms zur Hypotension und verringertem koronaren Perfusionsdruck (Aufderheide et al. 2004).

Sobald ein suffizientes AAM etabliert ist, wird der Patient durchgehend asynchron, d.h. ohne das Pausieren der Thoraxkompressionen, beatmet (Yeung et al. 2014). Eine effektive Beatmung ist daran zu erkennen, dass sich der Thorax bei jedem Atemhub merklich hebt und über beiden Lungenhälften seitengleiche Atemgeräusche auskultierbar sind. Während der CPR wird die maximal verfügbare O₂-Konzentration verabreicht. Dazu sollte der Beatmungsbeutel, welcher über den zwischengeschalteten Filter mit dem Endstück der Atemwegssicherung verbunden ist, an eine O₂-Flasche angeschlossen und diese voll aufgedreht werden.

Aktuell gibt es keine Evidenz für die optimale O₂-Konzentration während der CPR (Soar et al. 2015). Eine Studie kam zu dem Ergebnis, dass reanimierte Patienten, welche mit 100% O₂ über einen Endotrachealtubus (ET) beatmet wurden, häufiger den ROSC erreichten und es vermehrt zur Klinikaufnahme kam (Spindelboeck et al. 2013).

2.1.3.5 EKG-Analyse

Zur Detektion reversibler Herzrhythmusstörungen als Ursache für den Kreislaufstillstand erfolgt während der CPR schnellstmöglich eine Rhythmusanalyse mittels Elektrokardiogramms (EKG). Es werden 2 Typen von Herzrhythmen im Zusammenhang mit dem Kreislaufstillstand unterschieden. Der Hauptunterschied bezogen auf die anschließende Behandlung besteht in der Notwendigkeit eines Defibrillationsversuches bei den defibrillierbaren Rhythmen (Ziegenfuß 2017).

Defibrillierbare Rhythmen umfassen die pulslose ventrikuläre Tachykardie (pVT) ebenso wie das Kammerflimmern (Ventricular Fibrillation = VF) (Soar et al. 2015). Bei Letzterem kommt es zur Abnahme der Überlebensrate von 7-10% pro min, wenn keine CPR durchgeführt wird (Larsen et al. 1993). Studien belegen, dass eine kurze Zeitspanne zwischen CPR-Beginn mit Thoraxkompressionen und der ersten Defibrillation die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Defibrillation begünstigt (Eftestol et al. 2004). Dies setzt voraus, dass die Schockabgabe in der elektrischen Phase des Kreislaufstillstandes erfolgt (Weisfeldt und Becker 2002).

Nicht-defibrillierbare Rhythmen umfassen die Asystolie und die Pulslose Elektrische Aktivität (PEA) (Soar et al. 2015). Solche Herzrhythmen sind mit einem schlechteren Outcome des Patienten verknüpft und können im Verlauf zu defibrillierbaren Rhythmen konvertieren (Kajino et al. 2008, Luo et al. 2017).

2.1.3.6 Defibrillation

Bei der Defibrillation wird mithilfe einer ausreichenden Menge elektrischer Energie das vorhandene elektrische Chaos im Myokard beseitigt (Soar et al. 2015). Mittels Gleichstromimpuls bei der Schockabgabe werden eine Wiederherstellung der spontanen, synchronisierten elektrischen Erregungsbildung und -leitung erzielt sowie Arrhythmien, bspw. eine pVT oder VF, durchbrochen. Das optimale Energieniveau dafür ist jenes, welches zur erfolgreichen Defibrillation führt, gleichzeitig aber die geringstmögliche myokardiale Schädigung hervorruft (Kerber 1984).

Die Elektroden werden in sternal-apikaler Position platziert. Die apikale Elektrode befindet sich in der linken mittleren Axillarlinie, die sternale rechts parasternal unterhalb der Klavikula. Selbstklebende Defibrillatorpads sind aufgrund der Impedanzverringering gegenüber den Hardpaddles zu bevorzugen. Die Defibrillation soll nicht hinausgezögert und die CPR nicht über einen vorgegebenen Zeitraum routinemäßig vor der Herzrhythmusanalyse bzw. der Schockabgabe durchgeführt werden. Die Präshockpause kann durch die fortgeführte CPR während des Ladevorgangs des AEDs auf weniger als 5 s verkürzt werden (Edelson et al. 2010). Sobald der Defibrillator geladen ist, werden die Thoraxkompressionen pausiert, ein kurzer Sicherheitscheck (kein Helfer berührt den Patienten) durchgeführt, gewarnt und die Defibrillation ausgelöst. Eine optimale Energiestufe ist in der Literatur nicht definiert. Bei biphasischer Schockabgabe, welche verglichen zur monophasischen Schockabgabe zu bevorzugen ist, wird ein Energieniveau von initial mindestens 150 J empfohlen. Wenn bei der nächsten Rhythmusanalyse weiterhin ein defibrillierbarer Rhythmus vorliegt, sind eskalierende Energiestufen zu erwägen, z.B. ein weiterer Schock mit 150-360 J (Koster et al. 2008). Unmittelbar nach der Defibrillation werden die Thoraxkompressionen ohne Verzögerung durch eine Rhythmuskontrolle oder Pulskontrolle für weitere 2 min fortgeführt (Cheskes et al. 2014).

2.1.4 Ablauf der CPR

Den kompletten Ablauf der Reanimation, in Anlehnung an den ALS-Algorithmus der ERC-Leitlinien 2015, zeigt Abbildung 2 (Soar et al. 2015).

An erster Stelle steht das Erkennen des Kreislaufstillstandes. Wenn der Patient nicht reagiert und keine normale Atmung aufweist, wird unverzüglich mit der CPR im Modus von 30 Thoraxkompressionen zu 2 Beatmungen begonnen. Zusätzlich wird weitere Hilfe gerufen und umgehend der Notruf abgesetzt (Soar et al. 2015).

Sobald ein Defibrillator oder ein EKG-Monitor verfügbar ist, wird die initiale Rhythmusanalyse durchgeführt. Die Thoraxkompressionen dürfen dafür nur minimal unterbrochen werden. Danach erfolgt die Einteilung des vorliegenden Herzrhythmus in defibrillierbar oder nicht-defibrillierbar (Ziegenfuß 2017). Es beginnt der erste Zyklus nach Rhythmuskontrolle. Die CPR wird für 2 min fortgeführt, bevor der Herzrhythmus erneut beurteilt wird. Das Tasten des Pulses ist allein dann indiziert, wenn ein geordneter Herzrhythmus am Monitor beobachtet wird (Soar et al. 2015).

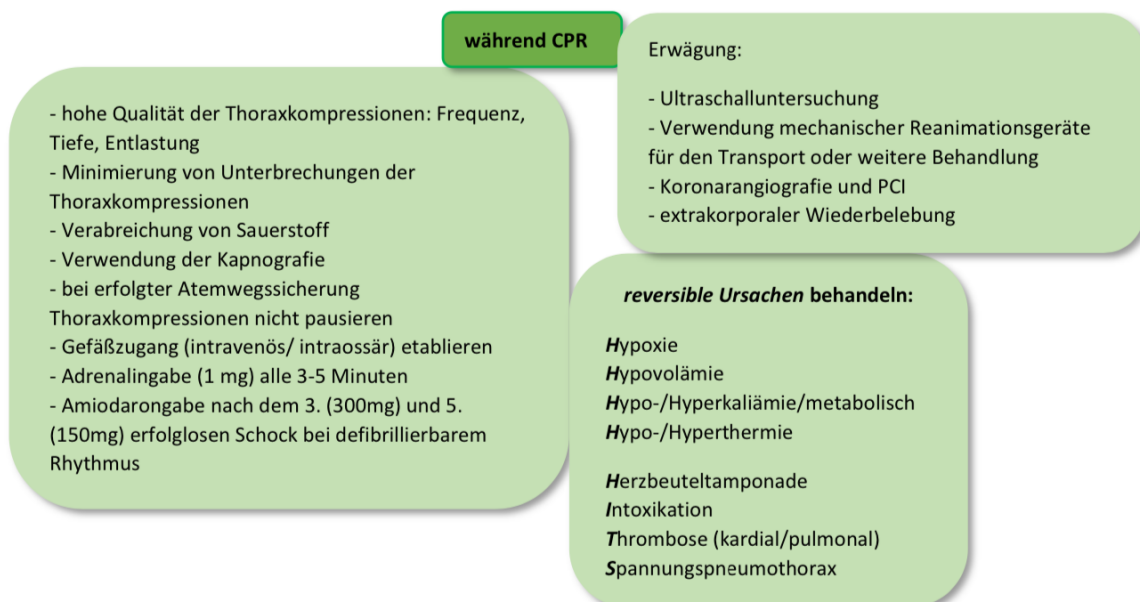
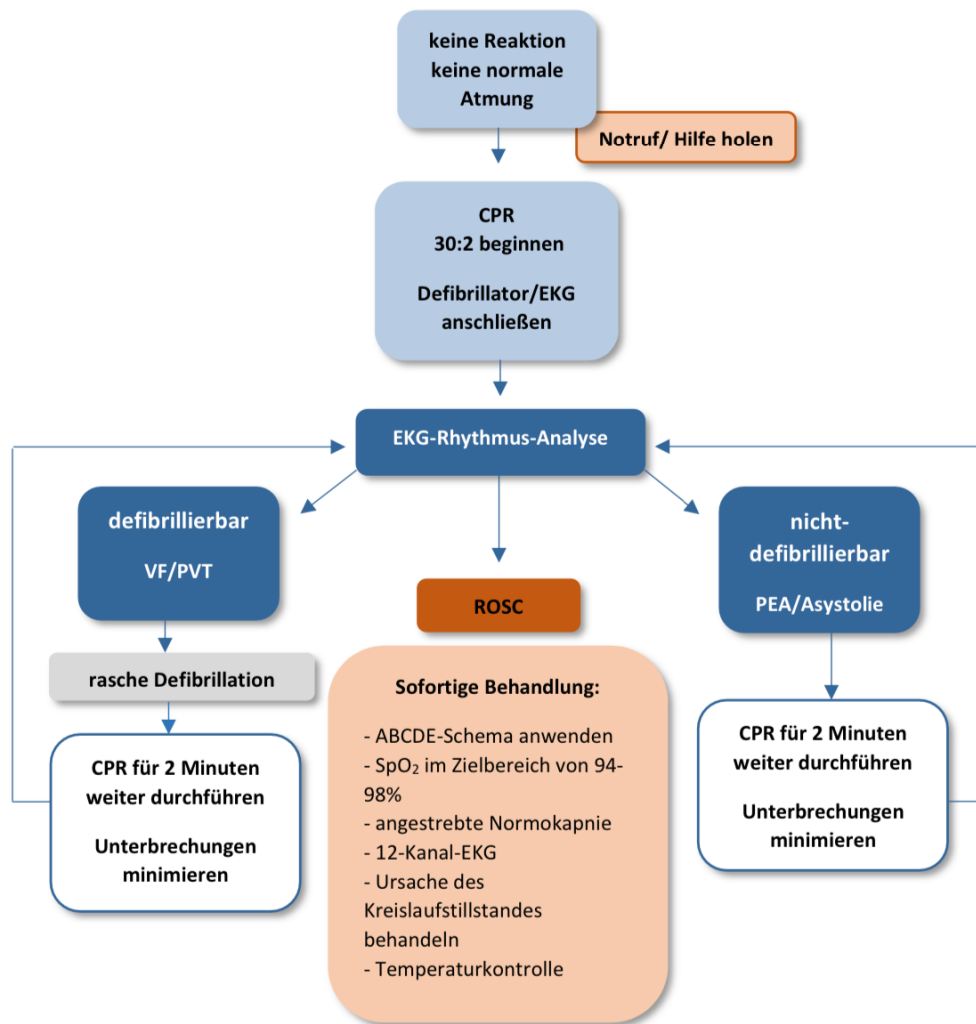
Während der CPR soll zügig ein zentraler Gefäßzugang etabliert werden. Zur venösen Punktion ist die Vena jugularis externa zu bevorzugen, alternativ können die Kubitalvenen verwendet werden (Ziegenfuß 2017). Sind die Versuche einer peripheren Venenpunktion frustant, ist der Umstieg zur intraossären Punktion empfehlenswert. Dafür gibt es verschiedene Bohrer sowie Punktionsorte, z.B. den proximalen Humerus, die Tibia oder das Sternum (Reades et al. 2011). Bezüglich der Medikamentengaben in den liegenden Gefäßzugang gibt es Unterschiede zwischen den Herzrhythmen: Bei den defibrillierbaren Rhythmen VF und pVT ist nach der 3. erfolglosen Defibrillation die Gabe von 1 mg Adrenalin und 300 mg Amiodaron indiziert. Die weiteren Adrenalingaben erfolgen nach 3 bis 5 min. Eine weitere Einzeldosis von 150 mg Amiodaron kann nach der 5. erfolglosen Defibrillation injiziert werden. Alternativ zu Amiodaron kann als Antiarrhythmikum Lidocain mit der Dosierung von 1 mg pro kg Körpergewicht zum Einsatz kommen (Soar et al. 2018). Bei den nicht-defibrillierbaren Rhythmen Asystolie oder PEA wird je 1 mg Adrenalin alle 3 bis 5 min bis zum gesicherten ROSC verabreicht. Nach jeder Medikamentengabe muss der Gefäßzugang mit 20 ml Flüssigkeit nachgespült und die betreffende Extremität hochgehalten werden. Dadurch wird sichergestellt, dass das peripher injizierte Medikament in das zentrale Kompartiment befördert wird. Für die Verabreichung der Medikamente wird die CPR nicht pausiert (Soar et al. 2015).

Während der CPR muss an die potenziell reversiblen Ursachen oder die aggravierenden Faktoren des Kreislaufstillstandes gedacht und wenn indiziert, diese therapiert werden. Sie werden mit den Akronymen „4 H's“ und „HITS“ zusammengefasst (Truhlar et al. 2015). Die „4 H's“ beinhalten: die Hypoxie, die Hypovolämie, die Hypo-/Hyperthermie und die Hypo-/Hyperkaliämie. Um das Risiko einer Hypoxie zu vermindern, wird während der Beatmung mit 100%igem O₂ überprüft, dass sich der Thorax sichtbar hebt und auskultatorisch beide Lungenflügel belüftet sind. Der Hautturgor lässt eine mögliche Hypovolämie erkennen. Therapeutisch wird das verlorene intravasale Blutvolumen mit warmer isotoner Flüssigkeit ersetzt. Metabolische Störungen im Sinne einer Hypo-/Hyperkaliämie, Hypokalzämie oder Azidose werden durch laborchemische Untersuchungen, bspw. einer Blutgasanalyse, diagnostiziert. Weil diese im präklinischen Bereich nicht verfügbar ist, werden laborchemische Untersuchungen erst in der Klinik durchgeführt. Von einer Hypothermie sollte bei einer passenden Anamnese, u.a. einem Ertrinkungsunfall, ausgegangen werden.

Unter dem Akronym „HITS“ werden die Herzbeutelamponade (Perikarderguss), die Intoxikation, die Thrombose (kardial oder pulmonal) und der Spannungspneumothorax zusammengefasst. Zur Diagnosesicherung eines Perikardergusses sollte die Echokardiografie herangezogen werden. Typisch gestaute Halsvenen und eine Hypotension werden vom Kreislaufstillstand maskiert, sodass die Diagnose eines Perikardergusses schwierig zu stellen ist. Intoxikationen können oft erst in der Klinik mittels laborchemischer Untersuchungen diagnostiziert und mit Antidota behandelt werden. Am Einsatzort ist es wichtig, auf Nadeleinstichstellen am Patienten zu achten und die nähere Umgebung zu inspizieren. Die Lungenarterienembolie ist die häufigste Ursache einer thromboembolischen oder mechanischen Obstruktion in der Zirkulation. Ein dilatierter rechter Ventrikel in der Echokardiografie kann einen Hinweis darauf geben (Price et al. 2010). Sobald ein Spannungspneumothorax sonografisch oder klinisch erkannt wurde, erfolgt die sofortige Anlage einer Thoraxdrainage zur Entlastung (Soar et al. 2015, Truhlar et al. 2015).

Vor allem im innerklinischen Setting sollte während der CPR eine sonografische Untersuchung zum Einsatz kommen, um o.g. reversible Ursachen des Kreislaufstillstandes zu diagnostizieren. Das Einbeziehen der Sonografie in die laufende CPR erfordert durch Bewegungsartefakte infolge der Thoraxkompressionen und Zeitmangel in den Pausen zur Rhythmusanalyse ausgiebiges Training. Die Kapnografie zum Monitoring der Beatmung während CPR ist Goldstandard. Dabei wird das endtidale CO₂ aufgezeichnet (= pCO₂ am Ende einer Ausatmung). Dieser Wert spiegelt einerseits das HZV und den pulmonalen Blutfluss wider, andererseits gibt er Auskunft über das AMV. Wegen des geringen HZV sind unter der CPR niedrige Werte normal. Es wird wenig venöses Blut vom rechten Herzen in den Lungenkreislauf gepumpt, dadurch kann weniger CO₂ in die Ausatemluft abgegeben werden. Indirekt kann die Kapnografie daher die Qualität der Thoraxkompressionen monitoren: Der CO₂-Wert steigt, je größer die Drucktiefe und die Beatmungsfrequenz sind (Hamrick et al. 2014, Soar et al. 2015).

Wenn während der CPR Lebenszeichen, z.B. zielgerichtete Bewegungen, normale Atmung, Husten oder ein endexpiratorischer CO₂-Anstieg (Sheak et al. 2015) beobachtet werden, muss bei Vorliegen eines geordneten Herzrhythmus die Pulskontrolle erfolgen. Ist ein Puls vorhanden, liegt ein ROSC vor und es wird die initiale Postreanimationsbehandlung eingeleitet.



CPR = kardiopulmonale Reanimation; EKG = Elektrokardiogramm; VF = Kammerflimmern; PVT = Pulslose Ventrikuläre Tachykardie; ROSC = Wiedereinsetzen Spontankreislauf; PEA = Pulslose Elektrische Aktivität; SpO₂ = Sauerstoffsättigung; PCI = Perkutane Koronar-Intervention

Abbildung 2: Reanimationsalgorithmus ALS (nach ERC-Leitlinie 2015, Kapitel 3)

2.2 Atemwegsmanagement während der CPR

2.2.1 Grundlagen

Die Sicherung der Atemwege stellt eine zentrale notfallmedizinische Maßnahme dar. Ein erfolgreiches Atemwegsmanagement gewährleistet die spontane bzw. externe Beatmung des Patienten. Die häufigste Indikation zur Atemwegssicherung ist der Kreislaufstillstand. Besonders bei reanimationspflichtigen Patienten liegt nicht selten eine Verlegung der Atemwege infolge des Bewusstseinsverlustes vor. Dies zieht im weiteren Verlauf die Notwendigkeit einer suffizienten Atemwegssicherung nach sich. Deshalb ist ein erfolgreiches Atemwegsmanagement zur ausreichenden Oxygenierung und Ventilation des Patienten essenzieller Bestandteil der CPR (Soar et al. 2015, Timmermann et al. 2019).

2.2.2 Präklinische Intubation

Das präklinische Atemwegsmanagement ist verglichen mit innerklinischen Verhältnissen deutlich schwieriger (Timmermann et al. 2019). Als erschwerende patienten- und einsatzbezogene Faktoren kommen hinzu: eingeschränkte personelle/technische Unterstützung, zeitliche Dringlichkeit, kritischer/nicht-nüchterner Patientenzustand, schwieriger Gefäßzugang sowie unübliche Patientenposition (Bernhard et al. 2015b). Während der CPR sind die Bedingungen für eine Atemwegssicherung zusätzlich erschwert, weil die Thoraxkompressionen nur minimal unterbrochen werden sollen (Soar et al. 2015).

2.2.3 Beurteilung des Atemwegs

Die Klassifikation nach Cormack und Lehane (CL) beschreibt die Einsehbarkeit des Larynx mit der direkten Laryngoskopie (DL). Erstmals erkannten R. S. Cormack und J. Lehane im Jahr 1984 die Korrelation zwischen der Einsehbarkeit des Larynx und dem Intubationserfolg (Cormack und Lehane 1984). Sie beschrieben ein vierstufiges Beobachtungsmaß, welches sich zur Standardbeschreibung für die Sicht auf die anatomischen Strukturen des Larynx entwickelte.

Grad I nach CL entspricht einer kompletten bzw. fast vollständigen Sicht auf die Glottis. Falls nur der hintere Teil der Stimmritze sichtbar ist, liegt Grad II vor. Grad III beschreibt die Einsehbarkeit der Epiglottis ohne Darstellung der Stimmritze. Bei Grad IV nach CL können weder Glottis noch Epiglottis visuell erfasst werden (Orebaugh 2002).

2.2.4 Formen des Atemwegsmanagements

2.2.4.1 Freimachen des Atemwegs

Zuerst erfolgt das Freimachen der oberen Atemwege. Bei Verlegung des Atemwegs durch sichtbare Fremdkörper werden diese digital oder mittels Einsatzes der Magill-Zange unter DL entnommen. Das Überstrecken des Kopfes, der Esmarch-Handgriff und das Öffnen des Mundes werden beim Zurücksinken des Zungengrundes auf die Pharynxhinterwand und dem dorsalen Anliegen der Epiglottis angewandt. Der Esmarch-Handgriff besteht im Anheben des Unterkiefers nach vorn oben. Durch die genannten Maßnahmen werden die Halsweichteile angespannt, sodass eine erneute Verlegung der Atemwege ausbleibt. Vorhandene flüssige Stoffe, welche zu keiner vollständigen Verlegung führen, werden mittels oraler Absaugung entfernt (Timmermann et al. 2019). Das Freimachen der Atemwege hat zugleich bei vermuteter Halswirbelsäulen-Verletzung höchste Priorität. Nach dem Freimachen der Atemwege ist die Gabe von O₂ in maximal verfügbarer Konzentration obligat (Soar et al. 2015).

2.2.4.2 Freihalten des Atemwegs

Zur Erleichterung der Maskenbeatmung (siehe 2.1.3.4) kann die Einlage eines Pharyngealtubus erwogen werden. Diese werden eingesetzt, damit der obere Atemweg nicht durch die zurückfallende Zunge oder den weichen Gaumen verlegt wird und der Patient eine suffizientere Maskenbeatmung erhält (Ziegenfuß 2017). Der Wendeltubus fungiert als nasopharyngeale, der Guedeltubus als oropharyngeale Atemwegshilfe. Zur Auswahl der richtigen Größe wird der Abstand einerseits zwischen Nasenflügel und Ohrläppchen, andererseits zwischen Schneidezähnen und Kieferwinkel herangezogen (Soar et al. 2015). Trotz der zusätzlichen Anwendung dieser Atemwegshilfen hat die Maskenbeatmung folgende Nachteile: fehlenden Aspirationsschutz, vermehrte gastrale Luftinsufflation und schlechte Kontrolle der Beatmungsvolumina und -drücke (Timmermann et al. 2019). Daher sollte eine definitive Atemwegssicherung im Rahmen des AAM (Endotracheale Intubation oder Supraglottische Atemwegshilfe) angestrebt werden. Hierüber existieren zahlreiche Untersuchungen, welche das AAM bezogen auf das Überleben bei CPR thematisieren.

2.2.4.2.1 Endotracheale Intubation (ETI)

Die Endotracheale Intubation (ETI) gilt nach wie vor als optimale Methode zur verlässlichen Atemwegssicherung während der CPR (Benoit et al. 2015).

Sie bietet zahlreiche Vorteile: niedrige Leckage, effektiver Aspirationsschutz, tracheobronchiale Absaugung, geringe gastrale Luftinsufflation, Regulation von Beatmungsdrücken und eine bessere Effektivität der Thoraxkompressionen durch asynchrone Beatmung während der CPR. Trotz dessen sollte die ETI nur von Geübten durchgeführt werden, welche die Methode sicher beherrschen, d.h. in der Technik gut ausgebildet und in der Anwendung erfahren sind (Timmermann et al. 2019). Studien im innerklinischen Bereich belegten, dass die Erfahrung und Sicherheit des Anwenders mit der Intubationsanzahl korrelierte (Bernhard et al. 2012). Eine ETI sollte laut der Leitlinie „Prähospitales Atemwegsmanagement“ nur ausgeführt werden, wenn der Ausführende mindestens 100 ETIs unter Aufsicht sowie die kontinuierliche Anwendung mit 10 ETIs jährlich vorweisen kann (Timmermann et al. 2019).

Vor Beginn der Intubation muss sichergestellt werden, dass das benötigte Material vollständig und funktionstüchtig ist. Benötigt werden ein Laryngoskop, ein Tubus (mit optionalem Führungsstab), eine Spritze zum Blocken des Tubus sowie Fixiermaterial (Ziegenfuß 2017).

In einer US-amerikanischen Studie wurde gezeigt, dass die ETI zeitlich betrachtet rund ein Viertel aller Unterbrechungen während der CPR ausmacht (Wang et al. 2009) und somit die Kontinuität der Thoraxkompressionen beeinträchtigt (McMullan et al. 2014). Als Erstes führt der Intubateur nach kurzer Absprache im Team und Check des Intubationszubehörs das Laryngoskop in die Mundhöhle ein. Die Zunge wird dabei komprimiert und die Sicht auf die Stimmritze eingestellt (Ziegenfuß 2017). Ergeben sich bei der DL Schwierigkeiten, sollten Maßnahmen zur Verbesserung der Intubationsbedingungen angewandt werden: z.B. das Bewegen des Kehlkopfes von außen (BURP-Manöver) oder die Optimierung der Position von Kopf und Hals (Piepho et al. 2015). Die Leitlinie „Prähospitales Atemwegsmanagement“ strebt primär die Verwendung eines Videolaryngoskops (VL) zur Intubation an. Es bietet eine bessere Sicht auf den Larynx und ermöglicht neben der direkten auch die indirekte Laryngoskopie. Nach der Passage der Stimmbänder wird der Tubus geblockt, sodass die Trachea abgedichtet und ein effektiver Aspirationsschutz hergestellt ist. Es muss darauf geachtet werden, dass der Tubus tracheal vor der Tracheabifurkation positioniert ist und beide Lungenflügel seitengleich belüftet werden (Timmermann et al. 2019) (siehe 2.2.6). Anschließend wird der ET zügig fixiert, da es während der CPR schnell zur ungewollten Tubusdislokation kommen kann (Soar et al. 2015).

2.2.4.2.2 Alternativen zur ETI

Supraglottische Atemwegshilfen

Zu den Supraglottischen Atemwegshilfen (Supraglottic Airway Device = SGA) zählen jene Ventilationshilfen, die zum Offenhalten des Oropharynx sowie proximalen Ösophagus führen. SGAs kommen nicht direkt intratracheal zum Liegen. Verglichen mit der Maskenbeatmung haben sie den Vorteil der besseren Abdichtung. Neben einer verbesserten Beatmungsqualität besteht die Möglichkeit, eine maschinelle Beatmung anzuschließen (Ziegenfuß 2017, Timmermann et al. 2019). SGAs sind einfacher als der ET anzuwenden und können ohne Unterbrechung der Thoraxkompressionen eingeführt werden (Gatward et al. 2008). Wenn eine ETI aussichtslos oder der Ausführende unerfahren ist, sollte die Einlage einer SGA erfolgen. Zum Erlernen und komplikationslosen Durchführen wird die Anwendung von mindestens 45 SGAs unter kontrollierten Bedingungen und zu Übungszwecken das jährliche Wiederholen von mindestens 3 SGAs empfohlen (Timmermann et al. 2019).

Prinzipiell werden 2 Arten von SGAs unterschieden: der Larynxmaskentyp (LM) und die ösophagealen Verschlusstuben. Ihnen ist gemein, dass sie blind peroral eingeführt werden. Die LM erreicht durch einen Cuff die Abdichtung des laryngealen Eingangs. Zusätzlich gibt es bei vielen Herstellern einen Drainagekanal und die Einlage einer Magensonde ist zugleich möglich. Die Beatmung mit den ösophagealen Verschlusstuben erfolgt durch eine Ventilationsöffnung zwischen 2 Cuffs im ösophagealen und oropharyngealen Bereich. Beispiele hierfür sind der Larynxrtubus (LT) oder der Kombitubus (Piepho et al. 2015, Ziegenfuß 2017).

Koniotomie

Die Koniotomie stellt zur Sicherung der Atemwege die Ultima Ratio dar. Wenn die Maskenbeatmung, die Einlage einer SGA oder die ETI unmöglich sind, ist es die letzte lebensrettende Option vor drohender Asphyxie. Die Technik besteht in der Eröffnung des Ligamentum cricothyroideum. Dadurch ist ein direkter Zugang zur Trachea geschaffen. Der Zugang kann chirurgisch oder nicht-chirurgisch erfolgen (Piepho et al. 2015, Timmermann et al. 2019). Zusammenfassend lässt sich jedoch sagen, dass die Koniotomie ein komplikationsträchtiger und zeitraubender Eingriff ist. Oft fehlt es den Anästhesisten und Notfallmedizinern an Routine, weil sie die Maßnahme durchschnittlich nur einmal in ihrem Berufsleben ausführen (Kristensen et al. 2015).

2.2.5 Komplikationen

Die schwerwiegendste Komplikation während der Atemwegssicherung ist die unbemerkte ösophageale Fehlintonation. Weiterhin kann es zur bronchialen Fehllage des Tubus, Erbrechen und Aspiration während des Intubationsvorganges, Blutungen, Verletzungen der oberen Atemwege oder zur Beschädigung der Zähne des Patienten kommen (Ziegenfuß 2017).

2.2.6 Verifikation des gesicherten Atemwegs

Nach erfolgter Atemwegssicherung muss die Tubuslage verifiziert werden. So kann das Auftreten von Komplikationen vermindert werden. Zuerst wird die Lage klinisch mittels beidseitiger Auskultation überprüft. Damit kann die korrekte tracheale Lage oberhalb der Tracheabifurkation sichergestellt werden. Auskultiert wird axillär über beiden Lungenfeldern (vesikuläre Atemgeräusche) und über dem Epigastrium (keine Atemgeräusche). Die verlässlichste Methode zur Bestätigung der Tubuslage und Vermeidung ösophagealer Fehlintonationen ist die CO₂-Detektion mittels Kapnografie. Mehrere Studien konnten für diese Methode eine Sensitivität und Spezifität von je 100% beschreiben. Zusätzlich kann die Kapnografie für das Monitoren der Beatmungsfrequenz und Thoraxkompressionen (siehe 2.1.4) sowie dem späteren Erkennen des ROSC (siehe 2.3.2) genutzt werden (Soar et al. 2015).

2.2.7 First-Pass Intubation Success (FPS)

Unter dem First-Pass Intubation Success (FPS) wird die erfolgreiche Atemwegssicherung im ersten Versuch verstanden. Wiederholte Intubationsversuche steigern die Rate relevanter Komplikationen, z.B. von Verletzungen, Blutungen, Schleimhautschwellungen und dem Abfall der arteriellen O₂-Sättigung. Jeder erneute Intubationsversuch wird folglich schwieriger (Knapp et al. 2016). Eine Metaanalyse kam zu dem Ergebnis, dass häufige Intubationsversuche das Risiko von Komplikationen (untersucht: Hypoxämie, ösophageale Intubation, Aspiration, Herzstillstand) um das nahezu 10-fache erhöhen. Um Komplikationen zu vermeiden, soll deshalb während der initialen Atemwegssicherung eine hohe FPS-Rate erzielt werden (Bernhard et al. 2015a).

Präklinisch können für den Intubationserfolg folgende Bedingungen geschaffen werden: gute Ausbildung und Routine des Ausführenden, optimale Patientenlagerung, standardisierte Narkoseeinleitung (Verwendung eines Muskelrelaxans) sowie

der Einsatz des VL (Knapp et al. 2016). Es wurde gezeigt, dass der Einsatz von Muskelrelaxantien die Intubationsbedingungen deutlich besserte und die Komplikationsrate sank (Frerk et al. 2015). Eine große multizentrische Studie zeigte bspw., dass durch o.g. Veränderungen im Intubationsversuch der zweite Versuch erfolgreicher wurde (Goto et al. 2019).

Bezogen auf den Kreislaufstillstand wies die Analyse eines koreanischen Notaufnahmeregisters eine Korrelation zwischen dem FPS und dem ROSC nach. Es wurde festgestellt, dass durch eine initial verfehlte ETI während der CPR deutlich geringere Chancen auf den ROSC im innerklinischen Bereich resultierten: Bei erzieltm FPS betrug die ROSC-Rate 59,8%, bei nicht erzieltm FPS waren es 42,9% ($p=0,006$). Zudem war die Zeit bis zum ROSC durchschnittlich um 3 min erhöht (95%-Konfidenzintervall (95%-KI): 0,08-5,8). Der gescheiterte erste Intubationsversuch wurde im innerklinischen Bereich als unabhängiger Risikofaktor für die verringerte Effektivität erweiterter Reanimationsmaßnahmen formuliert (Kim et al. 2014).

2.2.8 Vorgehen in der Reanimationssituation

Das Sichern der Atemwege unter fortlaufender CPR ist ein komplexer Prozess und beinhaltet eine Vielzahl einzelner Arbeitsschritte. Ebenso vielfältig sind die Möglichkeiten der Atemwegssicherung (Granfeldt et al. 2019). Wenn innerklinisch bei der CPR mehrere ETI-Versuche zur erfolgreichen Atemwegssicherung benötigt wurden, sank die Chance für einen ROSC (Kim et al. 2014). Der ERC fordert, dass erfahrene Intubateure den Patienten ohne Unterbrechung der Thoraxkompressionen laryngoskopieren und intubieren. Wenn es dennoch notwendig ist, sollen die Thoraxkompressionen nicht länger als 5 s pausiert werden (Soar et al. 2015). Dies unterstreicht die Wichtigkeit des FPS, um keine weiteren Unterbrechungen durch folgende Intubationsversuche hervorzurufen (Goto et al. 2015).

Es existieren gegenwärtig keine Daten, welche ein Routinevorgehen oder eine spezielle Anwendung von Atemwegssicherungen während der CPR präferieren. Deshalb ist ein stufenweises Vorgehen und die Auswahl der Techniken in Abhängigkeit der Anwendererfahrung und der Umgebungsbedingungen ratsam. Trotzdem stellt die ETI den Goldstandard zur Atemwegssicherung während der CPR dar. Die Kapnografie sollte als Monitoring zum Einsatz kommen, da ebenfalls die Reanimationsqualität überprüft werden kann (Soar et al. 2015).

Eine Metaanalyse zeigte, dass Patienten mit ETI während der CPR eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit auf einen ROSC (Odds Ratio (OR)=1,28, 95%-KI: 1,05-1,55) und u.a. auf das Überleben eines stationären Aufenthaltes (OR=1,34, 95%-KI: 1,03-1,75) hatten, verglichen mit Patienten, welche eine SGA erhielten (Benoit et al. 2015, White et al. 2018).

Die Auswahl der intubationsspezifischen Medikamente (Analgetika, Sedativa, Muskelrelaxantien) bei OHCA erfolgt in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation. Die ETI wird zum Aspirationsschutz während der CPR als Rapid Sequence Induction (RSI) (ohne zwischenzeitliche Maskenbeatmung) und nicht als Delayed Sequence Intubation (DSI) durchgeführt (Hinkelbein und Kranke 2018). Beim spontanatmenden Patienten im präklinischen Bereich sollte vor jeder Intubation eine Präoxygenierung für 4 min erfolgen (Timmermann et al. 2019). Bei der CPR wird keine Präoxygenierung durchgeführt. Eine so lange Unterbrechung der Thoraxkompressionen ist nicht zielführend, da kontinuierliche, qualitativ hochwertige Thoraxkompressionen sowie eine rasche Defibrillation bei geeignetem Herzrhythmus während der Reanimationssituation Vorrang haben und den größten positiven Einfluss auf das Überleben aufweisen (Smith und Yeung 2018). Die Intubation darf nicht zur Verzögerung der Defibrillation führen (Soar et al. 2015).

2.3 Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs (ROSC)

2.3.1 Grundlagen

Der ROSC bezeichnet das Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs als ersten Schritt auf dem Weg zur vollständigen Erholung nach einem Kreislaufstillstand. Die Chancen des ROSC werden durch den raschen Beginn der CPR und den Einsatz eines AED stark erhöht (Perkins et al. 2015). Wenn der Zustand des ROSC erreicht wurde, beginnt das sog. Postreanimationssyndrom. Es resultiert aus den komplexen pathophysiologischen Prozessen infolge der Ischämie und den während sowie nach erfolgreicher CPR ablaufenden Reperfusionantworten des Körpers. Das Postreanimationssyndrom ist Ausdruck der multiplen Organfunktionsstörungen infolge des Kreislaufstillstandes. Die 4 Schlüsselkomponenten dieses Syndroms sind: die zerebrale Postreanimationsschädigung, die kardiale Postreanimationsdysfunktion, die systemische Antwort auf Ischämie und Reperfusion sowie die persistierende, den Kreislaufstillstand auslösende Pathologie. Je nach Dauer und Schwere des Kreislaufstillstandes variiert die Ausprägung des Postreanimationssyndroms (Nolan et al. 2008, Nolan et al. 2015).

2.3.2 Erkennen des ROSC

Die Merkmale eines ROSC sind ein in der Kapnografie erkennbarer, anhaltender Anstieg des endexpiratorischen pCO_2 , ein palpabler Puls sowie ein messbarer Blutdruck. Ebenfalls können spontane Bewegungen des Patienten, erkennbare Atmung oder Husten auftreten (Nolan et al. 2015, Soar et al. 2015, Ziegenfuß 2017). Wenn während der CPR ein ROSC vermutet wird, wird die Adrenalingabe ausgesetzt. Die nächste Adrenalingabe erfolgt erst wieder, wenn der Kreislaufstillstand beim nächsten Rhythmuscheck bestätigt ist (Soar et al. 2015). Bezüglich des Überlebens zeigten Untersuchungen, dass dieses geringer war, wenn die Krankenhausaufnahme unter anhaltender CPR erfolgte, verglichen zu einem präklinisch erlangten ROSC (Gregers et al. 2018).

3 Ziele der Arbeit

Primäres Ziel der Arbeit ist es, zu untersuchen, ob es zwischen dem präklinischen First-Pass Intubation Success (FPS) und dem Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs (ROSC) auf der einen Seite sowie dem präklinischen FPS und der Zeit bis zum ROSC auf der anderen Seite einen relevanten Zusammenhang gibt. Das untersuchte Patientenkollektiv sind Erwachsene mit außerklinischem Kreislaufstillstand (OHCA). Die dabei aufgestellte Hypothese war, dass bei erzieltm FPS die Wahrscheinlichkeit des ROSC steigt und sich die Zeit zum ROSC verringert.

Sekundäres Ziel der Studie ist es, Einflussfaktoren für den FPS sowie andere Einflussfaktoren für den ROSC zu finden. Dazu werden Variablen der Einsatzbeschreibung (Wochentag, Uhrzeit) und Patientendemografie (Geschlecht, Alter, Gewicht) auf einen Zusammenhang mit dem FPS und ROSC untersucht. Unter Verwendung von Daten des Intubationsregisters werden außerdem folgende Variablen auf einen Zusammenhang mit dem FPS geprüft: Ausbildung und Fachrichtung des Verantwortlichen der Intubation, Methode, Equipment, Medikamente (Analgetika, Muskelrelaxantien, Sedativa), Verifikation der Tubuslage, Atemwegsbeurteilung nach Cormack und Lehane und Komplikationen. Unter Verwendung von Daten des Deutschen Reanimationsregisters werden folgende Variablen auf einen Zusammenhang mit dem ROSC untersucht: initialer Herzrhythmus, initiale Atmung, Medikamente (Adrenalin, Amiodaron) und Defibrillation.

Tertiäres Ziel der Arbeit ist es, unabhängige Variablen für den FPS sowie den ROSC zu formulieren.

4 Methodik

4.1 Datenerfassung und -zusammenführung

Für die Beantwortung der Fragestellungen griffen wir primär auf Daten des Intubationsregisters aus dem Zeitraum vom 01.07.2017 bis einschließlich 31.12.2018 zurück. Im Register selbst wird vor der Dateneingabe zwischen dem präklinischen sowie innerklinischen Bereich unterschieden. Für unsere Auswertung verwendeten wir ausschließlich präklinische Daten. Die Datenerhebung im Intubationsregister erfolgt mithilfe eines Fragebogens, welcher nach Einsatzende vom Notarzt des jeweiligen Rettungsmittels ausgefüllt wird. Als Rettungsmittel stehen das bodengebundene Notarzteinsatzfahrzeug (NEF) oder der luftgebundene Rettungshubschrauber (RTH) zur Verfügung. Der Fragebogen (siehe 9.1) kann online auf der Website www.intubationsregister.de aufgerufen werden. Nach Eingabe einer individuellen Identifikation und des zugehörigen Passwortes kann der Benutzer auf den Fragebogen zugreifen. Sobald dieser ausgefüllt ist, findet der automatische Transfer in eine zentrale Datenbank statt. Aus dieser können die Daten in Form einer Excel-Datei exportiert werden. Im Intubationsregister werden aktuell Daten an zahlreichen Standorten in ganz Deutschland erhoben. Folgende Standorte bezogen wir in die Auswertung ein: Jena (NEF und RTH Christoph 70), Meiningen (NEF), Tübingen (NEF), Wittlich (RTH Christoph 10) und Wolfenbüttel (NEF und RTH Christoph 30). Als drittes Einschlusskriterium legten wir den internistischen (nicht-traumatischen) Kreislaufstillstand als führende Indikation der Intubation fest. Zusätzlich musste das Patientenalter mindestens 18 Jahre betragen.

Weil im Intubationsregister nur der First-Pass Intubation Success (FPS) und nicht die kardiopulmonale Reanimation (CPR) mit wiedereinsetzendem Spontankreislauf (ROSC) erfasst werden, ergänzten wir zu den jeweiligen Einsätzen Daten aus dem Deutschen Reanimationsregister. Die Datenerfassung in diesem Register funktioniert analog zu dem o.g. Verfahren des Intubationsregisters. Der Fragebogen (siehe 9.2) kann online auf der Website www.reanimationsregister.de aufgerufen werden. Vor der Eingabe wird nach dem Ort der CPR unterschieden in präklinisch, innerklinisch und Cardiac Arrest Center. Für unsere Auswertung griffen wir ausschließlich auf präklinische Daten zurück. An 4 der 5 ausgewählten Standorte war das Reanimationsregister etabliert. Lediglich am Standort Wolfenbüttel vervollständigten wir die Daten unter Zuhilfenahme der Notarzteinsatzprotokolle (siehe 9.3).

Um die passenden Datensätze aus den Registern und Protokollen zuordnen zu können, verwendeten wir als primäres Suchkriterium das Einsatzdatum. Bei Übereinstimmungen nutzten wir das Geburtsjahr des Patienten zur Zuordnung.

Die vorliegenden präklinischen Datensätze aus dem Intubationsregister, dem Deutschen Reanimationsregister und den Notarzteinsatzprotokollen stellten wir zusammenhängend in einer Excel-Tabelle dar. Hierbei zeigten sich vereinzelt unvollständige Datensätze. Wenn die Verantwortlichen das Resultat der Intubation und/oder der CPR nicht in den Fragebogen eintrugen, ergänzten wir es wie folgt: Verwendeten die Intubateure bei 2 aufeinanderfolgenden Intubationsversuchen das gleiche Equipment, zählte der erste Versuch als gescheitert. Führten die Intubateure nach einem ersten Intubationsversuch keinen zweiten oder dritten durch, zählte der erste Versuch als erfolgreich. Wenn die Verantwortlichen keine Angabe zum ROSC machten, allerdings einen Zeitpunkt des ROSC eintrugen, zählte der Einsatz als Einsatz mit erreichtem ROSC. Die Zeit bis zum ROSC ermittelten wir durch Subtraktion des Zeitpunkts des beobachteten ROSC vom Start der Thoraxkompressionen. Einsätze, die im Intubations- und/oder Reanimationsregister grob unvollständig waren, schlossen wir nicht in die Analyse ein (siehe 5.1.1). Auf einzelne Unvollständigkeiten bei den untersuchten Variablen wird im jeweiligen Kapitel des Ergebnisteils (siehe 5) näher eingegangen.

4.2 Patienten

Die Ethikkommissionen des Universitätsklinikums Jena (Nr. 2019-1318-Daten) und des Universitätsklinikums Tübingen (Nr. 116/2019BO2) erteilten uns die Erlaubnis zur Durchführung der multizentrischen, retrospektiven Datenerhebung zur Untersuchung des Zusammenhangs vom FPS und dem ROSC beim reanimierten Erwachsenen in der Präklinik (Studienname: FiPS-CPR).

4.3 Statistik

Die Programme, mit welchen wir die Datenverarbeitung durchführten, waren Microsoft Excel 365 und SPSS Statistics 25.

Für die deskriptive Analyse erhoben wir zuerst die Häufigkeiten der Variablen. Anhand der Lagemaße Median, Mittelwert, Minimum sowie Maximum werden diese genauer bezeichnet. Bei nicht normalverteilten Merkmalen wird zusammen mit dem Median der

Interquartilsabstand (IQR) angegeben, beim Mittelwert ist dies die Standardabweichung (SD). Zur grafischen Darstellung der Ergebnisse verwenden wir Tabellen, Schemata, Balken-, Säulen-, Kreis- und Baumdiagramme sowie Boxplots.

Zur Durchführung der univariaten Analyse wendeten wir bei metrischen Variablen den Mann-Whitney U-Test an. Für nominal verteilte Variablen verwendeten wir Kreuztabellen und den Chi²-Test nach Pearson. Wenn letzterer bei nominalen Variablen mit mehr als 2 Merkmalsausprägungen (z.B. Wochentage mit den einzelnen Subvariablen: Montag, Dienstag, Mittwoch, etc.) $p < 0,005$ war, nutzten wir für die Berechnung der Subanalyse (Signifikanz der Subvariablen) den exakten Test nach Fisher. Dabei berechneten wir die jeweilige Subvariable gegen alle anderen (z.B. Montag vs. alle anderen Wochentage). Wir verzichteten auf multiples Vergleichen, da der durchgeführte Eingangstest (Chi²-Test nach Pearson) den Fehler reduziert sowie die erfolgte Subanalyse als explorativ und nicht als konfirmatorisch anzusehen ist. Wenn bei den durchgeführten Signifikanztestungen der p-Wert kleiner $\alpha = 0,05$ war (orange unterlegt), lehnten wir die Nullhypothese ab und nahmen die Alternativhypothese an. Das relative Risiko (RR) fungiert in der Analyse der Zusammenhänge als Effektmaß für nominale Merkmale.

Für die Patienten mit ROSC ermittelten wir Ergebniszeitanalysen. Dabei ist die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses „ROSC“ in Abhängigkeit des erfolgreichen Intubationserfolges über der Zeit bis zum ROSC dargestellt. Hierbei lässt sich die mediane Wahrscheinlichkeit für den ROSC als Zeit bis zum ROSC in min ebenso wie die Wahrscheinlichkeit des ROSC nach 15 min Reanimationsbehandlung ablesen. Zum Vergleich der Ereigniszeitanalysen führten wir den Log-Rank-Test durch.

Um unabhängige Variablen zu identifizieren, führten wir multivariate binäre logistische Regressionen durch. Das Chancenverhältnis der Ereignisse wird mittels Odds Ratio (OR) angegeben und dessen Spannweite durch das 95%-Konfidenzintervall (95%-KI) quantifiziert. Bei der Berechnung berücksichtigten wir nur jene Variablen, welche sich mithilfe der univariaten Analysen als signifikant herausstellten. Diese wurden im Modus „ja vs. nein“ getestet (z.B. Kapnografie durchgeführt vs. nicht durchgeführt).

4.4 Vorgehen

Im Folgenden soll kurz auf das Vorgehen bei der Datenauswertung/-darstellung im Ergebnisteil (siehe 5) näher eingegangen werden.

Im Kapitel 5.1 wird einführend ein Überblick über die allgemeine Datenzusammenführung sowie die Verteilung der Einsatzhäufigkeiten an den 5 Studienstandorten gegeben. Abschließend werden die 3 Zielvariablen FPS, ROSC und Zeit bis ROSC deskriptiv beschrieben.

Im Kapitel 5.2 wird das primäre Studienziel ausgewertet und der Zusammenhang zwischen dem FPS und ROSC bzw. dem FPS und der Zeit bis zum ROSC betrachtet. Dabei sind, wie auch in den folgenden Kapiteln, die relevanten Daten der explorativ durchgeführten Tests in Tabellenform im jeweiligen Unterkapitel zusammenhängend dargestellt. Die orange unterlegten Felder illustrieren signifikante p-Werte. Bei dichotomen Variablen ist meist nur eine Ausprägung betrachtet (z.B. Rachenabsaugung nur Merkmalsausprägung „ja“). Abschließend sind in diesem Kapitel die Ereigniszeitanalysen für die Patienten mit ROSC beschrieben.

In den Kapiteln 5.3, 5.4 und 5.5 sind die Ergebnisse des sekundären Ziels der Arbeit dargestellt: die Auswertung möglicher Einflussfaktoren für FPS und ROSC. Dazu werden diese zuerst deskriptiv analysiert und dann auf einen Zusammenhang mit den Zielvariablen hin untersucht. Im Kapitel 5.3 werden allgemeine Angaben zur Einsatzbeschreibung und Patientendemografie mit ihrem Einfluss auf den FPS bzw. den ROSC analysiert. Im Kapitel 5.4 werden Einflussfaktoren hinsichtlich des Atemwegsmanagements im ersten Versuch auf einen Zusammenhang mit dem FPS untersucht und in Kapitel 5.5 werden Einflussfaktoren hinsichtlich der CPR auf einen Zusammenhang mit dem ROSC untersucht.

Im Kapitel 5.6 sind die multivariaten Analysen dargestellt, welche die vorher ermittelten signifikanten Einflussfaktoren des FPS bzw. ROSC genauer prüfen. Dementsprechend kann unabhängig der gleichzeitige Einfluss dieser Variablen auf den FPS bzw. den ROSC quantifiziert und signifikant unabhängige Variablen für den FPS bzw. den ROSC formuliert werden.

Im Text werden die Prozentangaben der Ergebnisse auf die erste Dezimalstelle genau angegeben. In der Zusammenfassung wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit bevorzugt auf die volle ganze Zahl gerundet.

5 Ergebnisse

5.1 Überblick

5.1.1 Datenzusammenführung

Im Rahmen der Datenerhebung wurden 213 Patienten mit außerklinischem Kreislaufstillstand (OHCA) und o.g. Einschlusskriterien (siehe 4.1) im präklinischen Intubationsregister erfasst. Bei der Datenzusammenführung mit dem Deutschen Reanimationsregister fiel auf, dass Datensätze entweder nicht (n=23) oder doppelt (n=4) eingetragen waren. Ebenso kam es vor, dass, bezogen auf die zu untersuchenden Parameter, die Patientendaten unvollständig (n=6) waren.

Insgesamt konnten 33 Reanimationen, bei welchen präklinisch ein Atemwegsmanagement erfolgte, nicht mit in die Analyse eingeschlossen werden. Am Ende fanden 180 Datensätze bei der Auswertung Verwendung (siehe Abbildung 3).

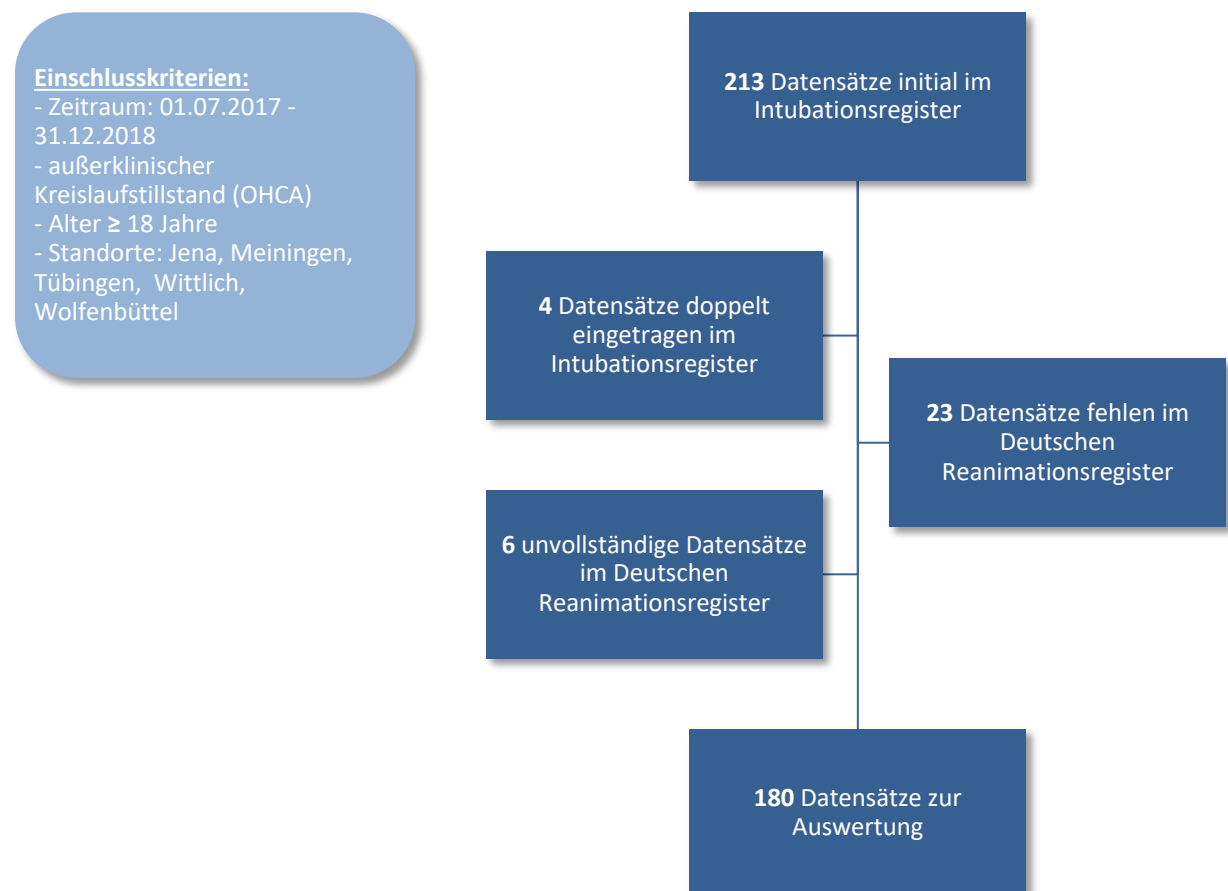


Abbildung 3: Ablaufschema, Prozess der Datengewinnung

5.1.2 Studienstandorte und Einsatzhäufigkeiten

Insgesamt wurde bei 48 Einsätzen (26,7%) als Rettungsmittel der Rettungshubschrauber (RTH) genutzt. Die restlichen 132 Einsätze (73,3%) erfolgten mittels Notarzteinsatzfahrzeug (NEF).

Von 180 Einsätzen stammen

- 62 (34,4%) vom Standort Jena (NEF und RTH Christoph 70),
- 45 (25%) vom Standort Meiningen (NEF),
- 28 (15,6%) vom Standort Tübingen (NEF),
- 18 (10%) vom Standort Wittlich (NEF und RTH Christoph 10) und
- 27 (15%) vom Standort Wolfenbüttel (NEF und RTH Christoph 30).

In Abbildung 4 ist die Einsatzhäufigkeit aufsteigend nach Rettungsmittel an den jeweiligen Studienstandorten aufgeführt.

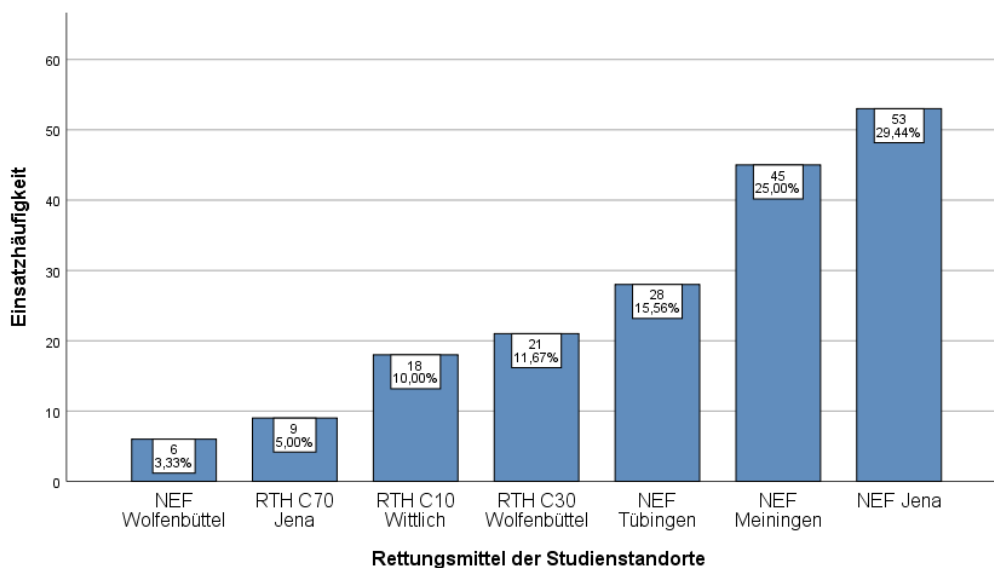


Abbildung 4: Balkendiagramm, Einsatzhäufigkeiten

5.1.3 Zielvariablen: FPS, ROSC und Zeit bis ROSC

Intubationsversuche und FPS

In Abbildung 5 sind die jeweiligen Erfolgsquoten der Intubationsversuche bei den 180 durchgeführten Atemwegssicherungen dargestellt.

Der First-Pass Intubation Success (FPS) betrug ebenso wie der Second-Pass Intubation Success (SPS) jeweils 83,3%. Beim dritten Versuch, dem Third-Pass Intubation Success (TPS), konnten 60% der Patienten erfolgreich intubiert werden. Bei allen restlichen Patienten wurde im vierten Intubationsversuch, dem Fourth-Pass Intubation Success (FoPS), der Atemweg erfolgreich (100%) gesichert.

Der Overall Intubation Success betrug 100%.

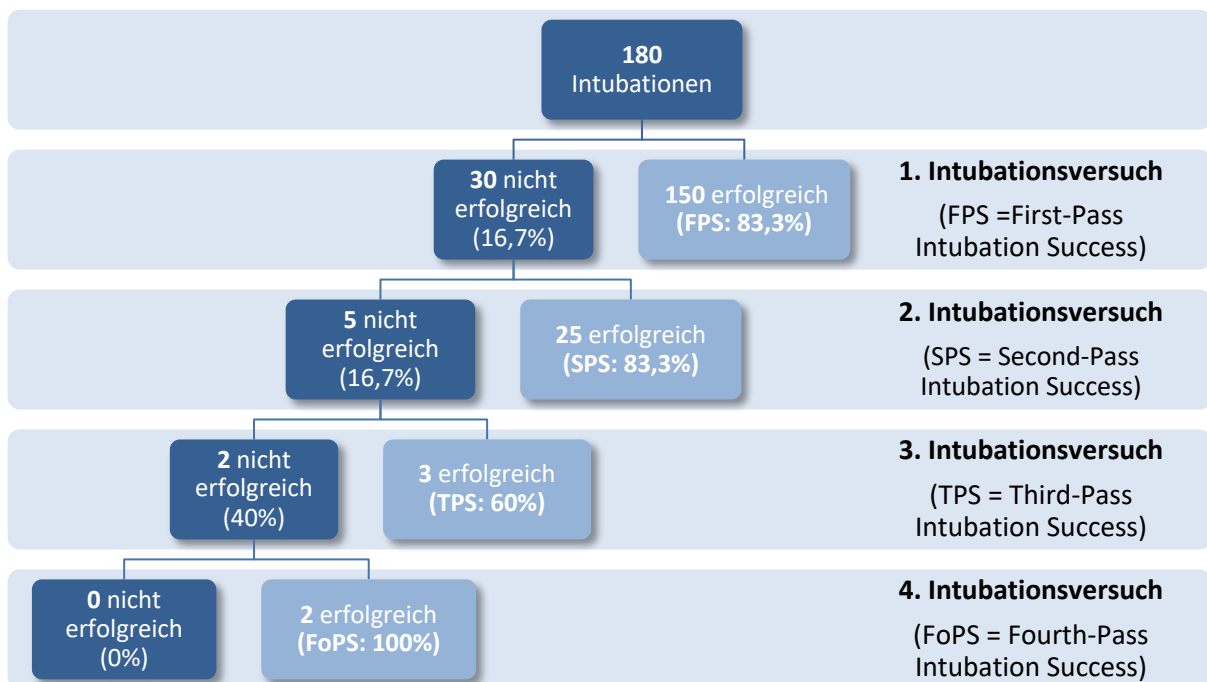


Abbildung 5: Baumdiagramm, Intubationsversuche und Erfolge

ROSC

Von 180 kardiopulmonalen Reanimationen (CPR) wurde bei 82 Patienten (45,6%) im betrachteten Zeitraum das Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs (ROSC) beobachtet.

Zeit bis ROSC

Der Zeitpunkt des ROSC wurde nicht bei allen Patienten mit ROSC erfasst, sondern nur bei 77 Patienten (93,9%). Von diesen Patienten (n=77) ist die Häufigkeitsverteilung der Zeit bis zum ROSC in Abbildung 6 dargestellt.

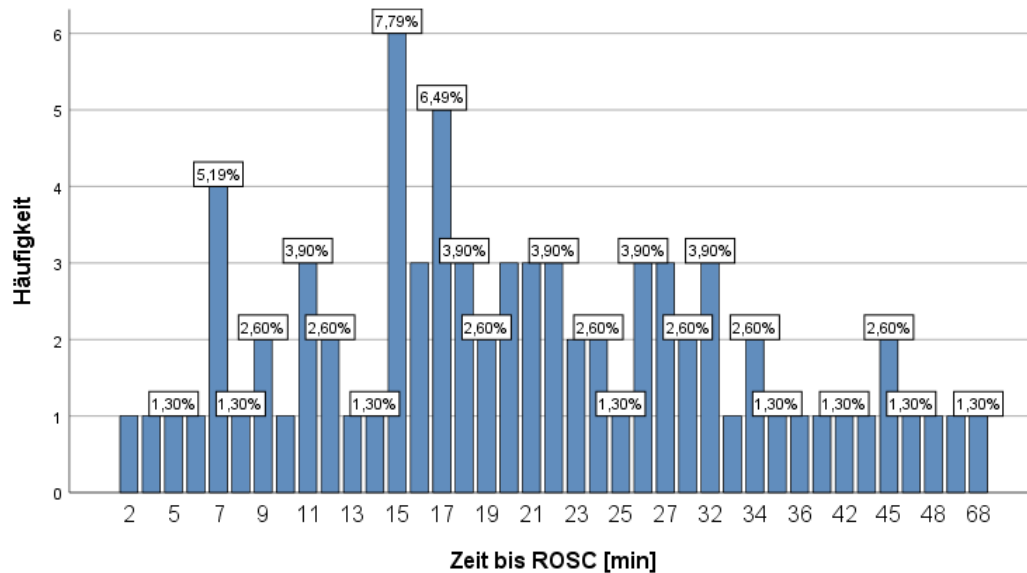


Abbildung 6: Balkendiagramm, Zeit bis ROSC [min]

Im Mittel betrug die Zeit bis zum ROSC 22,16 min (Standardabweichung (SD): 12,7, Minimum: 2 min, Maximum: 68 min). Im Median betrug die Zeit bis zum ROSC 20 min (Interquartilsabstand (IQR): 14,5;28,5).

5.2 Zusammenhang FPS und ROSC, FPS und Zeit bis ROSC

5.2.1 FPS und ROSC

Zwischen dem FPS und dem Erreichen des ROSC bei Patienten mit OHCA bestand in unserer Analyse ein signifikanter Zusammenhang ($p=0,027$, $n=180$).

Bei einem erfolglosen ersten Versuch der Atemwegssicherung betrug die ROSC-Rate 26,7%. Bei erzieltm FPS war sie mit 49,3% annähernd doppelt so hoch. Die Wahrscheinlichkeit des ROSC war bei erzieltm FPS um das 1,8-fache erhöht verglichen mit einem erfolglosen ersten Intubationsversuch (Relatives Risiko = RR).

Dieser Zusammenhang zwischen dem FPS und ROSC ist als gruppiertes Balkendiagramm in Abbildung 7 zu sehen.

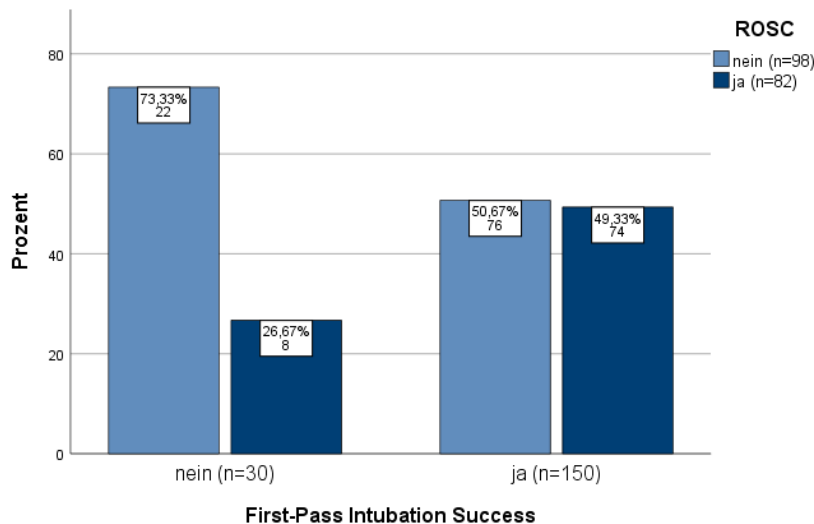


Abbildung 7: gruppiertes Säulendiagramm, FPS und ROSC

Zusammenfassend sind die Daten zum FPS und dem ROSC in Tabelle 1 dargestellt.

	Wiedereinsetzen Spontankreislauf (ROSC)		p-Wert	n
	nein	ja		
First-Pass Intubation Success (FPS), n=180			p=0,027	
ja	76 (77,6%)	74 (90,2%)		n=150
nein	22 (22,4%)	8 (9,8%)		n=30

Tabelle 1: FPS und ROSC

5.2.2 FPS und Zeit bis ROSC

Im Median betrug die Zeit bis zum ROSC bei erzieltm FPS 18 min (IQR: 7;26,75). Bei einem erfolglosen ersten Versuch der Atemwegssicherung konnte im Median nach 28 min (IQR: 21,25;35) der ROSC beobachtet werden. Dieser Zusammenhang ist im Boxplot der Abbildung 8 illustriert.

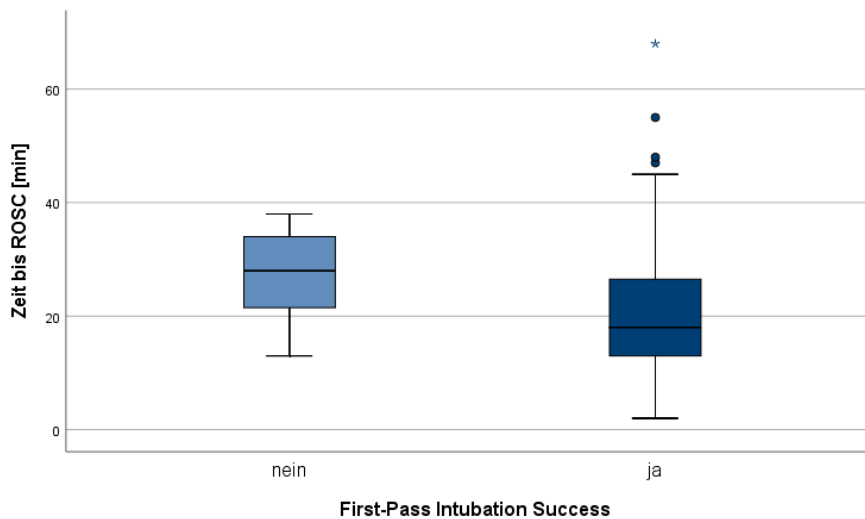


Abbildung 8: Boxplot, Zeit bis ROSC [min] bei FPS

Der Zusammenhang zwischen dem FPS und der Zeit bis zum ROSC war nicht signifikant ($p=0,059$, $n=180$). In Tabelle 2 ist in Abhängigkeit des FPS die Zeit bis zum ROSC wiedergegeben.

	First-Pass Intubation Success (FPS)		p-Wert	n
	nein	ja		
Zeit bis Wiedereinsetzen Spontankreislauf (ROSC) [min]	28 (21,25;35)	18 (7;26,75)	$p=0,059$	$n=180$

Tabelle 2: FPS und Zeit bis ROSC [min]

5.2.3 Ereigniszeitanalysen

Bei 82 Patienten (45,6%) mit OHCA wurde im beobachteten Zeitraum ein ROSC dokumentiert. Zur Darstellung ist bei diesen Patienten in Abbildung 9 die Wahrscheinlichkeit für das Ereignis ROSC in Abhängigkeit des erfolgreichen Intubationsversuches über die Zeit bis zum ROSC aufgetragen.

Während 74 Einsätzen wurde nach erzieltm FPS während der CPR der ROSC beobachtet (ROSC-Rate: 49,3%). Nach erzieltm SPS waren es 7 Patienten (ROSC-Rate: 28%) und nach erreichtm TPS 1 Patient (ROSC-Rate: 33,3%). Nach erzieltm FoPS im Rahmen der CPR dokumentierten die Verantwortlichen bei keinem Patienten den ROSC (ROSC-Rate: 0%). Deshalb konnte für diesen Intubationsversuch keine Ereigniszeitanalyse berechnet werden.

Die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses „ROSC“ über der Zeit bis zum ROSC wurde nur für die Patienten mit späterem ROSC (n=82) für den FPS, SPS und TPS je als Ereigniszeitanalyse berechnet:

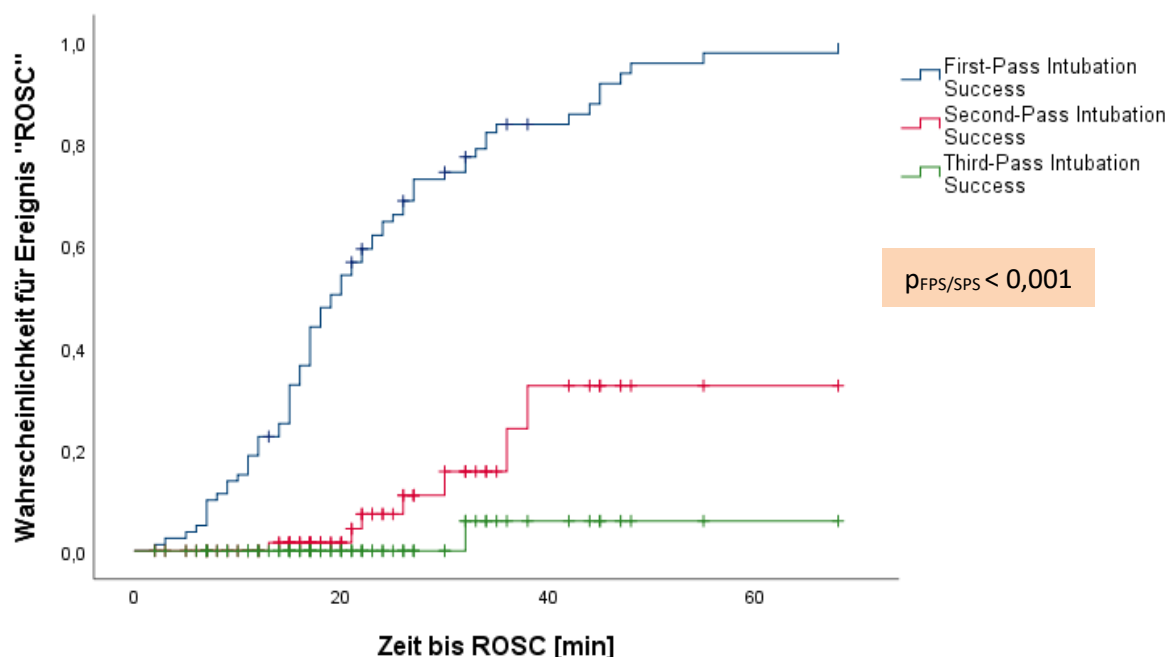


Abbildung 9: Ereigniszeitanalysen, Wahrscheinlichkeit für Ereignis „ROSC“ bei Patienten mit ROSC (n=82) über Zeit bis ROSC [min]

Analyse für FPS

Während des FPS gab es zensierte Beobachtungen in Höhe von 9,8%. Zensierte Beobachtungen schließen Patienten ein, welche nach einem anderen erfolgreichen Intubationsversuch den ROSC erreichten oder bei denen der genaue Zeitpunkt des ROSC nicht dokumentiert wurde. Die Zeit bis zum ROSC bei der medianen Wahrscheinlichkeit des ROSC (Wahrscheinlichkeit für Ereignis ROSC = 0,5) lässt sich nur für den FPS ablesen. Sie beträgt 19 min. Das heißt, dass 50% der Patienten mit erzielttem FPS nach 19 min CPR den ROSC erreichten. Die Wahrscheinlichkeit für den ROSC nach 15 min CPR (Zeit bis ROSC = 15 min) beträgt 25%. Dies bedeutet, dass 25% der Patienten mit FPS nach 15 min durchgeführter CPR den ROSC erlangten.

Analyse für SPS

Beim erzielten SPS waren 91,5% der Beobachtungen zensiert (s.o.). Die Wahrscheinlichkeit für den ROSC nach 15 min CPR beträgt 1,6%. Das bedeutet, dass 1,6% der Patienten mit SPS nach 15 min durchgeführter CPR den ROSC erlangten.

Analyse für TPS

Während des TPS waren 98,8% der Beobachtungen zensiert (s.o.). Die Wahrscheinlichkeit für den ROSC nach 15 min CPR beträgt 0%. Das heißt, dass bei keinem Patienten mit TPS nach den ersten 15 min durchgeführter CPR der ROSC beobachtet wurde.

Log-Rank-Test

Der durchgeführte Log-Rank-Test ergab in Bezug auf die Ergebniszeitanalysen für den FPS und den SPS einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeit des Ereignisses „ROSC“ über der Zeit bis zum ROSC bei Patienten mit ROSC ($p < 0,001$).

5.3 Einflussfaktoren für FPS und ROSC

5.3.1 Einsatzbeschreibung: Wochentag, Uhrzeit

Deskriptive Analyse

Bezogen auf die Wochentage ereigneten sich am Montag 16,7%, am Dienstag 11,1%, am Mittwoch 9,5%, am Donnerstag 12,2%, am Freitag 18,9%, am Samstag 12,2% und am Sonntag 19,4% der Einsätze.

Bezogen auf die Uhrzeit ereigneten sich nachts zwischen 24 und 06 Uhr 10% der Einsätze. Im Tagesverlauf zwischen 06 und 12 Uhr sowie zwischen 12 und 18 Uhr wurde mit jeweils 35% die Mehrheit der Patienten versorgt. In den Abendstunden von 18 bis 24 Uhr ereigneten sich 20% der Einsätze.

Einfluss auf FPS

Der höchste FPS (100%) wurde am Wochentag Freitag, der niedrigste FPS (58,8%) am Wochentag Mittwoch erzielt. Zwischen den Wochentagen im Allgemeinen und dem FPS bestand ein signifikanter Zusammenhang ($p < 0,001$, $n = 180$): Einzeln betrachtet war der Zusammenhang zwischen den Wochentagen Montag ($p = 0,790$, $n = 30$), Dienstag ($p = 0,535$, $n = 20$), Donnerstag ($p = 1,000$, $n = 22$) sowie Sonntag ($p = 0,804$, $n = 35$) und dem FPS nicht signifikant. Zwischen den Wochentagen Mittwoch ($p = 0,010$, $n = 17$), Freitag ($p = 0,002$, $n = 34$) sowie Samstag ($p = 0,003$, $n = 22$) war der Zusammenhang mit dem FPS signifikant.

Die Wochentage mit FPS-Raten sind in Abbildung 10 dargestellt.

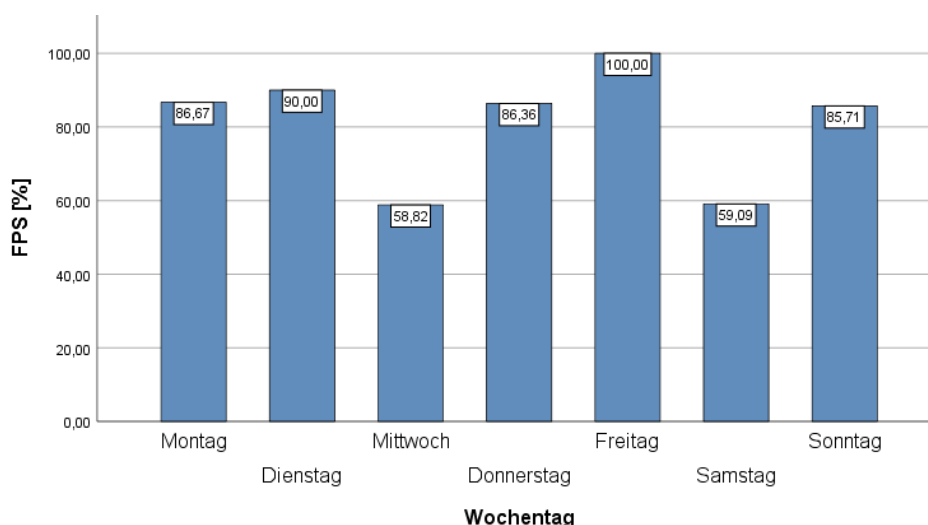


Abbildung 10: Säulendiagramm, Wochentag und FPS [%]

Der höchste FPS (88,9%) wurde nachts zwischen 24 und 06 Uhr, der niedrigste FPS (80,6%) abends zwischen 18 und 24 Uhr erzielt. Es war kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Uhrzeit des Einsatzes und dem FPS erkennbar ($p=0,883$, $n=180$).

Die Uhrzeiten mit FPS-Raten sind in Abbildung 11 dargestellt.

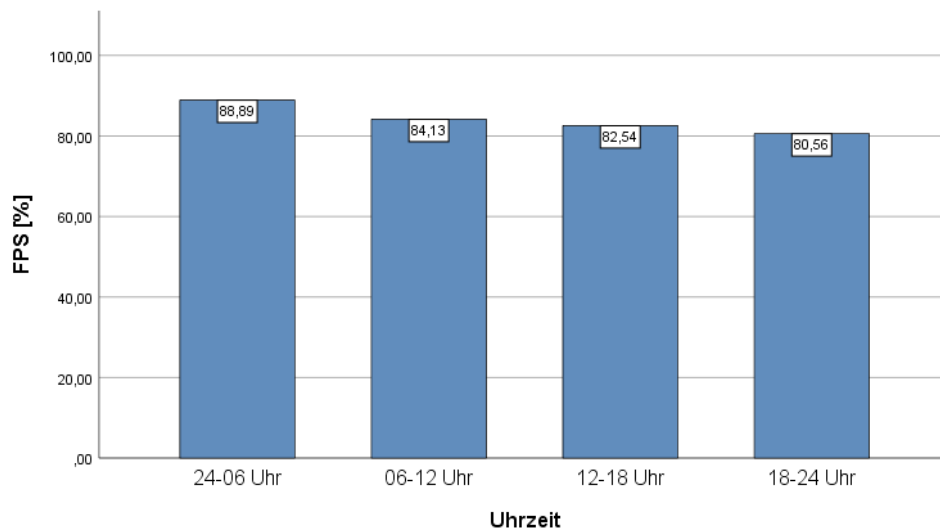


Abbildung 11: Säulendiagramm, Uhrzeit und FPS [%]

In Tabelle 3 sind die Daten hinsichtlich der Einsatzbeschreibung und dem FPS zusammenhängend wiedergegeben.

	First-Pass Intubation Success (FPS)		p-Wert	n
	nein	ja		
Wochentag, n=180			p<0,001	
Montag	4 (13,3%)	26 (17,3%)	p=0,790	n=30
Dienstag	2 (6,7%)	18 (12%)	p=0,535	n=20
Mittwoch	7 (23,3%)	10 (6,7%)	p=0,010	n=17
Donnerstag	3 (10%)	19 (12,7%)	p=1,000	n=22
Freitag	0 (0%)	34 (22,6%)	p=0,002	n=34
Samstag	9 (30%)	13 (8,7%)	p=0,003	n=22
Sonntag	5 (16,7%)	30 (20%)	p=0,804	n=35
Uhrzeit, n=180			p=0,883	
24-06 Uhr	2 (6,7%)	16 (10,7%)		n=18
06-12 Uhr	10 (33,3%)	53 (35,3%)		n=63
12-18 Uhr	11 (36,7%)	52 (34,7%)		n=63
18-24 Uhr	7 (23,3%)	29 (19,3%)		n=36

Tabelle 3: Einsatzbeschreibung (Wochentag, Uhrzeit) und FPS

Einfluss auf ROSC

Bezogen auf die Wochentage wurde am Samstag der ROSC am häufigsten (54,6%) beobachtet. Am Wochentag Mittwoch wurde am seltensten (29,4%) ein ROSC beobachtet. Zwischen dem Wochentag und dem Erreichen des ROSC bestand kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,411$, $n=180$). Die Wochentage mit ROSC-Rate sind in Abbildung 12 dargestellt.

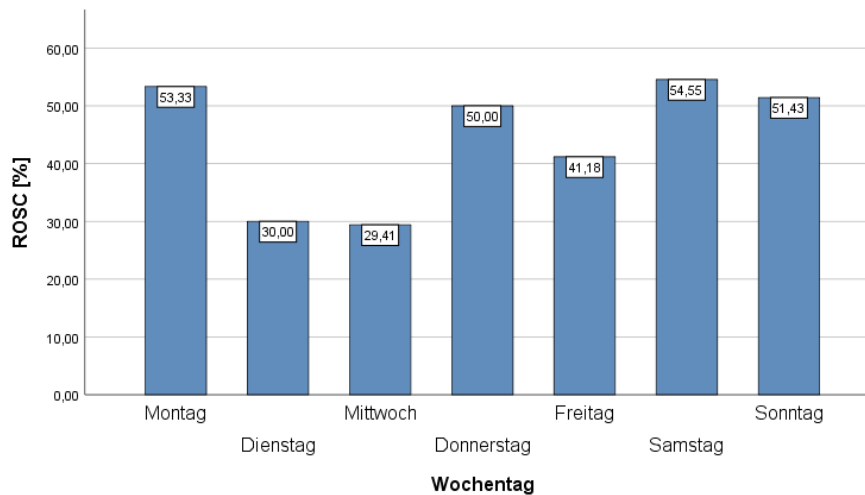


Abbildung 12: Säulendiagramm, Wochentag und ROSC [%]

Bezogen auf die Uhrzeit wurde nachmittags zwischen 12 und 18 Uhr am häufigsten (49,2%) ein ROSC beobachtet. Nachts zwischen 24 und 06 Uhr wurde am seltensten (38,9%) ein ROSC beobachtet. Zwischen der Uhrzeit und dem Erreichen des ROSC bestand kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,871$, $n=180$). Die Uhrzeiten mit ROSC-Rate sind in Abbildung 13 dargestellt.

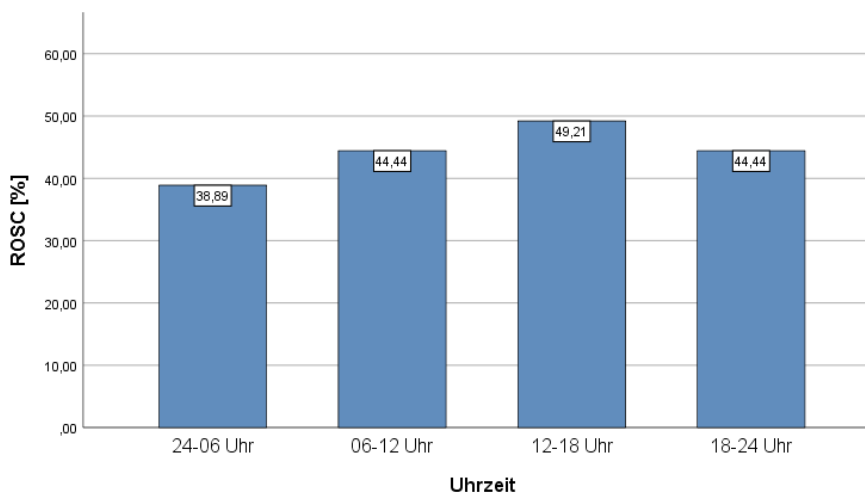


Abbildung 13: Säulendiagramm, Uhrzeit und ROSC [%]

In Tabelle 4 sind die Daten hinsichtlich der Einsatzbeschreibung und dem ROSC zusammengefasst.

	Wiedereinsetzen Spontankreislauf (ROSC)		p-Wert	n
	nein	ja		
Wochentag, n=180			p=0,411	
Montag	14 (14,3%)	16 (19,5%)		n=30
Dienstag	14 (14,3%)	6 (7,3%)		n=20
Mittwoch	12 (12,2%)	5 (6,1%)		n=17
Donnerstag	11 (11,2%)	11 (13,4%)		n=22
Freitag	20 (20,4%)	14 (17,1%)		n=34
Samstag	10 (10,2%)	12 (14,6%)		n=22
Sonntag	17 (17,4%)	18 (22%)		n=35
Uhrzeit, n=180			p=0,871	
24-06 Uhr	11 (11,2%)	7 (8,5%)		n=18
06-12 Uhr	35 (35,7%)	28 (34,1%)		n=63
12-18 Uhr	32 (32,7%)	31 (37,8%)		n=63
18-24 Uhr	20 (20,4%)	16 (19,5%)		n=36

Tabelle 4: Einsatzbeschreibung (Wochentag, Uhrzeit) und ROSC

5.3.2 Patientendemografie: Geschlecht, Alter, Körpergewicht

Deskriptive Analyse

28,3% der Patienten waren weiblich und 71,7% männlich. Das Patientenalter umfasste einen minimalen Wert von 30 Jahren und einen maximalen Wert von 98 Jahren. Der Mittelwert lag bei 69,74 Jahren (SD: 12,9) und der Median bei 70 Jahren (IQR: 60;79,75). In Abbildung 14 ist das Patientenalter in Jahrzehnten aufsteigend illustriert.

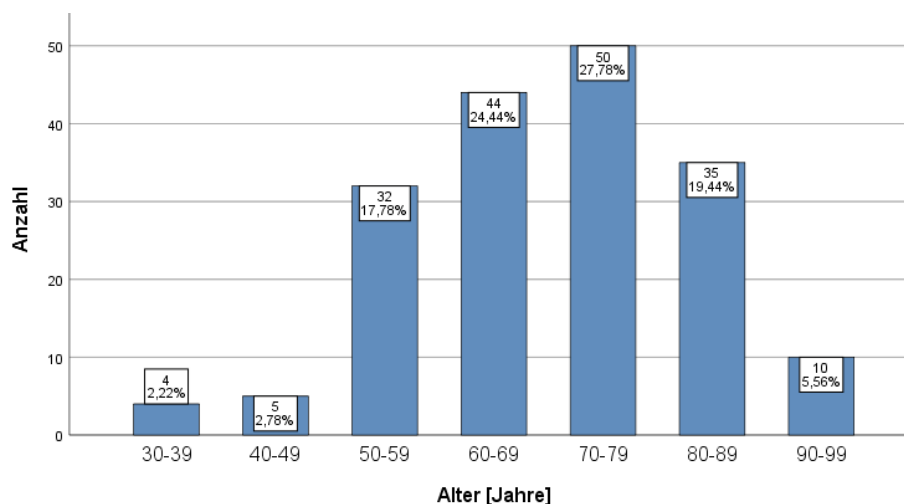


Abbildung 14: Säulendiagramm, Altersverteilung

Die Spannweite des Körpergewichts der Patienten beinhaltete einen minimalen Wert von 50 kg und einen maximalen Wert von 200 kg. Der Mittelwert lag bei 88,2 kg (SD: 22,4) und der Median bei 82,5 kg (IQR: 75;95). In Abbildung 15 ist das Körpergewicht der Patienten in Zehnerschritten aufsteigend sortiert dargestellt.

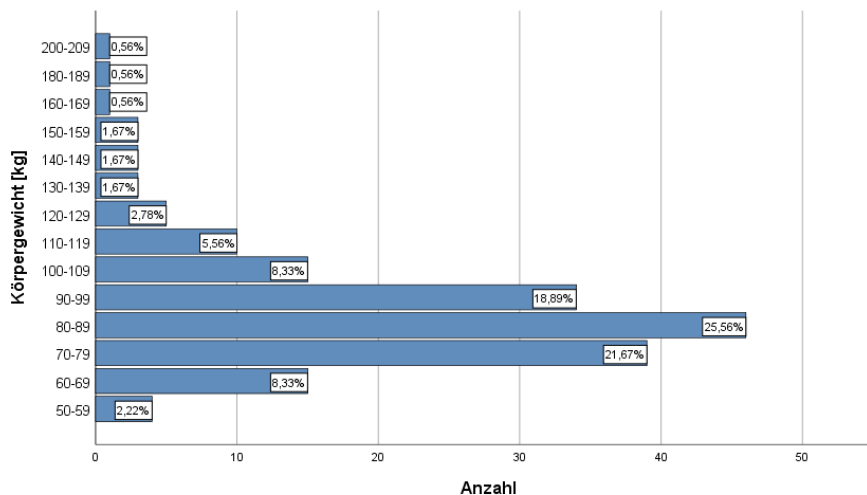


Abbildung 15: Balkendiagramm, Körpergewichtsverteilung

Einfluss auf FPS

Die Verantwortlichen sicherten im ersten Versuch bei 90,2% der weiblichen und bei 80,6% der männlichen Patienten den Atemweg erfolgreich. Die Wahrscheinlichkeit des FPS war bei Frauen um das 1,1-fache erhöht verglichen zu Männern (RR). Zwischen dem Geschlecht und dem FPS konnte kein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden ($p=0,182$, $n=180$).

Der Altersmedian, von den im ersten Versuch erfolgreich intubierten Patienten, lag bei 71 Jahren (IQR: 60,75;80). Patienten mit gescheitertem ersten Intubationsversuch waren jünger: der Altersmedian bei ihnen lag bei 65,5 Jahren (IQR: 58,5;78,25). Zwischen dem Alter der Patienten und dem FPS war kein signifikanter Zusammenhang nachweisbar ($p=0,186$, $n=180$).

Der Median des Körpergewichts von Patienten mit FPS betrug 80 kg (IQR: 75;90,5). Die nicht im ersten Versuch erfolgreich intubierten Patienten hatten mit 90 kg (IQR: 80;106,25) ein höheres medianes Körpergewicht. Zwischen dem Körpergewicht der Patienten und dem FPS konnte ein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden ($p=0,044$, $n=180$).

Im Boxplot der Abbildung 16 ist das Alter der Patienten in Abhängigkeit des FPS abgebildet.

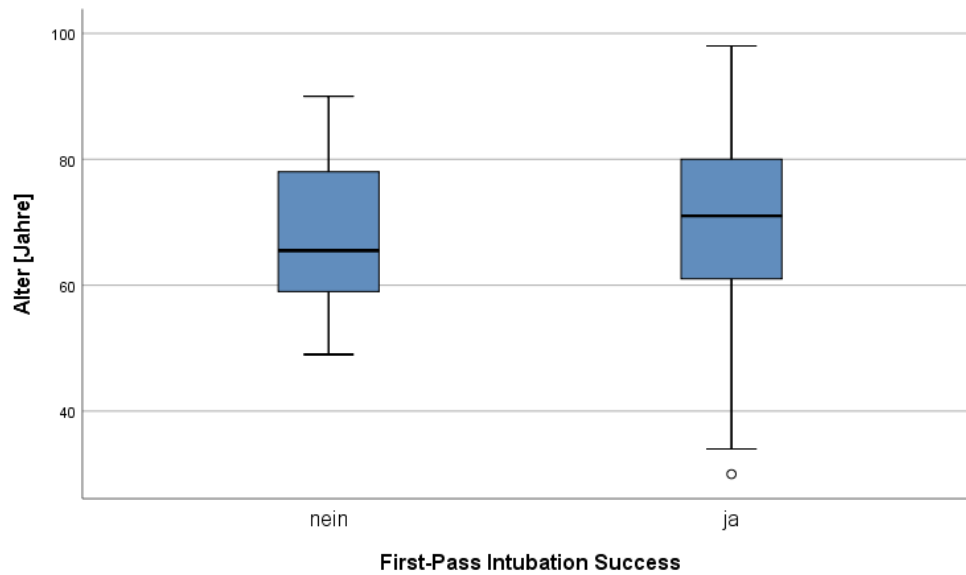


Abbildung 16: Boxplot, Alter [Jahre] und FPS

Im Boxplot der Abbildung 17 ist das Körpergewicht der Patienten in Abhängigkeit des FPS abgebildet.

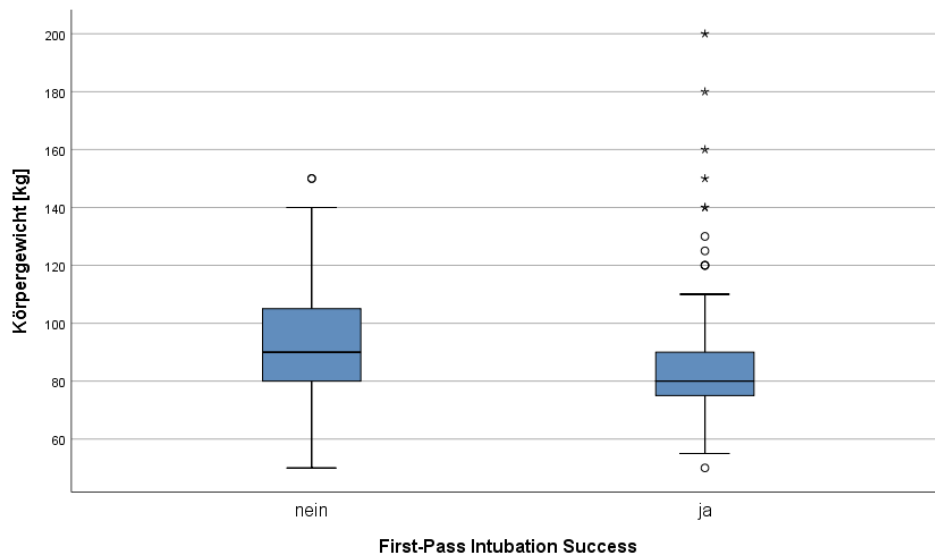


Abbildung 17: Boxplot, Körpergewicht [kg] und FPS

In Tabelle 5 sind die Daten hinsichtlich der Patientendemografie und dem FPS zusammengefasst.

	First-Pass Intubation Success (FPS)		p-Wert	n
	nein	ja		
Geschlecht , n=180			p=0,182	
männlich	25 (83,3%)	104 (69,3%)		n=129
weiblich	5 (16,7%)	46 (30,7%)		n=51
Alter [Jahre], n=180	65,5 (58,5;78,25)	71 (60,75;80)	p=0,186	
Körpergewicht [kg], n=180	90 (80;106,25)	80 (75;90,5)	p=0,044	

Tabelle 5: Patientendemografie (Geschlecht, Alter, Körpergewicht) und FPS

Einfluss auf ROSC

Die ROSC-Rate bei Frauen betrug 52,9% und bei Männern 42,6%. Die Wahrscheinlichkeit des ROSC war bei Frauen um das 1,1-fache erhöht verglichen zu Männern (RR). Zwischen dem ROSC und dem Geschlecht bestand kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,246$, $n=180$).

Der Altersmedian von Patienten mit ROSC im präklinischen Bereich lag bei 71,5 Jahren (IQR: 57;78,5). Patienten, welche keinen ROSC hatten, waren jünger: der Altersmedian lag bei 68,3 Jahren (IQR: 50;80,25). Zwischen dem Alter der Patienten und dem ROSC bestand kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,148$, $n=180$).

Zwischen dem Körpergewicht der Patienten und dem ROSC bestand kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,057$, $n=180$).

In Tabelle 6 sind die Daten hinsichtlich der Patientendemografie und dem ROSC zusammengefasst.

	Wiedereinsetzen Spontankreislauf (ROSC)		p-Wert	n
	nein	ja		
Geschlecht , n=180			p=0,246	
männlich	74 (75,5%)	55 (67,1%)		n=129
weiblich	24 (24,5%)	27 (32,9%)		n=51
Alter [Jahre], n=180	68,3 (50;80,25)	71,5 (57;78,5)	p=0,148	
Körpergewicht [kg], n=180	89,5 (75;100)	86,6 (73,7;90)	p=0,057	

Tabelle 6: Patientendemografie (Geschlecht, Alter, Körpergewicht) und ROSC

5.4 Einflussfaktoren für FPS

5.4.1 Verantwortlicher: Ausbildung, Fachrichtung

Deskriptive Analyse

In Abbildung 18 sind die Häufigkeiten des Ausbildungsgrades aufgeführt, den die Verantwortlichen der Atemwegssicherung hatten. Die zugehörigen Fachrichtungen finden sich in Abbildung 19.

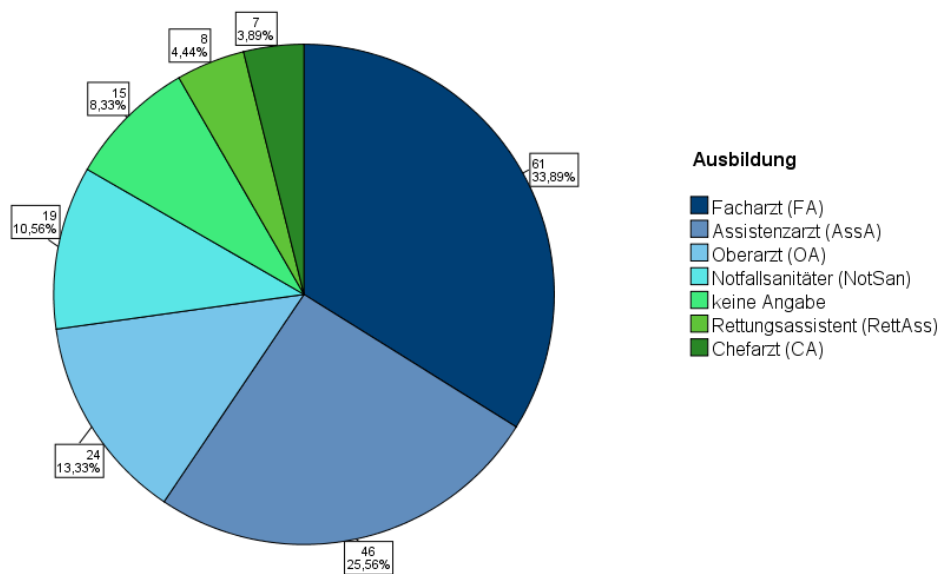


Abbildung 18: Kreisdiagramm, Ausbildung der Verantwortlichen

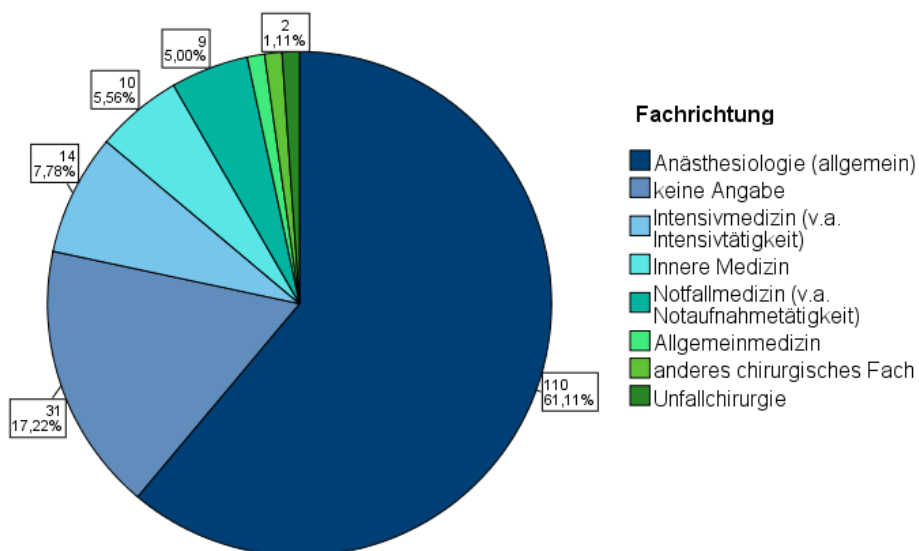


Abbildung 19: Kreisdiagramm, Fachrichtung der Verantwortlichen

Insgesamt 150 Intubationen (83,3%) wurden durch ärztliches Personal durchgeführt. Dabei delegierte der Notarzt (NA) 8 Manöver (4,4%) an den NA-Praktikanten. Weitere 28 Atemwegssicherungen (15,6%) wurden vom Rettungsdienst ausgeführt. Von diesen erfolgten 9 Intubationen (5%) unter Delegation des NA. 19 Intubationen (10,6%) wurden durch die Notfallsanitäter (NotSan) und Rettungsassistenten (RettAss) im Rahmen der Notkompetenz bzw. angegebenen Regelkompetenz durchgeführt. Zu 2 Intubationen (1,1%) erfolgte keine Angabe.

Einfluss auf FPS

Bei ärztlich als auch nicht-ärztlich durchgeführten Atemwegssicherungen betrug der FPS 83,3%. Zwischen dem Ausbildungsgrad des Personals (ärztlich oder nicht-ärztlich) und dem FPS bestand kein signifikanter Zusammenhang ($p=1,000$, $n=180$).

Wenn ein Assistenzarzt (AssA) ($n=46$) der Verantwortliche der Intubation war, lag die Erfolgsrate des FPS bei 76,1%. Bei einem Facharzt (FA) ($n=61$) betrug die Erfolgsrate 85,3%. Die höchste Erfolgsrate beim ärztlichen Personal wiesen Oberärzte (OA) ($n=24$) mit 95,8% auf. Bei einem Chefarzt (CA) ($n=7$) als Verantwortlichen der Intubation betrug der FPS 85,7%. Bei einem NotSan ($n=19$) lag er bei 73,7% und bei einem RettAss ($n=8$) bei 100%. Es bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Ausbildung des Verantwortlichen und dem FPS ($p=0,180$, $n=165$). Der FPS abhängig der Ausbildung des Verantwortlichen ist in Abbildung 20 dargestellt.

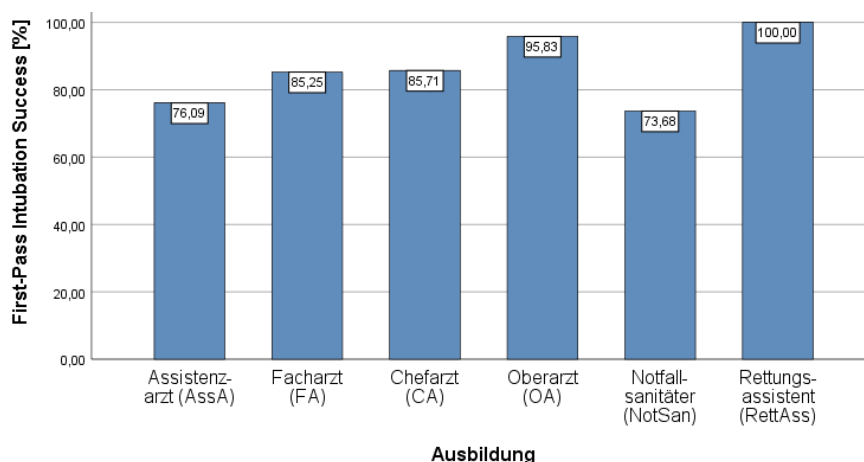


Abbildung 20: Säulendiagramm, Ausbildung der Verantwortlichen und FPS [%]

Bezogen auf die Fachrichtung sicherten Allgemeinmediziner, Intensivmediziner und Unfallchirurgen (je $n=2$) zu 100% im ersten Versuch den Atemweg erfolgreich ab. Ärzte mit der Fachrichtung Anästhesiologie ($n=110$) erzielten einen FPS von 80,9%.

Wenn der Intubateur als Internist (n=10) tätig war, betrug der FPS 80%, als reiner Notfallmediziner (n=9) 66,7% und als Arzt eines anderen chirurgischen Faches (n=2) 50%. Zwischen der Fachrichtung des Intubateurs und dem FPS konnte kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden (p=0,335, n=149). Der FPS in Abhängigkeit der Fachrichtung des Verantwortlichen ist in Abbildung 21 dargestellt.

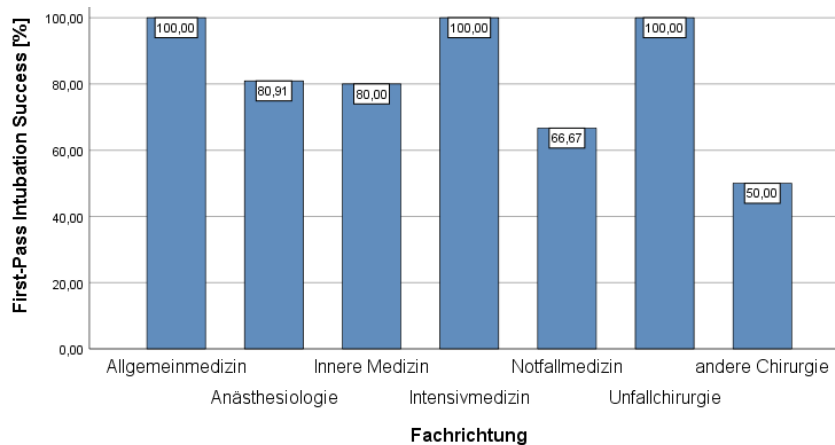


Abbildung 21: Säulendiagramm, Fachrichtung der Verantwortlichen und FPS [%]

In Tabelle 7 sind die Daten hinsichtlich des Verantwortlichen der Intubation und dem FPS zusammengetragen.

	First-Pass Intubation Success (FPS)		p-Wert	n
	nein	ja		
Personal, n=180			p=1,000	
ärztlich	25 (83,3%)	125 (83,3%)		n=150
nicht-ärztlich	5 (16,7%)	25 (16,7%)		n=30
Ausbildung, n=165			p=0,180	
Assistenzarzt (AssA)	11 (40,7%)	35 (25,4%)		n=46
Facharzt (FA)	9 (33,3%)	52 (37,7%)		n=61
Oberarzt (OA)	1 (3,7%)	23 (16,7%)		n=24
Chefarzt (CA)	1 (3,7%)	6 (4,3%)		n=7
Notfallsanitäter (NotSan)	5 (18,6%)	14 (10,1%)		n=19
Rettungsassistent (RetAss)	0 (0%)	8 (5,8%)		n=8
Fachrichtung, n=149			p=0,335	
Allgemeinmedizin	0 (0%)	2 (1,6%)		n=2
Anästhesiologie	21 (77,8%)	89 (73%)		n=110
Innere Medizin	2 (7,4%)	8 (6,6%)		n=10
Intensivmedizin	0 (0%)	14 (11,5%)		n=14
Notfallmedizin	3 (11,1%)	6 (4,9%)		n=9
Unfallchirurgie	0 (0%)	2 (1,6%)		n=2
andere Chirurgie	1 (3,7%)	1 (0,8%)		n=2

Tabelle 7: Verantwortlicher der Intubation und FPS

5.4.2 Methode, Equipment

Deskriptive Analyse

Bei 1 Intubation (0,6%) wurde keine Angabe zur Intubationsmethode gemacht. Die restlichen 179 Intubationen (99,4%) wurden oral durchgeführt: 155 Manövern (86,1%) als Rapid Sequence Induction (RSI), 1 Manöver (0,6%) als Delayed Sequence Intubation (DSI) und die restlichen 23 (12,8%) Manöver ohne nähere Bezeichnung oral. Zur chirurgischen Atemwegssicherung kam es nie.

Vor der Atemwegssicherung wurde bei 58 Einsätzen (32,2%) die Rachenabsaugung genutzt. Eine apnoische Oxygenierung kam bei 44 Patienten (24,4%) zum Einsatz.

Als Atemwegshilfe wurde der Endotrachealtubus (ET) bei 151 Einsätzen (83,9%) verwendet. Der Larynxtubus (LT) fand bei 24 Patienten (13,3%) und die Larynxmaske (LM) bei 2 Patienten (1,1%) Verwendung. Zu 3 Atemwegsmanövern fehlten die Angaben hinsichtlich der verwendeten Atemwegshilfe.

Bezüglich der Laryngoskopie machten die Verantwortlichen zu 107 Intubationen (59,4%) Angaben: Bei 71 Einsätzen (39,4%) wurde die direkte Laryngoskopie (DL) und bei 35 Manövern (19,4%) das Videolaryngoskop (VL) genutzt. Bei 1 Einsatz (0,6%) kamen die DL und das VL zum Einsatz. Das Laryngoskop mit Bougie fand bei keiner Intubation Verwendung.

Einfluss auf FPS

Es bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Methode der Atemwegssicherung und dem FPS ($p=0,901$, $n=179$). Zwischen der apnoischen Oxygenierung und dem FPS bestand ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,246$, $n=180$). Ein signifikanter Zusammenhang konnte zwischen der angewandten Rachenabsaugung und dem FPS nachgewiesen werden ($p=0,001$, $n=180$): Wenn die notwendige Rachenabsaugung vor dem ersten Atemwegsmanöver durchgeführt wurde, betrug der Intubationserfolg 68,9%. Erfolgte keine Rachenabsaugung, war der FPS (90,2%) um das 1,3-fache erfolgreicher (RR). Durch Nutzung der DL beendeten 85,9% der Verantwortlichen die Atemwegssicherung im ersten Versuch erfolgreich. Die Erfolgsrate nach Benutzung des VL war mit 80% geringer. Es bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Verwendung eines VL bzw. der DL und dem FPS ($p=0,062$, $n=107$).

	First-Pass Intubation Success (FPS)		p-Wert	n
	nein	ja		
Intubationsmethode, n=179			p=0,901	
oral	4 (13,3%)	19 (12,8%)		n=23
oral RSI	26 (86,7%)	129 (86,6%)		n=155
oral DSI	0 (0%)	1 (0,6%)		n=1
Rachenabsaugung, n=180			p=0,001	
ja	18 (60%)	40 (26,7%)		n=58
Apnoische Oxygenierung, n=180			p=0,246	
ja	10 (33,3%)	34 (22,7%)		n=44
Equipment, n=177			p=0,196	
ET mit FS	26 (89,8%)	117 (79,1%)		n=143
ET ohne FS	1 (3,4%)	7 (4,7%)		n=8
LT	1 (3,4%)	23 (15,5%)		n=24
LM	1 (3,4%)	1 (0,7%)		n=2
Laryngoskopie, n=107			p=0,062	
VL	7 (38,9%)	28 (31,5%)		n=35
VL und DL	1 (5,5%)	0 (0%)		n=1
DL	10 (55,6%)	61 (68,5%)		n=71

RSI = Rapid Sequence Induction; DSI = Delayed Sequence Intubation; ET = Endotrachealtubus; FS = Führungsstab; LT = Larynxstübchen; LM = Larynxmaske; VL = Videolaryngoskop; DL = Direkte Laryngoskopie

Tabelle 8: Methode/Equipment und FPS

Tabelle 8 zeigt zusammenhängend die Daten hinsichtlich Methode/Equipment und dem FPS. Bezüglich der gewählten Atemwegshilfe und dem FPS bestand kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,196$, $n=117$). Der höchste FPS (95,8%) wurde mit dem LT erzielt. Die verwendeten Atemwegshilfen und die jeweiligen Erfolgsraten im ersten Versuch der Atemwegssicherung sind in Abbildung 22 zusammengefasst.

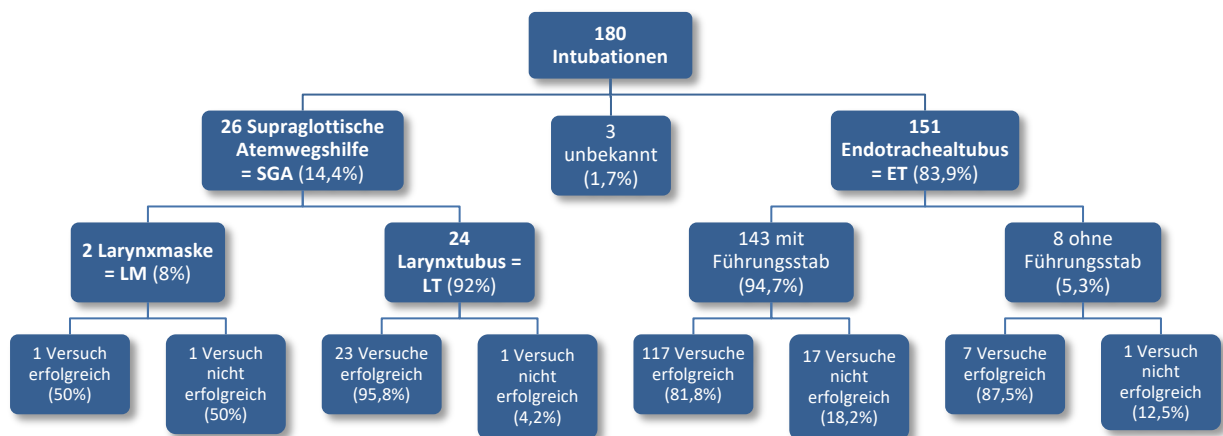


Abbildung 22: Baumdiagramm, verwendete Atemwegshilfen und Erfolgsraten

5.4.3 Medikamente

Deskriptive Analyse

Medikamente kamen bei 22 Intubationen (12,2%) ärztlicherseits zum Einsatz. Dabei wurden sie teilweise miteinander kombiniert.

Bei insgesamt 16 Patienten (8,9%) wurde ein Analgetikum eingesetzt: Bei 10 Intubationen (5,6%) wurde Fentanyl, bei 1 Intubation (0,6%) Morphin, bei 3 Intubationen (1,7%) Ketamin und bei 4 Intubationen (2,2%) Es-Ketamin verwendet. Sufentanil wurde als analgetische Substanz im ersten Versuch der Atemwegssicherung nie gebraucht.

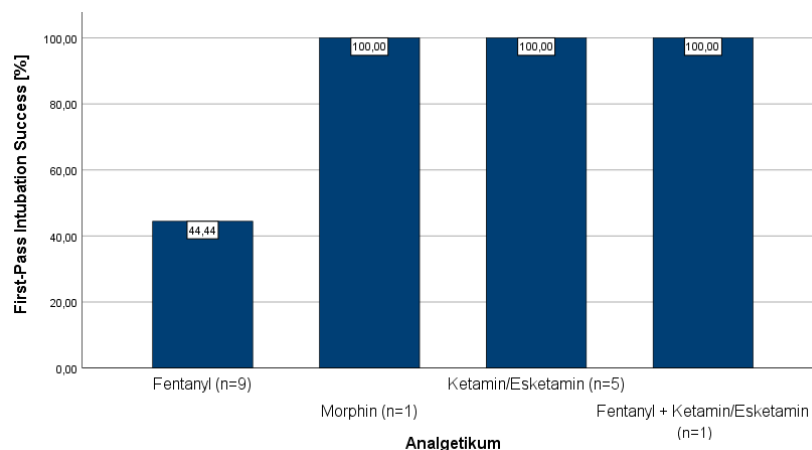
Sedativa benutzten die Ärzte bei insgesamt 17 Intubationen (9,4%): Midazolam in 15 Fällen (8,3%), Propofol in 2 Fällen (1,1%) und Etomidate einmalig (0,6%).

Als Muskelrelaxans wurde bei 9 Intubationen (5%) Succinylcholin verwendet, bei 7 Intubationen (3,9%) kam Rocuronium zum Einsatz. Pancuronium verwendeten die Ärzte als Muskelrelaxans nie.

Einfluss auf FPS

Bei dem Verzicht auf Medikamente ergab sich ein FPS von 85,4%. Die Gabe von Medikamenten war mit einem FPS von 68,2% verbunden. Zwischen dem Verzicht bzw. der Gabe von Medikamenten und dem FPS konnte kein signifikanter Zusammenhang beschrieben werden ($p=0,062$, $n=180$).

Der FPS in Abhängigkeit von der Gabe der Analgetika, Sedativa und Muskelrelaxantien ist in Form von Säulendiagrammen in Abbildung 23 illustriert.



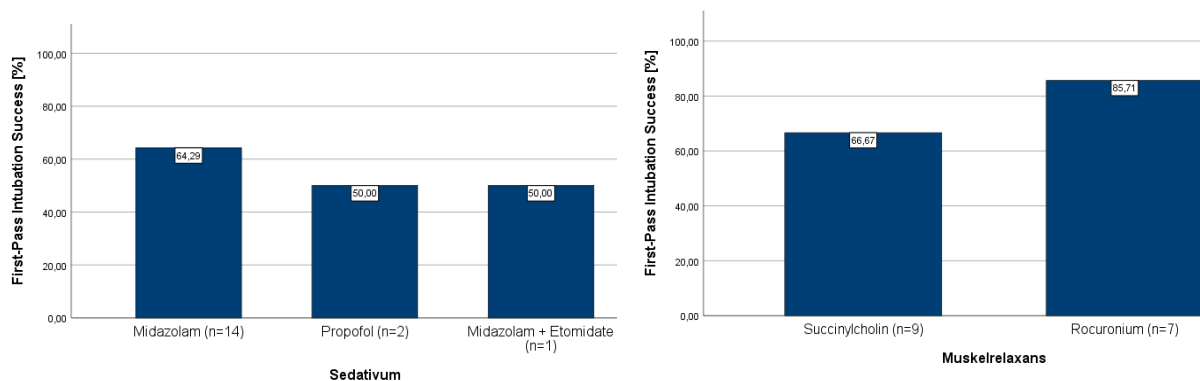


Abbildung 23: Säulendiagramme, Medikamentengabe und FPS [%]

Einzel betrachtet, konnte jeweils kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Gabe eines Analgetikums ($p=0,130$, $n=16$) oder Sedativums ($p=0,692$, $n=17$) oder Muskelrelaxans ($p=0,585$, $n=16$) und dem FPS beschrieben werden.

In Tabelle 9 werden die Daten hinsichtlich der einzelnen Medikamentengaben (teils kombinierte Gaben) und dem FPS zusammenhängend dargestellt.

	First-Pass Intubation Success (FPS)		p-Wert	n
	nein	ja		
Medikamente, n=180			$p=0,062$	
ja	7 (23,3%)	15 (10%)		n=23
Analgetika, n=16			$p=0,130$	
Fentanyl	5 (100%)	4 (36,4%)		n=9
Morphin	0 (0%)	1 (9,1%)		n=1
Ket/Esket	0 (0%)	5 (45,4%)		n=5
Fen und Ket/EsKet	0 (0%)	1 (9,1%)		n=1
Sedativa, n=17			$p=0,692$	
Midazolam	5 (83,3%)	9 (81,8%)		n=14
Propofol	1 (16,7%)	1 (9,1%)		n=2
Mida und Etom	0 (0%)	1 (9,1%)		n=1
Muskelrelaxans, n=16			$p=0,585$	
Succinylcholin	3 (75%)	6 (50%)		n=9
Rocuronium	1 (25%)	6 (50%)		n=7

Ket/Esket = Ketamin/Esketamin; Fen = Fentanyl; Mida = Midazolam; Etom = Etomidate

Tabelle 9: Medikamentengabe und FPS

5.4.4 Verifikation der Tubuslage

Deskriptive Analyse

Bei 171 Patienten (95%) kam es durch die Verantwortlichen im Rahmen der Intubation zur Verifikation der Tubuslage. In der überwiegenden Anzahl der Einsätze wurden mehrere Verfahren in Kombination genutzt.

Die Intubation unter Sicht erfolgte bei 106 Patienten (58,9%). Eine Lageprüfung der Atemwegssicherung mittels Auskultation führten die Ärzte bei 144 Patienten (80%) durch. Die Kapnografie kam bei 130 Patienten (72,2%) und die Kapnometrie bei 58 Patienten (32,2%) zur Anwendung. Bei 1 Intubation (0,6%) wurde die Lage fiberoptisch bzw. bronchoskopisch kontrolliert. Der Ösophagusdetektor wurde nie verwendet.

Einfluss auf FPS

Der FPS betrug bei der Verifikation der Tubuslage mittels Auskultation 88,2% ($p=0,351$, $n=144$), mittels Kapnometrie 87,9% ($p=1,000$, $n=58$), mittels fiberoptischer bzw. bronchoskopischer Lagekontrolle 100% ($p=1,000$, $n=1$) und bei der Intubation unter Sicht 90,6% ($p=0,102$, $n=106$).

Ein signifikanter Zusammenhang konnte ausschließlich zwischen der Kapnometrie als Methode zur Verifikation der Tubuslage und dem FPS identifiziert werden ($p<0,001$, $n=130$). Bei Verwendung der Kapnografie betrug der FPS 93,9%.

In Tabelle 10 sind die Daten zur Verifikation der Tubuslage und dem FPS dargestellt.

	First-Pass Intubation Success (FPS)		p-Wert	n
	nein	ja		
Verifikation der Tubuslage, n=171			p<0,001	
Auskultation	17 (40,5%)	127 (32%)	p=0,351	n=144
Kapnografie	8 (19%)	122 (30,7%)	p<0,001	n=130
Kapnometrie	7 (16,7%)	51 (12,8%)	p=1,000	n=58
fiberoptisch/ bronchoskopisch	0 (0%)	1 (0,3%)	p=1,000	n=1
Intubation unter Sicht	10 (23,8%)	96 (24,2%)	p=0,102	n=106

Tabelle 10: Verifikation der Tubuslage und FPS

5.4.5 Atemwegsbeurteilung nach Cormack und Lehane

Deskriptive Analyse

Bei 117 Einsätzen (65%) beurteilten die Ärzte den Atemweg des Patienten mit der Einteilung nach Cormack und Lehane (CL). In der Abbildung 24 ist die Verteilung der Häufigkeiten dargestellt.

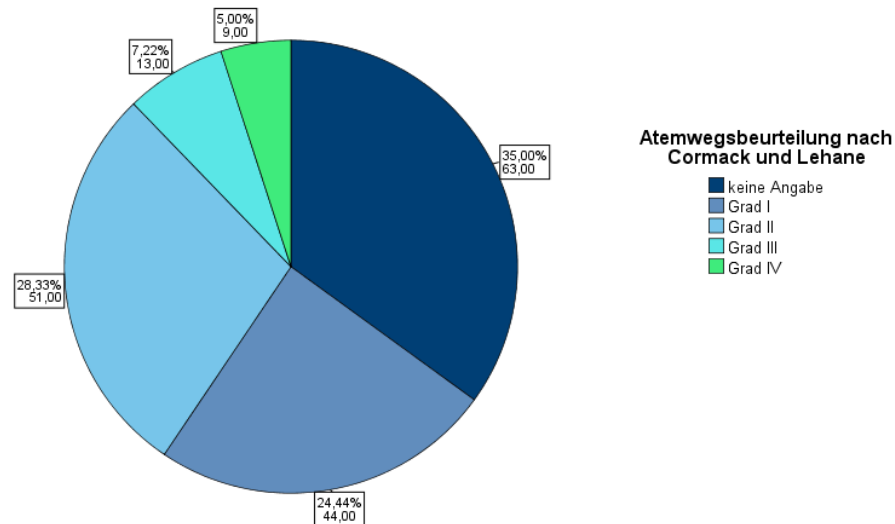


Abbildung 24: Kreisdiagramm, Atemwegsbeurteilung nach Cormack und Lehane

Einfluss auf FPS

In Abbildung 25 ist der FPS in Abhängigkeit der Atemwegsbeurteilung nach CL illustriert.

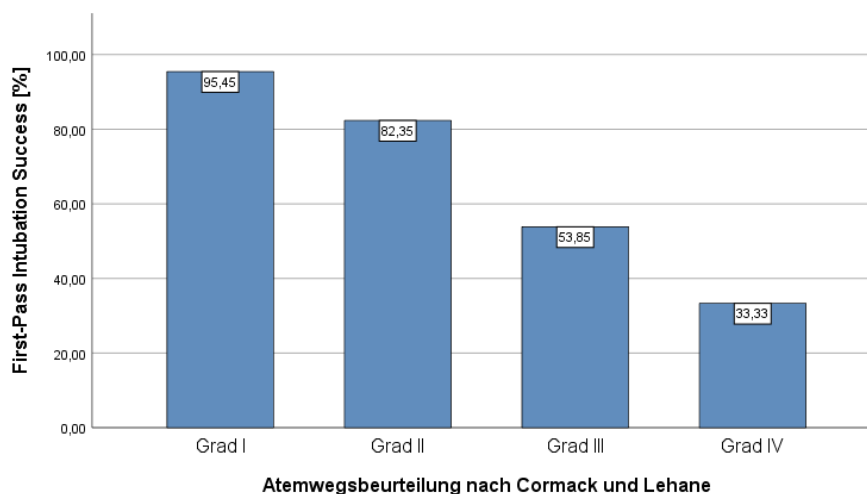


Abbildung 25: Säulendiagramm, Atemwegsbeurteilung und FPS [%]

Wenn der Intubateur die Sicht auf den Atemweg mit Grad I nach CL einschätzte, betrug der FPS 95,5%. Bei Grad II betrug der FPS 82,4% und es bestand verglichen mit Grad I das 3,9-fache Risiko einer Fehlintubation (RR). Mit der Sicht des Grades III betrug der FPS 53,8% und es bestand verglichen mit Grad I das 10,1-fache Risiko einer Fehlintubation (RR). Erfolgte die Sicht unter Intubation mit Grad IV betrug der FPS 33,3% und es bestand verglichen zu Grad I das 14,8-fache Risiko einer Fehlintubation (RR).

Es bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem FPS und der Atemwegsbeurteilung nach CL ($p < 0,001$, $n = 117$): Bei genauerer Betrachtung war zwischen Grad I und dem FPS ($p = 0,011$, $n = 44$), zwischen Grad III und dem FPS ($p = 0,010$, $n = 13$) sowie Grad IV und dem FPS ($p = 0,010$, $n = 9$) ein signifikanter Zusammenhang nachweisbar.

Die Daten zur Atemwegsbeurteilung nach CL und dem FPS sind in Tabelle 11 dargestellt.

	First-Pass Intubation Success (FPS)		p-Wert	n
	nein	ja		
Atemwegsbeurteilung nach Cormack und Lehane (CL), n=117			$p < 0,001$	
Grad I	2 (8,7%)	42 (44,7%)	$p = 0,011$	n=44
Grad II	9 (39,1%)	42 (44,7%)	$p = 0,827$	n=51
Grad III	6 (26,1%)	7 (7,4%)	$p = 0,010$	n=13
Grad IV	6 (26,1%)	3 (3,2%)	$p = 0,010$	n=9

Tabelle 11: Atemwegsbeurteilung und FPS

5.4.6 Komplikationen

Deskriptive Analyse

Die verantwortlichen Ärzte gaben bei 26 Patienten (14,4%) Komplikationen an. Bei 5 Patienten (2,7%) kam es zum Auftreten mehrerer Komplikationen.

Zur Fehlintubation kam es bei 15 Patienten (8,3%) und die Aspiration trat bei 13 Patienten (7,2%) auf. Zum Laryngospasmus, zur Hypoxie (mit O_2 -Abfall), zur Hypotension, zur Tubusdislokation und zu einer insuffizienten Atemwegssicherung kam es nur bei jeweils 1 Intubation (0,6%). Es kam nie zu Herzrhythmusstörungen, Verletzungen der Atemwege/Zähne oder einer Hypertension.

Das Kreisdiagramm in Abbildung 26 veranschaulicht die Häufigkeiten der dokumentierten Komplikationen.

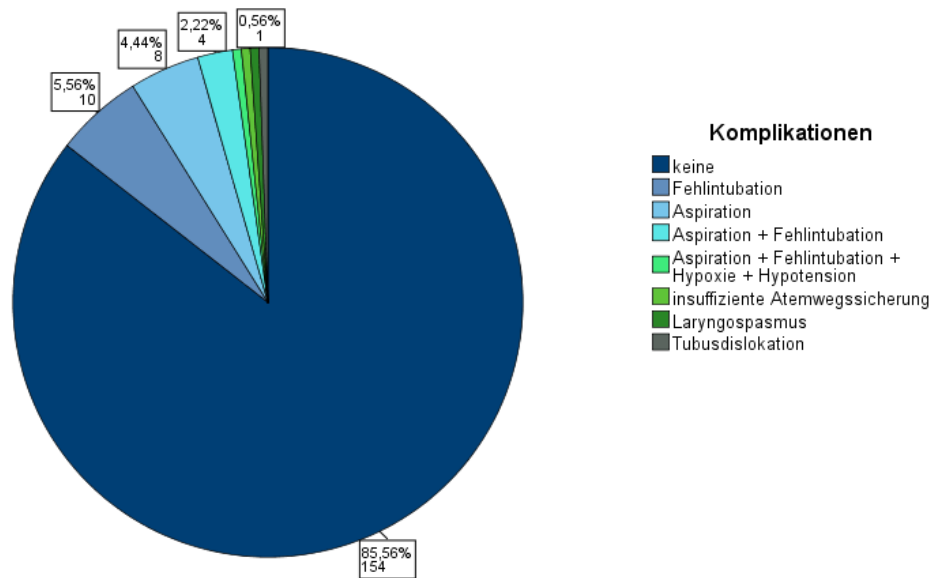


Abbildung 26: Kreisdiagramm, Komplikationen

Zusammenhang FPS und Komplikationen

Die FPS-Rate bei einer komplikationslosen Atemwegssicherung betrug 92,9%. Bei dokumentierten Komplikationen betrug sie 26,9%. Zwischen dem FPS und Komplikationen während der Intubation war ein signifikanter Zusammenhang erkennbar ($p < 0,001$, $n = 180$).

Die Daten hinsichtlich der Komplikationen und dem FPS sind zusammenhängend in Tabelle 12 dargestellt.

	First-Pass Intubation Success (FPS)		p-Wert	n
	nein	ja		
Komplikationen, n=180			$p < 0,001$	
ja	19 (63,3%)	7 (4,7%)		n=26

Tabelle 12: Komplikationen und FPS

5.5 Einflussfaktoren für ROSC

5.5.1 Initialer Herzrhythmus, initiale Atmung

Deskriptive Analyse

Beim Eintreffen des Rettungsdienstpersonals wurde bei 110 Patienten (61,1%) initial eine Asystolie im Elektrokardiogramm (EKG) festgestellt. Kammerflimmern/-flattern bestand bei 25% der Patienten, eine Pulslose Elektrische Aktivität (PEA) bei ca. halb so vielen Fällen (13,3%). Bei 1 Patient (0,6%) wurde initial ein Schrittmacherrhythmus abgeleitet.

Als initiale Atmung wurde bei der Mehrheit der Patienten (83,9%) eine Apnoe beobachtet, in 24 Fällen (13,3%) eine Schnappatmung. Bei 5 Patienten (2,8%) erfolgte vor der Reanimationspflichtigkeit eine Beatmung.

Einfluss auf ROSC

Bezüglich des initialen Herzrhythmus betrug die ROSC-Rate bei Asystolie 34,6% ($p < 0,001$, $n=110$), bei Kammerflimmern/-flattern 68,9% ($p < 0,001$, $n=45$), bei PEA 54,2% ($p=0,386$, $n=24$) und bei einem Schrittmacherrhythmus 0% ($p=1,000$, $n=1$).

Bezüglich der initialen Atmung betrug die ROSC-Rate bei Apnoe 39,7% ($p < 0,001$, $n=151$), bei Schnappatmung 79,2% ($p < 0,001$, $n=24$) und bei vorheriger Beatmung des Patienten 60% ($p=0,661$, $n=5$).

In Tabelle 13 sind die beschriebenen Zusammenhänge zwischen initialem Herzrhythmus/initiale Atmung und dem ROSC zusammengefasst.

	Wiedereinsetzen Spontankreislauf (ROSC)		p-Wert	n
	nein	ja		
initialer Herzrhythmus, n=180			p=0,001	
Asystolie	72 (73,5%)	38 (46,3%)	p<0,001	n=110
Kammerflimmern/-flattern	14 (14,3%)	31 (37,8%)	p<0,001	n=45
Pulslose Elektrische Aktivität (PEA)	11 (11,2%)	13 (15,9%)	p=0,386	n=24
Schrittmacherrhythmus	1 (1%)	0 (0%)	p=1,000	n=1
initiale Atmung, n=180			p=0,001	
Apnoe	91 (92,9%)	60 (73,2%)	p<0,001	n=151
Schnappatmung	5 (5,1%)	19 (23,2%)	p<0,001	n=24
Beatmung	2 (2%)	3 (3,6%)	p=0,661	n=5

Tabelle 13: Initialer Herzrhythmus/initiale Atmung und ROSC

5.5.2 Medikamente

Deskriptive Analyse

Während 135 Reanimationen (75%) dokumentierten die Ärzte keine Gabe von Amiodaron. Im Mittel wurden bei den restlichen 45 Patienten 337,33 mg Amiodaron verabreicht (SD: 130,8, Minimum: 30 mg, Maximum: 900 mg). In Abbildung 27 ist die Häufigkeitsverteilung der verabreichten Amiodaronmenge grafisch dargestellt (n=45).

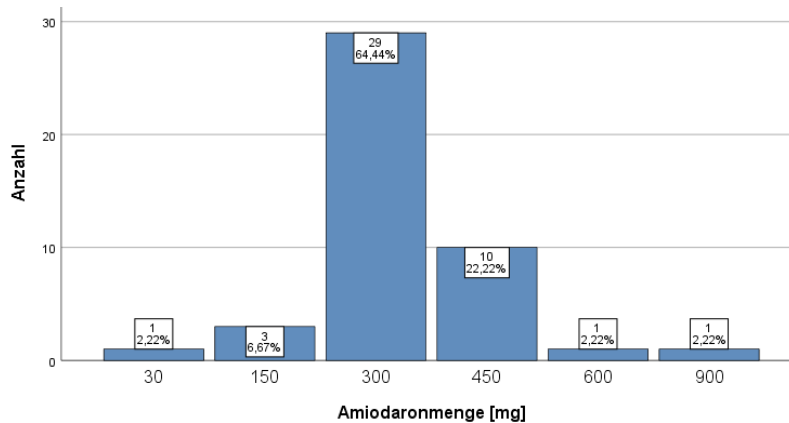


Abbildung 27: Säulendiagramm, verabreichte Amiodaronmenge [mg]

Die Gabe von Amiodaron erfolgte in der Mehrzahl der CPRs (68,9%) bei initial defibrillierbarem Herzrhythmus (Kategorie: Kammerflimmern/-flattern).

Einfluss auf ROSC

Durch die Gabe von Amiodaron wurde eine ROSC-Rate von 60% erzielt, ohne von 40,7%. Der Zusammenhang zwischen der Gabe von Amiodaron und dem ROSC war signifikant ($p=0,037$, $n=180$). Die im Median verabreichte Amiodaronmenge betrug bei eingetretenem und bei nicht eingetretenem ROSC je 300 mg. Zwischen der im Einzelnen verabreichten Amiodaronmenge und dem Erreichen des ROSC bestand kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,902$, $n=45$). Tabelle 14 fasst dies zusammen.

	Wiedereinsetzen Spontankreislauf (ROSC)		p-Wert	n
	nein	ja		
Amiodarongabe, n=180			p=0,037	
ja	18 (18,4%)	27 (32,9%)		n=45
Amiodaronmenge [mg], n=45	300 (300;337,5)	300 (300;450)	p=0,902	

Tabelle 14: Medikamentengabe (Amiodaron) und ROSC

5.5.3 Defibrillation

Deskriptive Analyse

Bezüglich der Defibrillation fehlten bei 104 reanimierten Patienten (57,8%) die Angaben. Bei den übrigen 76 Patienten (42,2%) waren die Defibrillationshäufigkeiten wie folgt verteilt: Bei 16 Einsätzen (21%) wurde nicht defibrilliert. Bei 14 Einsätzen (18,4%) wurde 1 Mal defibrilliert. Bei jeweils 18 Einsätzen (23,7%) wurde 2-3 Mal oder 4-6 Mal defibrilliert. Bei 6 Einsätzen (7,9%) wurde 7-9 Mal defibrilliert und über 9 Mal wurde bei den wenigsten Einsätzen (4 = 5,3%) defibrilliert.

Einfluss auf ROSC

In Abbildung 28 ist die ROSC-Rate über den Defibrillationshäufigkeiten aufgetragen.

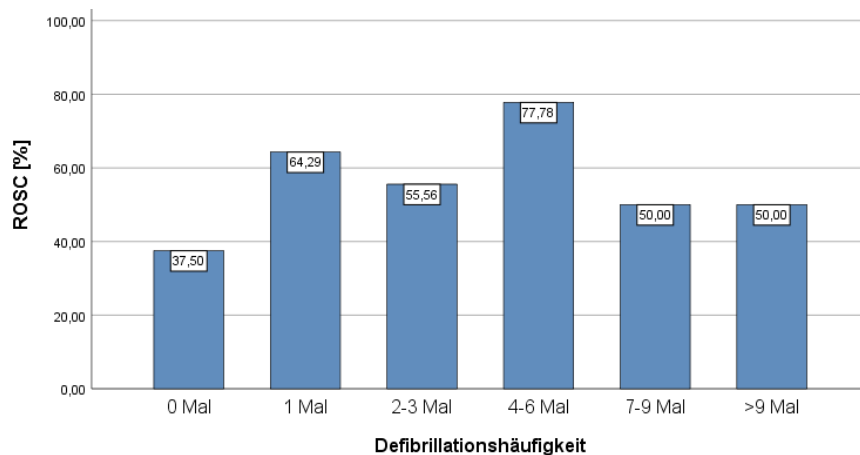


Abbildung 28: Balkendiagramm, Defibrillationshäufigkeit und ROSC [%]

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Defibrillationshäufigkeit und dem ROSC beschrieben werden ($p=0,227$, $n=76$). In Tabelle 15 sind die Defibrillationshäufigkeiten in Verbindung mit dem ROSC aufgelistet.

	Wiedereinsetzen Spontankreislauf (ROSC)		p-Wert	n
	nein	ja		
Anzahl Defibrillationen, n=76			p=0,227	
0	10 (31,2%)	6 (13,6%)		n=16
1	5 (15,6%)	9 (20,5%)		n=14
2-3	8 (25%)	10 (22,7%)		n=18
4-6	4 (12,5%)	14 (31,8%)		n=18
7-9	3 (9,4%)	3 (6,8%)		n=6
>9	2 (6,3%)	2 (4,6%)		n=4

Tabelle 15: Defibrillationshäufigkeit und ROSC

5.6 Multivariate Analysen

5.6.1 Multivariate Analyse für FPS

Die Ergebnisse der multivariaten binären logistischen Regression für den FPS zeigt Tabelle 16.

		p-Wert	OR	95%-KI für OR	
				unterer Wert	oberer Wert
Körpergewicht [kg]		0,278	0,988	0,967	1,010
Wochentag	Mittwoch	0,060	0,184	0,032	1,074
	Freitag	*	*	*	*
	Samstag	0,329	0,436	0,082	2,311
Methode	Rachenabsaugung	0,400	0,551	0,137	2,211
Verifikation Tubuslage	Kapnografie	0,004	7,384	1,886	28,917
CL	Grad I	0,152	5,628	0,528	59,960
	Grad III	0,064	0,210	0,040	1,097
	Grad IV	0,287	0,295	0,031	2,797
Komplikationen		<0,001	0,033	0,007	0,153

OR = Odds Ratio; 95%-KI = 95%-Konfidenzintervall; CL = Cormack und Lehane (Atemwegsbeurteilung)

* mathematisch nicht bestimmbar, da nur günstige Fälle für First-Pass Intubation Success (FPS)

Tabelle 16: Multivariate binäre logistische Regression für FPS

Es kann beschrieben werden, dass bei einer Zunahme des Körpergewichts um jeweils 1 kg die Chance eines FPS um je 1,2% sank ($p=0,278$, Odds Ratio (OR)=0,988, 95%-Konfidenzintervall (95%-KI): 0,967-1,010).

Eine am Wochentag Mittwoch durchgeführte Atemwegssicherung hatte eine um 81,6% verringerte Wahrscheinlichkeit im ersten Versuch erfolgreich zu sein ($p=0,060$, OR=0,184, 95%-KI: 0,032-1,074). Samstags durchgeführte Atemwegssicherungen hatten eine um 56,4% verringerte Chance im ersten Versuch erfolgreich zu sein ($p=0,329$, OR=0,436, 95%-KI: 0,082-2,311).

Bei Verwendung der Rachenabsaugung während der Intubation sank die Wahrscheinlichkeit des FPS um 44,9% verglichen zu keiner Rachenabsaugung ($p=0,400$, OR=0,551, 95%-KI: 0,137-2,211). Wenn die Kapnografie zur Verifikation der Tubuslage verwendet wurde, stieg die Chance für den FPS signifikant um das 7,4-fache an ($p=0,004$, OR=7,384, 95%-KI: 1,886-28,917).

Sobald eine Atemwegsbeurteilung von Grad I nach CL vorlag, stieg die Chance des FPS um das 5,6-fache an ($p=0,152$, $OR=5,628$, 95%-KI: 0,528-59,960). Beim Vorliegen von Grad III war die Wahrscheinlichkeit des FPS um 79% verringert ($p=0,064$, $OR=0,210$, 95%-KI: 0,040-1,097) und bei Grad IV war die Chance einer erfolgreichen Atemwegssicherung im ersten Versuch um 71,5% verringert ($p=0,287$, $OR=0,295$, 95%-KI: 0,031-2,797). Beim Auftreten von Komplikationen war die Chance des FPS signifikant um 96,7% reduziert verglichen mit einer komplikationslosen Intubation ($p<0,001$, $OR=0,033$, 95%-KI: 0,007-0,153).

Unabhängige Variablen für FPS

Die Kapnografie als Methode zur Verifikation der Tubuslage ist auf signifikantem Niveau eine positiv unabhängige Variable für die Wahrscheinlichkeit des FPS. Das Auftreten von Komplikationen ist auf signifikantem Niveau eine negativ unabhängige Variable für die Wahrscheinlichkeit des FPS.

5.6.2 Multivariate Analyse für ROSC

Die Ergebnisse der multivariaten binären logistischen Regression für den ROSC zeigt Tabelle 17.

		p-Wert	OR	95%-KI für OR	
				unterer Wert	oberer Wert
initialer Herzrhythmus	Asystolie	0,343	0,632	0,244	1,632
	Kammerflimmern/-flattern	0,125	2,661	0,762	9,294
initiale Atmung	Apnoe	0,478	0,503	0,075	3,364
	Schnappatmung	0,413	2,436	0,289	20,543
Medikamente	Amiodarongabe	0,953	1,028	0,414	2,554
FPS		0,002	5,281	1,800	15,494

OR = Odds Ratio; 95%-KI = 95%-Konfidenzintervall; FPS = First-Pass Intubation Success

Tabelle 17: Multivariate binäre logistische Regression für ROSC

Wenn der initiale Herzrhythmus eine Asystolie war, verringerte sich die Chance eines ROSC um 36,8% verglichen mit keiner vorliegenden Asystolie ($p=0,343$, $OR=0,632$, 95%-KI: 0,244-1,632). Sobald der initiale Herzrhythmus Kammerflimmern/-flattern war, war die Chance eines ROSC um das 2,7-fache erhöht ($p=0,125$, $OR=2,661$, 95%-KI: 0,762-9,294).

War die initiale Atmung apnoisch, verminderte sich die Wahrscheinlichkeit des ROSC um 49,7% ($p=0,478$, $OR=0,503$, 95%-KI: 0,075-3,364). Bei initial vorliegender Schnappatmung stieg die Chance eines ROSC um das 2,4-fache an ($p=0,413$, $OR=2,436$, 95%-KI: 0,289-20,543). Erfolgte im Rahmen der CPR die Gabe von Amiodaron, stieg die Chance des ROSC um 2,8% an verglichen mit dem Verzicht auf Amiodaron ($p=0,953$, $OR=1,028$, 95%-KI: 0,414-2,554).

Ebenso kann beschrieben werden, dass die Chance eines ROSC signifikant um das 5,3-fache erhöht war, wenn der FPS erzielt wurde verglichen mit einem erfolglosen ersten Intubationsversuch ($p=0,002$, $OR=5,281$, 95%-KI: 1,800-15,494).

Unabhängige Variablen für ROSC

Der FPS ist auf signifikantem Niveau eine positiv unabhängige Variable für die Wahrscheinlichkeit des ROSC.

6 Diskussion

In unserer Studie haben wir herausgefunden, dass der präklinischen First-Pass Intubation Success (FPS) und das Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs (ROSC) miteinander in Zusammenhang stehen. Ebenso war die Tendenz erkennbar, dass mit erzielttem FPS die Zeit bis zum ROSC geringer wurde.

Einflussfaktoren für den FPS waren: der Wochentag, das Körpergewicht des Patienten, die Rachenabsaugung, die Kapnografie, die Atemwegsbeurteilung nach Cormack und Lehane sowie das Auftreten von Komplikationen. Einflussfaktoren für den ROSC waren der initiale Herzrhythmus und die Gabe von Amiodaron.

Als unabhängige Variablen für den FPS fanden wir das Auftreten von Komplikationen und die Kapnografie. Unabhängige Variable für den ROSC war der FPS.

6.1 Diskussion der Methodik

6.1.1 Verwendete Register und Fragebögen

Die Datenerhebung unserer Studie FiPS-CPR erfolgte multizentrisch retrospektiv (siehe 6.1.2). Bezüglich der durchgeführten Atemwegssicherung und dem FPS griffen wir auf präklinische Daten des Intubationsregisters (siehe 9.1) zurück. Dieses wird aktuell deutschland- und europaweit als zentrales Atemwegsregister eingeführt. Mit dem etablierten Deutschen Reanimationsregister (siehe 9.2) vervollständigten wir die Daten bezüglich der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) und dem ROSC. Die standardisierten Fragebögen der Register boten den Ärzten die ideale Möglichkeit, die im Einzelnen getätigten Maßnahmen nach Einsatzende zu dokumentieren. Bei vielen Parametern hatten die Eintragenden bei der Datenerfassung die Option, ein von den vorgegebenen Antwortmöglichkeiten abweichendes Vorgehen in einem leeren Feld zu dokumentieren. Am Standort Wolfenbüttel war das Deutsche Reanimationsregister nicht etabliert, weshalb wir die Angaben zur CPR in Zusammenarbeit mit den dortigen Ärzten über die Notarzteinsatzprotokolle (siehe 9.3) ergänzten.

Im Rahmen der Datenzusammenführung zwischen den Registern fiel uns auf, dass im Deutschen Reanimationsregister Datensätze nicht eingetragen wurden (n=23) oder im Intubationsregister doppelt vorhanden waren (n=4). Letzteres ist wahrscheinlich auf Softwarebedienfehler zurückzuführen. Denkbar wäre, dass ein Einsatz doppelt abgespeichert oder bei Unsicherheit der Datenübertragung nochmals angelegt wurde.

Ein möglicher Grund für die fehlenden Eintragungen in das Reanimationsregister besteht in unklaren Zuständigkeiten. Es ist bspw. nicht klar geregelt, welcher Arzt den Registereintrag vornimmt, wenn der Patient vom Notarzt (NA) unter andauernder CPR in die weiterbehandelnde Klinik übergeben wird. Die Compliance bezüglich des kompletten Ausfüllens der Fragebögen sollte künftig verbessert werden, da die Registerforschung vor allem in der Notfallmedizin ein wertvolles Instrument zur Weiterentwicklung des medizinischen Wissens ist. Ebenfalls ist eine Verbesserung der Software denkbar, sodass zukünftig nach dem Ausfüllen des Fragebogens kontrolliert wird, ob alle Felder ausgefüllt sind. Leere Felder könnten farblich hinterlegt werden, damit der Arzt den Fragebogen nochmal auf seine Vollständigkeit überprüfen muss. Weitere 6 Datensätze konnten wir wegen grober Unvollständigkeit nicht verwenden. Bei der Datenzusammenführung mit den Notarzteinsatzprotokollen aus Wolfenbüttel gab es keine Probleme bezüglich Unvollständigkeit. Dies kann darin begründet sein, dass die Notarzteinsatzprotokolle nach jedem Einsatz obligatorisch ausgefüllt werden müssen. Demgegenüber sind die Einträge in die Register für die Ärzte zusätzliche Aufgaben, für die nach Einsatzende keine Zeit ist oder später nicht ausreichend Erinnerungen an den konkreten Einsatz vorliegen. Insgesamt verwendeten wir 180 Datensätze für die Auswertung.

6.1.2 Einschlusskriterien

Als Einschlusskriterium für die Studie FiPS-CPR legten wir den Untersuchungszeitraum vom 01.07.2017 bis 31.12.2018 fest. Das Intubationsregister existiert erst seit 2016 und bei einer anfänglichen Sichtung fiel auf, dass im ersten Halbjahr des Jahres 2017 wenige dokumentierte Einsätze vorhanden waren. Um eine Verzerrung der Ergebnisse hinsichtlich stark variierender Einsatzhäufigkeiten im Untersuchungszeitraum zu verhindern, wählten wir o.g. 18-monatigen Zeitraum. Das Patientenalter legten wir auf mindestens 18 Jahre fest. Dadurch sollte einerseits die Vergleichbarkeit mit ähnlichen Studien bestehen bleiben, andererseits fanden wir den Einschluss von Kindern in die Studienpopulation ungeeignet, da sich der Mechanismus des Kreislaufstillstandes und dessen adäquate Behandlung bei beiden Gruppen stark unterscheiden. Die Studienstandorte waren Jena, Meiningen, Tübingen, Wittlich und Wolfenbüttel. Zum damaligen Zeitpunkt eigneten sich andere Städte nicht, da das Intubationsregister dort erst eingeführt wurde. Die Datenerhebung erfolgte multizentrisch, um nicht nur an einem Standort die Effektivität der präklinischen

Atemwegssicherung unter CPR beurteilen zu können. Als letztes Einschlusskriterium legten wir den nicht-traumatischen Herz-Kreislauf-Stillstand als Indikation der Atemwegssicherung im präklinischen Teil des Intubationsregister fest (siehe 9.1). Dadurch filterten wir die Patienten mit außerklinischem Kreislaufstillstand (OHCA) ohne traumatische Ursache.

6.2 Diskussion der Ergebnisse

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass sich ähnliche Studien mit Daten aus innerklinischen Registern oder klinischen Notaufnahmen nicht uneingeschränkt mit unseren präklinisch erhobenen Daten vergleichen und auf diese übertragen lassen. Ebenfalls ist zu beachten, dass international verschiedene Rettungsdienstsysteeme existieren: Während die präklinische Patientenversorgung im asiatischen und angloamerikanischen Raum vorwiegend von Sanitätern (sog. Paramedics) vorgenommen wird, hat sich im frankogermanischen Raum der arztbesetzte Rettungsdienst etabliert (Girrbach et al. 2018).

6.2.1 Zielvariablen: FPS, ROSC und Zeit bis ROSC

Intubationsversuch und FPS

In unserer Studie betrug der FPS ebenso wie der Second-Pass Intubation Success (SPS) je 83,3%. Im 3. Intubationsversuch konnten 60% der Patienten erfolgreich intubiert werden (Third-Pass Intubation Success = TPS). Bei den restlichen Patienten wurde im 4. Versuch, dem Fourth-Pass Intubation Success (FoPS), der Atemweg erfolgreich gesichert. Der Overall Intubation Success betrug 100%. Die retrospektive Analyse mit 512 Notaufnahme-Daten von Kim et al. untersuchte den Einfluss des erfolglosen ersten Intubationsversuches bei nicht-traumatischem OHCA auf das Überleben. Die Erfolgsrate im ersten Versuch lag bei 85% (Kim et al. 2014). Erwähnenswert an dieser Stelle ist, dass die Bedingungen in der Notaufnahme verglichen mit dem präklinischen Setting unterschiedlicher nicht sein könnten: Das Umfeld der Notaufnahme ist von der Verfügbarkeit sämtlichem zur Atemwegssicherung und Reanimation notwendigen Equipments, ausreichend Licht, Platz und einer hohen fachlichen wie zahlenmäßigen Personalressource bestimmt. Dennoch war die FPS-Rate in unserer Studie annähernd genauso hoch. Dies könnte darin begründet sein, dass die Ausführenden der Atemwegssicherung in unserer Studie ebenfalls in den meisten Fällen Ärzte waren. Das systematische Review von

Bernhard et al. untersuchte den FPS allgemein im notfallmäßigen Atemwegsmanagement. Sie fanden heraus, dass die Erfolgsquote stark variierte, je nachdem, ob die Atemwegssicherung von Sanitätern (FPS: 46,4%-77,2%), präklinisch von Ärzten (FPS: 71,2-87,5%) oder innerklinisch von Ärzten (FPS: 60,7-97,3%) durchgeführt wurde (Bernhard et al. 2015a). Die Studie lässt sich nur begrenzt mit unseren Daten vergleichen, da der FPS nicht allein beim OHCA beurteilt wurde. Unser erzielter FPS von 83,3% liegt trotzdem in der von Bernhard et al. angegebenen Spannweite für präklinische, ärztlich ausgeführte Intubationen. Die US-amerikanische Studie von Jarvis et al. charakterisierte die Anzahl an Versuchen, die benötigt wurden, um im erweiterten Atemwegsmanagement (AAM) Erfolg zu haben. Sie fanden mittels Auswertung von 26.932 Patientendaten heraus, dass während der Endotrachealen Intubation (ETI) bei OHCA maximal 4 Versuche für einen Intubationserfolg von 91,5% notwendig waren. Der Overall Success lag bei dieser Untersuchung mit ETI bei 91,7% (Jarvis et al. 2018). Verglichen mit diesen Daten zeigt unsere Studie einen höheren FoPS (100%) sowie Overall Intubation Success (100%). Allerdings wurde in der Studie von Jarvis et al. nur die ETI als Möglichkeit der Atemwegssicherung bei OHCA betrachtet. In unserer Studie setzten sich die o.g. Variablen der Intubationserfolge mittels Summation aller verwendeten Atemwegshilfen.

ROSC

In unserer Studie wurde bei 82 Patienten (45,6%) mit OHCA im präklinischen Bereich der ROSC beobachtet. In der EuReCa-TWO-Studie, welche die Inzidenz und den Outcome vom OHCA mit 37.054 Datensätzen europaweit untersuchte, betrug die gesamte ROSC-Rate 32,7% (Grasner et al. 2020). Hier zeigt sich, dass die ROSC-Rate in unserer Beobachtung mit 45,6% höher war. Ein Grund dafür kann die starke Variabilität bezogen auf die Qualität der Notfallversorgung in den von Grasner et al. betrachteten europäischen Ländern sein. Durch den Einbezug von NAs in den deutschen Rettungsdienst wird eine fachlich hochwertige Notfallversorgung gewährleistet. Ein viel wichtigerer Grund für die geringe ROSC-Rate in der EuReCa-TWO-Studie kann der Einbezug von OHCA mit traumatischer Ursache sein (3,9% der Studienpopulation), welche im Allgemeinen schwierigere Bedingungen zur Atemwegssicherung und eine schlechtere Prognose aufweisen. Wissenschaftler um Benoit et al. untersuchten im Rahmen einer Metaanalyse im Jahr 2015 die Effektivität der ETI und Supraglottischen Atemwegshilfen (SGA) bei nicht-traumatischem OHCA.

Mittels Analyse von 10 Studien mit US-amerikanischen Rettungsdienstdaten zeigten sie, dass zwischen 4-41% der Patienten nach CPR bis zur Ankunft in der Klinik überlebten (Benoit et al. 2015). An dieser Stelle ist, wie oben beschrieben, zu beachten, dass die präklinische Patientenversorgung in den USA nicht von speziell qualifizierten Ärzten, sondern von Paramedics, durchgeführt wird und dementsprechend die Erfolgsquoten variieren. Niederländische Wissenschaftler um de Graaf et al. untersuchten bei 2.636 Patienten mit vermutlich kardial bedingtem OHCA die Zeit zum ROSC und das Überleben. Hier ist zu erwähnen, dass das niederländische Rettungsdienstsystem dem deutschen, u.a. durch die präklinische Verfügbarkeit von NAs, sehr ähnelt. In genannter Studie hatten 1.025 von 2.636 Patienten (39%) vor oder während des Transportes in die Klinik einen ROSC (de Graaf et al. 2018). Dieser Parameter ist methodisch und zahlenmäßig mit unserem erhobenen ROSC vergleichbar (45,6% FiPS-CPR, 39% de Graaf et al.). Eine fast gleich hohe ROSC-Rate wie wir fanden Benoit et al. im Jahr 2019. Sie analysierten die Zeit der Atemwegssicherung bei OHCA. In 43% der Fälle wurde der ROSC beobachtet (Benoit et al. 2019). Eine andere niederländische Beobachtungsstudie von de Visser et al. untersuchte über einen 18-monatigen Zeitraum die Überlebensraten von Patienten mit OHCA: Sie beobachteten bei 214 von 433 Patienten (49%) einen ROSC vor dem Eintreffen in der Klinik (de Visser et al. 2019). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die betrachteten Studien aus dem angloamerikanischen Raum und jene mit OHCA's traumatischer Ursache eine geringere ROSC-Rate aufwiesen. Vergleichbar mit unseren Ergebnissen sind europäische Studien aus Ländern, in denen ebenfalls ein arztbesetzter Rettungsdienst etabliert ist.

Zeit bis ROSC

Bei 77 von 82 Patienten mit beobachtetem ROSC wurde der genaue Zeitpunkt im Deutschen Reanimationsregister angegeben. Die Zeit bis zum ROSC berechneten wir, indem wir den Startzeitpunkt der Thoraxkompressionen vom Zeitpunkt des beobachteten ROSC subtrahierten. Im Mittel betrug die Zeit bis zum ROSC 22,16 min (Standardabweichung (SD): 12,7) und im Median 20 min (Interquartilsabstand (IQR): 14,5;28,5). Die Studie von Navab et al. mit 3.214 Patienten ermittelte eine mediane Zeit bis zum ROSC von 16,9 min (SD: 10,4) (Navab et al. 2019). Eine kleinere dänische Studie von Gregers et al. mit 1.393 eingeschlossenen Patienten untersuchte den Outcome von Patienten mit präklinischem ROSC und Patienten, welche unter

andauernder CPR in die Klinik eingeliefert wurden. Für die Patienten mit präklinischem ROSC berechneten sie eine mediane Zeit bis zum ROSC von 15 min (IQR: 9;22) (Gregers et al. 2018). Verglichen mit diesen beiden Studien ist auffällig, dass unsere erhobene Zeit bis zum ROSC länger ist. Begründet ist dies am ehesten in der methodischen Erfassung der Zeit bis ROSC: Die Studie von Navab et al. erfasste bspw. die Differenz zwischen dem Start der CPR durch den Rettungsdienst und dem Erreichen des ROSC (Navab et al. 2019). In unserer Studie subtrahierten wir den Zeitpunkt des Starts der Thoraxkompressionen (unabhängig von wem initiiert) vom Zeitpunkt des beobachteten ROSC. Den unterschiedlichen medianen Zeiten bis zum ROSC liegen demnach erhebliche methodische Unterschiede zugrunde, welche einen Vergleich der medianen Zahlenwerte nicht zulassen. Für zukünftige Auswertungen könnte der Parameter „Zeit bis ROSC“ (analog unserer Berechnung) im Deutschen Reanimationsregister integriert und automatisch berechnet werden. Somit würde eine bessere Vergleichbarkeit der Studien geschaffen werden.

6.2.2 Zusammenhang FPS und ROSC, FPS und Zeit bis ROSC

FPS und ROSC

Mit unserer Studie erfassten wir einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem FPS und dem ROSC ($p=0,027$, $n=180$). Wenn die Verantwortlichen den Atemweg im ersten Intubationsversuch nicht erfolgreich sicherten, betrug die ROSC-Rate 26,7%. Bei erzieltm FPS war die ROSC-Rate deutlich höher (49,3%). Zu den gleichen Ergebnissen kam die Studie von Kim et al.: Ein missglückter erster Intubationsversuch bzw. wiederholte Intubationsversuche waren mit einer geringeren ROSC-Rate verbunden ($p=0,006$). Bei erzieltm FPS betrug die ROSC-Rate 59,8%, bei erfolglosem FPS 43% (Kim et al. 2014). Anzumerken ist, dass die ROSC-Raten in der Studie von Kim et al. höher als unsere sind, weil der ROSC über den gesamten Behandlungsverlauf und nicht, wie bei uns, nur präklinisch erfasst wurde. Die Studie von Lesnick et al. evaluierte den Zusammenhang zwischen dem FPS und ROSC genauso: Bei erzieltm FPS stieg die ROSC-Rate (Odds Ratio (OR)=1,36, 95%-Konfidenzintervall (95%-KI): 1,04-1,78) und das Überleben nach 72 h (OR=1,45, 95%-KI: 1,20-1,74). Zudem untersuchten die Wissenschaftler die längerfristigen Auswirkungen des initial erzielten FPS. Demnach hat der initial erzielte FPS für das Überleben in der Klinik nur einen vermittelnden Effekt von 52%, bei einem Überleben in der Klinik mit günstigem neurologischem Status 35% (Lesnick et al. 2019).

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass neben der Atemwegssicherung mittels LT (FPS: 90,3%) und ETI (FPS: 51,5%) die Paramedics ebenso auf die Verwendung der Beutel-Masken-Ventilation zurückgriffen. Zukünftig wäre es wünschenswert, in Studien mit großen Fallzahlen ebenfalls den Einfluss des ROSC auf den FPS im arztbesetzten Rettungsdienst zu untersuchen.

In unserer Studie war der FPS auf signifikantem Niveau eine positiv unabhängige Variable für die Wahrscheinlichkeit des ROSC: Die Wahrscheinlichkeit des ROSC war um das 5,3-fache erhöht, wenn der erste Intubationsversuch erfolgreich war ($p=0,002$, $OR=5,281$, 95%-KI: 1,800-15,494).

FPS und Zeit bis ROSC

Die mediane Zeit zum ROSC bei FPS betrug in unserer Studie 18 min. Bei einem Misserfolg im ersten Intubationsversuch war sie mit 28 min deutlich höher. Diesen Zusammenhang wiesen wir, vermutlich wegen des zu geringen Stichprobenumfangs, nicht auf signifikantem Niveau nach ($p=0,059$, $n=180$). Das Ergebnis zeigt jedoch die Tendenz, dass sich die Zeit bis zum ROSC bei erzieltm FPS verringert. Die Studie von Kim et al. kam zum gleichen Ergebnis: Die Zeit bis zum Erreichen des ROSC bei erzieltm FPS betrug 10 min, bei Misserfolg war sie mit 12 min höher ($p=0,053$) (Kim et al. 2014). Zukünftig sollten Studien mit größerer Fallzahl untersuchen, ob der Zusammenhang zwischen dem FPS und der Zeit zum ROSC signifikant ausfällt.

Ereigniszeitanalysen

Für die Patienten mit ROSC ($n=82$) stellten wir die Wahrscheinlichkeit des betrachteten Ereignisses „ROSC“ über die Zeit bis zum ROSC bei FPS, SPS und TPS als Ereigniszeitanalysen dar. Folgende Schlussfolgerungen ließen sich ableiten: Die Zeit bis zum ROSC bei der medianen Wahrscheinlichkeit für den ROSC betrug bei FPS 19 min. 25% der Patienten mit FPS erreichten nach 15 min CPR den ROSC. Bezogen auf den SPS sowie den TPS konnten nur 1,6% bzw. 0% der Patienten in den ersten 15 min CPR den ROSC erreichen. Die Studie von Kim et al. kam ebenso zu dem Ergebnis, dass beim Vorliegen des FPS der ROSC in den ersten 15 min häufiger eintritt verglichen mit einem Misserfolg im ersten Intubationsversuch. Sie nutzen dafür allerdings Kaplan-Meier-Überlebenskurven (Kim et al. 2014). Der durchgeführte Log-Rank-Test ergab in unserer Studie in Bezug auf die Ereigniszeitanalysen des FPS und SPS einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeit des ROSC

und der Zeit bis zum ROSC ($p < 0,001$). Wenn zukünftige Studien dokumentieren, wie lang Reanimationsbemühungen, unabhängig vom Erreichen eines ROSC, durchgeführt werden, könnten in der Auswertung für die Intubationserfolge Kaplan-Meier-Überlebenskurven angefertigt und das jeweilige Überleben abgelesen werden.

6.2.3 Einflussfaktoren für FPS und ROSC

Einsatzbeschreibung: Wochentag

Der einsatzstärkste Wochentag in unserer Studie war der Sonntag (19,4%). Am Wochentag Freitag hatten alle Patienten einen FPS ($p = 0,002$, $n = 34$). Am Mittwoch betrug die FPS-Rate 58,8% ($p = 0,010$, $n = 17$). Da der Mittwoch am einsatzschwächsten (9,5%) war, ist ein Zusammenhang mit der Einsatzzahl unwahrscheinlich. CPRs am Samstag führten am häufigsten zum ROSC (54,6%). Mittwochs wurde bei den wenigsten Patienten (29,4%) der ROSC beobachtet.

Einsatzbeschreibung: Uhrzeit

Die meisten Patienten (70%) wurden tagsüber zwischen 06 und 18 Uhr versorgt. Grund dafür kann das erhöhte Aktivitätsniveau des Menschen sein, welches sich in Form von Dekompensation als Kreislaufstillstand zeigt. In der Nachtschlafzeit vieler Menschen zwischen 24 und 06 Uhr ereigneten sich die wenigsten Einsätze (10%) mit der höchsten FPS-Rate (88,9%). In der ersten Nachthälfte zwischen 18 und 24 Uhr wurde mit 80,6% der niedrigste FPS erzielt. Die höchste ROSC-Rate (49,2%) konnte am Nachmittag zwischen 12 und 18 Uhr erreicht werden. Nachts zwischen 24 und 06 Uhr waren es nur 38,9%. Die prospektive Beobachtungsstudie von Ho et al. untersuchte den Einfluss der Tageszeit auf das 30-Tage-Überleben nach OHCA: Die Wissenschaftler fanden heraus, dass die Einsätze, welche sich nachts zwischen 19 und 07 Uhr ereigneten, mit einem geringeren Überleben assoziiert waren (Ho et al. 2019). In unserer Studie betrachten wir nicht das Überleben, sondern den ROSC. Dennoch lassen sich die von Ho et al. gefundenen Zusammenhänge mit unseren Ergebnissen diskutieren: Bspw. wurden die Kreislaufstillstände nachts seltener beobachtet, ereigneten sich öfter zuhause und hatten häufiger einen initial nicht-defibrillierbaren Rhythmus (Ho et al. 2019). Alle genannten Gründe sind gut vorstellbar und würden die in unserem Fall niedrigere ROSC-Rate in der Nacht, verglichen zum Tag, erklären. Wir ermittelten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Uhrzeit und dem FPS ($p = 0,883$, $n = 180$) bzw. dem ROSC ($p = 0,871$, $n = 180$).

Patientendemografie: Geschlecht

71,7% der Patienten waren in unserer Studie männlich und 28,3% weiblich. Dies entspricht einem Verhältnis von 2,5:1. Das Verhältnis von Männern (65%) zu Frauen (35%) war in der EuReCa-TWO-Studie geringer. Es betrug rund 2:1 (Grasner et al. 2020). Das Geschlechterverhältnis zugunsten der Männer war zu erwarten, da das männliche Geschlecht häufiger von kardiovaskulären Erkrankungen betroffen ist (Gößwald et al. 2013) und beim Kreislaufstillstand kardiale Probleme vordergründig sind. Eine beinahe identische Geschlechterverteilung belegte die niederländische Studie von de Visser et al.: 71% Männer und 29% Frauen (de Visser et al. 2019). In unserer Analyse war der FPS beim weiblichen Geschlecht um das 1,12-fache erhöht (Männer: 80,6%, Frauen: 90,2%, $p=0,182$, $n=180$). Bei männlichen Patienten war die ROSC-Rate geringer (42,6%) verglichen mit weiblichen (52,9%) ($p=0,246$, $n=180$). Zum gleichen Ergebnis kam die Studie von Kim et al.: Das männliche Geschlecht hatte eine 11% geringere Chance auf einen ROSC verglichen mit dem weiblichen Geschlecht (OR=0,89, 95%-KI: 0,59-1,35) (Kim et al. 2014).

Patientendemografie: Alter

Die Patienten unserer Studie waren im Median 70 Jahre alt (Mittelwert: 69,74 Jahre, Standardabweichung (SD): 12,9). Das gleiche mediane Alter von 70 Jahren beschrieb die Studie von Kim et al. (Kim et al. 2014). Das mediane Alter in der EuReCa-TWO-Studie war mit 67,5 Jahren etwas geringer, vermutlich, weil Patienten jeden Alters eingeschlossen wurden (Grasner et al. 2020). Der Altersmedian bei erzieltm FPS lag in unserer Analyse bei 71 Jahren. Patienten, bei denen der erste Intubationsversuch scheiterte, waren im Median 4,5 Jahre jünger (65,5 Jahre). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Kim et al.: Patienten mit gescheitertem FPS waren im Median jünger, jedoch nur 1 Jahr (Kim et al. 2014). Ebenso verhält es sich in unserer Studie mit dem ROSC: Patienten ohne beobachteten ROSC waren im Median 3,2 Jahre jünger (68,3 Jahre) verglichen mit Patienten, welche einen ROSC erreichten (71,5 Jahre). Dieses Ergebnis ist anders als anfangs erwartet. Durch die steigende Anzahl an (kardiopulmonalen) Komorbiditäten wäre eine niedrigere ROSC-Rate im höheren Alter zu vermuten. Die Querschnittsstudie von Navab et al. untersuchte wichtige präklinische Faktoren, die den ROSC und das Überleben bei Klinikentlassung nach OHCA beeinflussten ($n=3.214$). Die Wissenschaftler kamen im Kontrast zu unseren Ergebnissen bezüglich des Alters beim ROSC zu folgendem Ergebnis: Patienten mit ROSC wiesen

ein geringeres medianes Alter auf verglichen mit Patienten ohne ROSC (54,9 vs. 58,1 Jahre). Erwähnenswert an dieser Stelle ist, dass die Patienten wesentlich jünger waren (Median: 58,7 Jahre) und demnach insgesamt große demografische Unterschiede im Vergleich zu unserer Studie vorliegen (Navab et al. 2019). Zudem konnten wir den beschriebenen Zusammenhang zwischen Alter und FPS ($p=0,186$, $n=180$) bzw. ROSC ($p=0,148$, $n=180$) nicht auf signifikantem Niveau nachweisen. Die interessante Fragestellung, inwieweit der ROSC durch die physiologischen Veränderungen mit steigendem Alter beeinflusst wird, bleibt in zukünftigen Studien mit größerer Fallzahl zu untersuchen.

Patientendemografie: Körpergewicht

Das mediane Körpergewicht, welches die Einsatzkräfte vor Ort bei den Patienten schätzten, betrug 82,5 kg (Mittelwert: 88,18 kg, SD: 22,4). Wir konnten keinen BMI ermitteln, da die Fragebögen keine Angaben zur Körpergröße des Patienten abfragten. Patienten, bei denen die Atemwegssicherung im ersten Versuch scheiterte, hatten ein um 10 kg signifikant höheres medianes Körpergewicht (90 kg), verglichen mit denen mit erzielttem FPS (80 kg) ($p=0,044$, $n=180$). Grund dafür können die schwieriger werdenden Intubationsbedingungen bei steigendem Körpergewicht sein. So werden im Endeffekt geringere Erfolgsraten erzielt. Diesen Zusammenhang beschrieben Wilson et al. schon im Jahr 1988. In ihrem Score zur Vorhersage der Prognose einer schwierigen Intubation ist neben der Kopf- und Halsbeweglichkeit, Kieferbeweglichkeit, Mikrognathie und vorstehenden Schneidezähnen das Körpergewicht des Patienten als Parameter beschrieben (Wilson et al. 1988). Mit unserer Studie stellten wir fest, dass mit einer Zunahme des Körpergewichts um je 1 kg die Chance eines FPS um je 1,5% sank ($p=0,278$, $OR=0,988$, 95%-KI: 0,967-1,010). Das mediane Körpergewicht bei Patienten mit ROSC (86,6 kg) war geringer im Vergleich zu Patienten ohne ROSC (89,5 kg). Diesen Zusammenhang wiesen wir nicht auf signifikantem Niveau nach ($p=0,057$, $n=180$). Dennoch zeigen unsere Ergebnisse die Tendenz, dass Patienten mit geringerem Körpergewicht in der betrachteten medizinischen Versorgung erfolgreicher behandelt wurden. Zukünftig könnten weitere Studien mit größeren Fallzahlen in diesem Bereich neue Erkenntnisse bringen.

6.2.4 Einflussfaktoren für FPS

Verantwortlicher: Ausbildung, Fachrichtung

Bezüglich des Ausbildungsgrades des Verantwortlichen fehlten bei 15 Einsätzen die Angaben. Im ersten Intubationsversuch war der Verantwortliche am häufigsten Facharzt (FA) (33,9%), am zweithäufigsten Assistenzarzt (AssA) (25,6%) und am dritthäufigsten Oberarzt (OA) (13,3%). Die Annahme, dass die Erfolgsquote mit der Erfahrung der Intubateure korreliert, liegt nahe, da der FPS bei OAs 95,8%, bei FAs 85,3% und bei AssAs 76,1% betrug. Trotz dessen, dass Chefärzte (CA) mit 7 Intubationen die wenigsten Atemwegssicherungen ausführten, erzielten sie einen FPS von 85,7%. Der Zusammenhang zwischen dem Ausbildungsgrad und dem FPS war in unserer Studie nicht signifikant ($p=0,180$, $n=165$). Wissenschaftler um Brown et al. untersuchten prospektiv unter Nutzung multizentrischer, US-amerikanischer Notaufnahmeregister die Techniken, Erfolgsraten und Komplikationen bei Intubationen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass mit steigender Berufserfahrung (gemessen an Jahren nach der Ausbildung) der FPS von 88% bei einem Jahr (95%-KI: 86-90) auf 90% bei mehr als 5 Jahren (95%-KI: 83-98) nach Ausbildung stieg (Brown et al. 2015). In unseren Ergebnissen ist eine Erfolgsquote von 100% bei durch Rettungsassistenten (RettAss) durchgeführten Intubationen auffallend. Dies liegt am ehesten an der geringen Anzahl von 8 Intubationen.

Bezüglich der Fachrichtung des Verantwortlichen fehlten bei 31 Einsätzen die Angaben. Dies ist darin begründet, dass nicht jede Atemwegssicherung von Ärzten durchgeführt wurde. Bei 30 Manövern sicherten RettAss und Notfallsanitäter (NotSan) im Rahmen der Notkompetenz den Atemweg. Sie weisen keine Fachrichtung im Sinne einer ärztlichen Weiterbildung auf. Am häufigsten war die Fachrichtung der Ärzte Anästhesiologie (61,1%), am zweithäufigsten Intensivmedizin (7,8%) und am dritthäufigsten Innere Medizin (5,6%) vertreten. Im Jahr 2013 untersuchten Wissenschaftler um Ilper et al. 1.991 Datensätze zur Demografie, Ausbildung und Erfahrung deutscher Notärzte. In ihrer Datenerhebung hatten Notärzte am häufigsten die Fachrichtung Anästhesiologie (52%), gefolgt von Innerer Medizin (15%) sowie Chirurgie (12%) (Ilper et al. 2013). Es ist ersichtlich, dass in unserer Auswertung, im Gegensatz zu der Studie von Ilper et al., die Anästhesisten über- und Internisten unterrepräsentiert sind. Die höchsten Erfolgsquoten verzeichneten in unserer Studie die Intensivmediziner, Allgemeinmediziner und Unfallchirurgen mit je 100%.

Bei Letzteren ist aufgrund der geringen Anzahl gesammelter Daten (je n=2) die Aussagekraft eingeschränkt. Anästhesisten und Internisten erreichten einen FPS von 81% und 80%. Der Zusammenhang zwischen der Fachrichtung und dem FPS erwies sich als nicht signifikant ($p=0,335$, $n=149$).

Methode, Equipment

Als Intubationsmethode wählten die Verantwortlichen am häufigsten die orale Rapid Sequence Induction (RSI) (86,1%) mit einem damit verbundenen FPS von 83,2%. Dieser hohe Anteil an RSIs war zu erwarten, da diese sog. Blitzeinleitung bei der CPR probates Mittel ist und keine Zeit für eine Delayed Sequence Intubation (DSI) bleibt. Während einer einzigen Atemwegssicherung wurde die DSI gewählt (0,6%) und führte zum FPS. Dieser eine Fall kann möglicherweise ein Tippfehler sein. Denn wie oben beschrieben ist eine DSI während der CPR normalerweise nicht möglich (siehe 2.2.8). Die Koniotomie wurde als Ultima Ratio zur Atemwegssicherung von den Ärzten in unserer Studie nicht genutzt.

Die Rachenabsaugung kam in 58 Notfallsituationen (32,2%) zum Einsatz. Erfolgte keine Rachenabsaugung, war der FPS signifikant höher ($p=0,001$, $n=180$) und um das 1,3-fache wahrscheinlicher (90,2% vs. 68,9%). Mithilfe der multivariaten Regression stellen wir fest, dass durch die Verwendung der Rachenabsaugung die Wahrscheinlichkeit des FPS um 45% sank ($p=0,400$, $OR=0,551$, 95%-KI: 0,137-2,211). Ein möglicher Zusammenhang ist, dass die Atemwegssicherung an sich schwieriger ist, wenn eine Rachenabsaugung beim Patienten zum Freimachen verlegter Atemwege, z.B. durch vorherige Regurgitation, nötig ist.

Obwohl aktuelle Studien nachgewiesen haben, dass das Videolaryngoskop (VL) bei der Intubation die Sicht auf die Glottis verbessert (Hossfeld et al. 2015), wurde es als Equipment in unserer Studie nicht oft verwendet: 72 Intubateure (40%) führten die Atemwegssicherung unter direkter Laryngoskopie (DL) und 36 (20%) unter Zuhilfenahme des VL durch. Dies kann möglicherweise daran liegen, dass manche Intubateure, verglichen mit der DL, im Umgang mit dem VL nicht so vertraut sind bzw. kein VL verfügbar war. Bei Verwendung des VL wurde ein FPS von 80% erzielt, mit DL höher: 85,9% ($p=0,062$, $n=107$). Die multizentrische Studie von Okamoto et al. verglich 3.360 Daten aus 15 japanischen Notaufnahme-Registern bezüglich der Effektivität des VL im Vergleich zur DL bei Patienten mit Kreislaufstillstand.

Die Autoren fanden heraus, dass der FPS unter Verwendung des VL signifikant höher war verglichen zur DL (78% vs. 70%, $p < 0,001$, $OR = 1,61$, 95%-KI: 1,26-2,06) (Okamoto et al. 2019). Von der reinen Erfolgsquote bezüglich verwendeter VL sind unsere Ergebnisse mit dieser Studie trotz unterschiedlicher Bedingungen (innerklinisch vs. präklinisch) vergleichbar. Eine kleinere Studie von Min et al. mit 573 Patienten aus Korea kam zu denselben Ergebnissen: Beim Vergleich des VL mit der DL während der ETI bei Patienten mit Kreislaufstillstand in der Notaufnahme hatten die Intubationen mittels VL eine höhere FPS-Rate (79% VL vs. 72% DL) (Min et al. 2019). Die aktuellen Entwicklungen gehen dahin, dass das VL als First-Line-Equipment im Rettungsdienst etabliert wird (Timmermann et al. 2019). In Jena geschah dies im März 2018. Es bleibt abzuwarten, ob mit häufigerer Nutzung des VL und zunehmender Anwendererfahrung die Erfolgsraten im Intubationsregister ansteigen.

Im Sinne des AAM verwendeten die Verantwortlichen am häufigsten den Endotrachealtubus (ET) (83,9%). Der Larynxtubus (LT) kam am zweithäufigsten (13,3%) zum Einsatz, gefolgt von der Larynxmaske (LM) (1,1%). Der FPS war mit LT am größten (95,8%). Der FPS bei Verwendung des ET schwankte je nach zusätzlicher Verwendung eines Führungsstabes (FS) zwischen 87,5% ohne FS und 81,8% mit FS. Wissenschaftler um Wang et al. untersuchten die Erfolge des präklinischen Atemwegsmanagements im gesamten US-amerikanischen Raum. Bei 3.494 von 4.482 Patienten (78%) mit OHCA führte die ETI zum Erfolg (Wang et al. 2011). In der Studie von Jarvis et al. konnte mit durchgeführter ETI bei Patienten mit OHCA ein FPS von 71,4% erzielt werden (Jarvis et al. 2018). Es zeigt sich, dass die reine Erfolgsrate der durchgeführten ETI bei uns höher war verglichen mit den beiden Studien. Den geringsten FPS (50%) erreichten die Ärzte in unserer Studie mit der LM. Diese geringe Erfolgsquote ist aufgrund der niedrigen Verwendungsrate ($n = 2$) nicht eindeutig. An dieser Stelle sei die Studie von Vithalani et al. erwähnt: Sie untersuchte das unbemerkt falsche Platzieren beim Einlegen von 344 SGAs. (Kreislaufstillstand: 91,3%). Die Wissenschaftler fanden heraus, dass in 14,8% der Fälle, in denen die Ärzte subjektiv die Platzierung der SGA als korrekt beschrieben, die Atemwegshilfe objektiv nicht korrekt platziert wurde (Vithalani et al. 2017). Dies verdeutlicht die Wichtigkeit der Verifikation der Tubuslage (s.u.). Zudem könnte die objektiv oder subjektiv korrekte Platzierung der Atemwegshilfe künftig eine neue Frage im Intubationsregister darstellen. Der Zusammenhang zwischen der vom Intubateur gewählten Atemwegshilfe und dem FPS ist in unserer Studie nicht signifikant ($p = 0,196$, $n = 117$).

Wir überprüften keinen möglichen Zusammenhang zwischen der gewählten Atemwegshilfe und der ROSC-Rate, weil die Verwendungshäufigkeiten der einzelnen Atemwegshilfen stark variierten und nicht vergleichbar waren (ET: 83,9%, LT: 13,3%, LM: 1,1%). Die Korrelation von bestimmten Atemwegshilfen und der ROSC-Rate bzw. dem späteren Outcome nach OHCA wird seit Jahren hochfrequent in Studien erforscht. Die Metaanalyse von White et al. untersuchte anhand von 26 Studien die Effektivität des AAM bei Patienten mit OHCA. 23 Studien wiesen nach, dass durch Verwendung der ETI und folglich geringerem Pausieren der Thoraxkompressionen die ROSC-Rate stieg ($p < 0,001$, $OR = 1,44$, 95%-KI: 1,27-1,63) und das Überleben insgesamt höher war verglichen mit einer SGA (White et al. 2018). Die multizentrische, clusterrandomisierte AIRWAY-2-Studie mit 9.296 eingeschlossenen OHCA von Bengler et al. kam zu dem Ergebnis, dass die initiale Ventilation mit SGAs höher war (87,4%) im Gegensatz zur ETI (79%). An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass die Atemwegssicherungen von Paramedics, nicht von Ärzten, durchgeführt wurden. Hinsichtlich eines guten funktionellen Ergebnisses nach 30 Tagen gab es keine Unterschiede zwischen der SGA- und ETI-Gruppe (Bengler et al. 2018). Wie oben schon erwähnt, steht die Erfahrung der Intubateure in direktem Zusammenhang mit dem Erfolg der Intubation. Die koreanisch-amerikanische Studie von Kim et al. untersuchte mit 110 Daten den Erfahrungsgrad von Paramedics, welchen es für eine erfolgreiche Intubation bei OHCA brauchte. Die ETI wurde dabei nur mittels DL durchgeführt und mit steigender Erfahrung sank die Zeit bis zur erfolgreichen Intubation. Die gesamte Zeit der Thoraxkompressionspausen sank nicht (Kim et al. 2018). Diese Daten mit von Paramedics durchgeführten Intubationen lassen sich mit dem arztbesetzten Rettungsdienst in Deutschland nur schwer vergleichen. Es bleibt abzuwarten, was zukünftige Studien im arztbesetzten Rettungsdienst hinsichtlich der verwendeten Atemwegshilfe und dem Outcome bei OHCA ergeben.

Die Reanimationsleitlinien des European Resuscitation Council (ERC) lassen dem Verantwortlichen Handlungsspielraum bezüglich des AAM und führen das bekannte Argument an: Der Durchführende der ETI muss sehr gut trainiert sein und ihm soll eine Kapnografie zur anschließenden Lagekontrolle des Tubus zur Verfügung stehen (Soar et al. 2015). Die deutsche Leitlinie „Prähospitales Atemwegsmanagement“ von Timmermann et al. konkretisierte die Erfahrung etwas näher: 100 ETIs sollten unter Aufsicht zum Erlernen der Technik und 10 ETIs jährlich zur kontinuierlichen Übung des Intubateurs durchgeführt werden (Timmermann et al. 2019).

Dieses Pensum ist fast nur von Ärzten der Fachrichtung Anästhesiologie zu realisieren. Somit bleibt abzuwarten, ob die 2021 erwarteten Leitlinien des ERC, basierend auf den Empfehlungen des International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), neue Vorgaben zur Erfahrung hinsichtlich der ETI fordern.

Medikamente

87,8% der Ärzte verzichteten auf intubationsspezifische Medikamente während der CPR. Wenn keine Medikamente verabreicht wurden, konnte ein FPS von 85,4% erreicht werden, bei Medikamentengabe war er mit 68,1% geringer ($p=0,062$, $n=180$). Während 17 Manövern (9,4%) wurde ein Sedativum (Midazolam, Propofol, Etomidate), bei 16 Intubationen (8,9%) ein Analgetikum (Fentanyl, Morphin, Ketamin, Es-Ketamin) und während 9 Einsätzen (5%) ein Muskelrelaxans (Rocuronium, Succinylcholin) verwendet. Normalerweise ist die Gabe eines Medikaments zur Intubation unter CPR unüblich und führt möglicherweise zu Verzögerungen. Im Fragebogen des Intubationsregisters wird der Zeitpunkt der Medikamentengabe nicht erfasst. So ist es möglich, dass die Medikamente erst nach erreichtem ROSC verabreicht wurden.

Verifikation der Tubuslage

Die Verantwortlichen verifizierten bei 171 Patienten (95%) die Tubuslage. Am häufigsten (80%) wurde die Auskultation angewendet. In 106 Notfallsituationen (58,9%) erfolgte die Intubation unter Sicht. Während 130 Einsätzen (72,2%) kam die Kapnografie, in 58 (32,2%) die Kapnometrie zur Anwendung. Die Kapnografie ist in den aktuellen Reanimationsleitlinien der Goldstandard zur Lagekontrolle nach ETI (Soar et al. 2015). Möglicherweise ist die Unterteilung der Antwortmöglichkeiten Kapnografie und Kapnometrie im Intubationsregister für manche Eintragenden irreführend. Streng genommen setzt jede Kapnografie (grafische Darstellung) eine Kapnometrie (Messmethode zur Bestimmung CO_2 -Gehalt im Atemgas) voraus. Aus diesem Grund müssten, entgegen der Ergebnisse, beide Häufigkeitsangaben zumindest gleich hoch sein. Das Intubationsregister könnte zukünftig nur die Verwendung eines kapnometrischen Verfahrens abfragen. Mit unserer Studie wiesen wir einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Kapnografie und dem FPS nach ($p<0,001$, $n=130$). Zudem analysierten wir, dass die Kapnografie auf signifikantem Niveau eine positiv unabhängige Variable für den FPS war ($p=0,004$, $\text{OR}=7,384$, 95%-KI: 1,886-28,917).

Atemwegsbeurteilung nach Cormack und Lehane

Von 117 beurteilten Atemwegen (65%) war in unserer Studie Grad II nach Cormack und Lehane (CL) am häufigsten (28,3%) und Grad IV am seltensten (5%) vertreten. Wissenschaftler um Okamoto et al. fanden in ihrer Studie eine abweichende Verteilung der Grade nach CL: am häufigsten (51%) war Grad I, am zweithäufigsten Grad II (36%) und am seltensten Grad IV (3%) beschrieben (Okamoto et al. 2019). Die abweichende Verteilung kann in der vermehrten Verwendung des VL begründet sein. Durch dieses hat der Intubateur eine verbesserte Sicht auf den Larynx, welcher bei der Einteilung nach CL beurteilt wird. Mit unseren Daten konnten wir nachweisen, dass der FPS signifikant ($p < 0,001$, $n = 117$) mit steigendem Grad nach CL abnimmt: von 95,5% der Patienten mit Sicht von Grad I bis zu 33,3% der Patienten mit Sicht von Grad IV. Bezüglich des FPS erfassten wir, dass beim Vorliegen von Grad I der Atemwegsbeurteilung nach CL die Chance des FPS um das 5,6-fache anstieg ($p = 0,152$, $OR = 5,628$, 95%-KI: 0,528-59,960), bei Grad III nach CL war die Wahrscheinlichkeit für den FPS um 79% ($p = 0,064$, $OR = 0,210$, 95%-KI: 0,040-1,097) und bei Grad IV um 72% ($p = 0,287$, $OR = 0,295$, 95%-KI: 0,031-2,797) verringert.

Komplikationen

Bei 14 Patienten wurde die Reanimation als Komplikation dokumentiert. Da die Reanimation die Indikation zur Atemwegssicherung unseres Patientenkollektivs war, werteten wir diese Einsätze als komplikationslos. Bei 26 Patienten (14,4%) kam es zu einer, bei 5 (2,7%) zu mehreren Komplikationen. In der Studie von Okamoto et al. traten bei 9% Komplikationen auf (Okamoto et al. 2019). Die Arbeitsgruppe von Sakles et al. wertete Daten zum FPS bei 1.828 Intubationen in einer US-amerikanischen Notaufnahme aus. Trotz innerklinischen Bedingungen ist die ermittelte Komplikationsrate von 14,2% fast genauso hoch wie unsere (Sakles et al. 2013). Die häufigste Komplikation stellte in unserer Studie die Fehlintonation (8,3%) dar. Bei 13 Patienten (7,2%) kam es zur Aspiration und je nur einmalig (0,6%) traten ein Laryngospasmus, eine Hypoxie, eine Hypotension, eine Tubusdislokation oder ein insuffizienter Atemweg auf. Wir wiesen einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Komplikationen und dem FPS nach ($p < 0,001$, $n = 180$): Bei komplikationsloser Intubation betrug der FPS 92,9%. Das Auftreten von Komplikationen war auf signifikantem Niveau eine negativ unabhängige Variable für die Wahrscheinlichkeit des FPS ($p < 0,001$, $OR = 0,033$, 95%-KI: 0,007-0,153).

6.2.5 Einflussfaktoren für ROSC

Initialer Herzrhythmus

Im initialen Elektrokardiogramm (EKG) boten 25% der Patienten einen defibrillierbaren Rhythmus. Zu ähnlichen Zahlen kam die EuReCa-TWO-Studie mit Daten aus ganz Europa. Dort lag ein initial defibrillierbarer Rhythmus bei 20,2% der Einsätze vor (Grasner et al. 2020). In der iranischen Studie von Navab et al. wiesen 24,6% der Patienten initial einen defibrillierbaren Rhythmus auf (Navab et al. 2019). Beide Studien kamen zu ähnlichen Zahlen wie unsere. Ganz andere Zahlen zeigten sich in der japanischen Kohortenstudie von Izawa et al.: Nur 6,6% der Patienten hatten initial einen defibrillierbaren Rhythmus (Izawa et al. 2019). Jedoch wurde in dieser Studie nicht ausschließlich der nicht-traumatische OHCA betrachtet, sondern alle sich ereignenden OHCA. Wir konnten auf signifikantem Niveau ($p=0,001$, $n=180$) nachweisen, dass die ROSC-Rate bei defibrillierbarem Rhythmus höher war (Asystolie 34,6%, Pulslose Elektrische Aktivität 54,2%, Kammerflimmern/-flattern 68,9%). Zu dem Ergebnis, dass der defibrillierbare Rhythmus mit einer höheren Chance des ROSC verbunden ist (OR=1,91, 95%-KI: 1,01-3,63), kamen Kim et al. ebenfalls (Kim et al. 2014). In unserer Studie identifizierten wir, dass beim Vorliegen eines initial defibrillierbaren Rhythmus die Chance eines ROSC um das 2,7-fache erhöht war ($p=0,125$, OR=2,661, 95%-KI: 0,762-9,294). Die Wissenschaftler um Navab et al. kamen zu nahezu identischen Ergebnissen: den defibrillierbaren Rhythmus erfassten sie als signifikant positiven Prädiktor für den ROSC ($p<0,001$, OR=2,37, 95%-KI: 1,83-3,08) (Navab et al. 2019). Hingegen war in unserer Studie beim Vorliegen einer Asystolie die Wahrscheinlichkeit des ROSC um 37% verringert ($p=0,343$, OR=0,632, 95%-KI: 0,244-1,632).

Initiale Atmung

Die initiale Atmung war in unserer Studie am häufigsten apnoisch (83,9%), gefolgt von der Schnappatmung (13,3%). Die Studie von Bobrow et al. untersuchte den Zusammenhang zwischen der Schnappatmung und dem Überleben. In dieser Erhebung wiesen 44 von 113 (39%) Patienten mit OHCA eine Schnappatmung auf (Bobrow et al. 2008). Diese Rate ist wesentlich höher verglichen mit unserer Studie. Die Schnappatmung als sich präsentierende langsame und tiefe Atmung, oft kombiniert mit einem schnarchenden Geräusch, kann von Laien irrtümlich als vorhandener Kreislauf gedeutet werden, sodass keine CPR initiiert wird.

Später wechselt diese Atmung in die Apnoe, welche von Laien erst dann als Zeichen des Kreislaufstillstandes interpretiert wird. Dies könnte ein Grund sein, weshalb sich die Zahlen unterscheiden. Im Deutschen Reanimationsregister wird nur nach der „Atmung bei Kreislaufstillstand“ gefragt. Dabei erfolgt keine Differenzierung, wer (Rettungsdienstpersonal oder Laien) die Atmung beurteilt. Eine Studie von Perkins et al. wies nach, dass geschulte Medizinstudenten im ersten Studienjahr eine höhere Erkennungsrate des Kreislaufstillstandes (90% vs. 78%, $p=0,03$) und der Schnappatmung (75% vs. 43%, $p=0,01$) auswiesen verglichen mit nicht geschulten Studenten (Perkins et al. 2006). Dies unterstreicht die Wichtigkeit konkreter Schulungen vor allem zum Erkennen der nicht normalen Atmung beim Kreislaufstillstand. In unserer Studie betrug die ROSC-Rate bei Schnappatmung 79,2% und war verglichen mit 39,7% bei der Apnoe ca. doppelt so hoch ($p=0,001$, $n=180$). Die Studie von Bobrow et al. zeigte, dass Patienten mit Schnappatmung häufiger die Klinikentlassung überlebten verglichen mit solchen, bei denen keine vorlag (28% vs. 8%, $OR=3,4$, 95%-KI: 2,2-5,2) (Bobrow et al. 2008). Die Wissenschaftler betrachteten zwar nicht den ROSC wie wir, dennoch war ein Überlebensvorteil sichtbar, wenn die Patienten mit Schnappatmung im Verlauf früh als reanimationspflichtig eingestuft wurden. Bezüglich des ROSC stellten wir mithilfe der multivariaten Analyse fest: War die initiale Atmung apnoisch, halbierte sich die Chance des ROSC ($p=0,478$, $OR=0,503$, 95%-KI: 0,075-3,364). Wenn hingegen initial eine Schnappatmung bestand, stieg die Wahrscheinlichkeit des ROSC um das 2,4-fache an ($p=0,413$, $OR=2,436$, 95%-KI: 0,289-20,543).

Medikamente

Bezüglich der verabreichten Medikamente lässt sich mit unserem gewählten Studiendesign keine Aussage darüber treffen, ob die Verantwortlichen z.B. Amiodaron beim Vorliegen eines defibrillierbaren Herzrhythmus immer leitliniengerecht verabreichten. Im Deutschen Reanimationsregister werden die Medikamentengabe und der initiale Herzrhythmus erfasst. Ein Wechsel in einen anderen Herzrhythmus, welcher andere Medikamentengaben nach sich zieht (siehe 2.1.4), wurde nicht erfasst. Während der CPR soll Adrenalin unabhängig vom Herzrhythmus alle 3 bis 5 min zu je 1 mg injiziert werden (Soar et al. 2015). Ursprünglich sollte unsere Studie den Einfluss des Adrenalins auf den ROSC untersuchen. Bei der Datenverarbeitung fiel jedoch auf, dass Schwierigkeiten mit der Mengeneinheit „mg“ aufgetreten sind: Offensichtlich

dokumentierten die Verantwortlichen die Adrenalingaben um die Potenz 10^3 zu hoch oder es lag ein systematischer Formatierungsfehler der exportierten Tabellen aus dem Deutschen Reanimationsregister vor. Demzufolge verzichteten wir auf die Auswertung der Variable Adrenalin. In der Vergangenheit untersuchten viele Studien die Wirksamkeit von Adrenalin bei OHCA: Jacobs et al. prüften unter randomisierten Placebo-kontrollierten Bedingungen dessen Effektivität beim OHCA mit 534 Datensätzen. Sie fanden heraus, dass mit der Adrenalingabe mehr Patienten präklinisch einen ROSC erlangten (Relatives Risiko (RR): 2,8, $p < 0,001$, 95%-KI: 1,78-4,41) und lebend die Klinik erreichten (RR: 1,95, $p < 0,001$, 95%-KI: 1,34-2,84). Es gab keine Unterschiede hinsichtlich des Überlebens der Klinikentlassung oder dem Überleben in gutem neurologischem Zustand (Jacobs et al. 2011). Wie die vorliegende Studie exemplarisch zeigte, ist die Effektivität der Adrenalingabe bezogen auf die verbesserten Überlebenschancen bei CPR durch eine höhere ROSC-Rate unumstritten. Dennoch gab es in der Vergangenheit wachsende Bedenken gegenüber potenziellen kurz- und langfristigen schädlichen Auswirkungen von Adrenalin bei OHCA-Patienten. Die britische PARAMEDIC-2-Studie von Perkins et al. lieferte zu diesem Aspekt qualitativ hochwertige Ergebnisse: Mit 8.016 Patienten wies sie nach, dass das Überleben nach 30 Tagen in der Adrenalin-Gruppe höher war verglichen zur Placebo-Gruppe. Die Überlebenden der Adrenalin-Gruppe hatten jedoch zum Zeitpunkt der Klinikentlassung häufiger schwerwiegende neurologische Beeinträchtigungen (31%) verglichen zur Placebo-Gruppe (17,8%) (Perkins et al. 2018b). Es bleibt abzuwarten, wie das ILCOR diese Ergebnisse diskutiert und in den neuen Empfehlungen 2021 berücksichtigen wird. Zukünftig könnten unter Verwendung des Deutschen Reanimationsregisters Studien mit großer Fallzahl zur Untersuchung der Adrenalingabe während CPR geplant werden.

Das Medikament Amiodaron wurde in unserer Studie bei 25% der Reanimationen verwendet. Im Mittel wurden 337,33 mg Amiodaron verabreicht. Leitliniengerecht wird es bei defibrillierbarem Rhythmus nach dem 3. (300 mg) sowie 5. (150 mg) erfolglosen Schock injiziert (Soar et al. 2015). Der einmalig in der Datenerhebung vorkommende Wert von 30 mg lässt sich wahrscheinlich auf einen Tippfehler zurückführen. Andere Abweichungen, bspw. 150, 600 und 900 mg, entsprechen nicht den von uns erwarteten Gaben nach leitliniengerechtem Vorgehen. Wir konnten auf signifikantem Niveau feststellen, dass ohne Amiodarongabe die ROSC-Rate 40,7% betrug und damit geringer war, als bei erfolgter Gabe (60%) ($p = 0,037$, $n = 180$).

In unserer Studie erfolgte keine weiterführende Betrachtung bezüglich der Medikamentengaben bei initial defibrillierbarem und nicht-defibrillierbarem Rhythmus (s.o.). Die ARREST-Studie von Kudenchuk et al. testete vor einigen Jahren randomisiert, doppelblind und Placebo-kontrolliert die Effektivität der intravenösen Gabe von Amiodaron bei OHCA. Sie kam zu dem Ergebnis, dass durch die Gabe eine höhere Rate an Klinikaufnahmen resultierte ($p=0,020$, $OR=1,6$, 95%-KI: 1,1-2,4) (Kudenchuk et al. 1999). Im Jahr 2016 evaluierten Kudenchuk et al. die Effektivität von Amiodaron und zusätzlich Lidocain erneut bei OHCA in der doppelblinden, Placebo-kontrollierten RO-CALPS-Studie: Das Überleben mit Amiodaron (27,7%) oder Lidocain (27,8%) war höher verglichen zu Placebo (22,7%). Die absolute Risikoreduktion war signifikant für Amiodaron (5%, $p=0,040$, 95%-KI: 0,3–9,7) und Lidocain (5,2%, $p=0,030$, 95%-KI: 0,5–9,9) verglichen mit Placebo (Kudenchuk et al. 2016). Auf diese Entwicklung reagierten das ILCOR sowie der ERC mit dem Update 2018: Lidocain kann alternativ zu Amiodaron während der CPR bei refraktären defibrillierbaren Rhythmen verwendet werden (Soar et al. 2018).

Defibrillation

Hinsichtlich der Defibrillation fehlten bei 104 Reanimationen die Angaben. Die übrigen 76 Patienten (42,2%) wurden am häufigsten (je 23,7%) 2-3 Mal und 4-6 Mal, am zweithäufigsten (21%) nie und am dritthäufigsten (18,4%) einmalig defibrilliert. Patienten mit späterem ROSC wurden von den Verantwortlichen am häufigsten (31,8%) 4-6 Mal defibrilliert. In der Studie von de Visser et al. sieht die Verteilung der Defibrillationshäufigkeiten anders aus: Am häufigsten (40%) wurde kein Schock abgegeben, am zweithäufigsten (19%) wurde einmalig defibrilliert, gefolgt von 6 oder mehr Defibrillationen (15%) (de Visser et al. 2019). Diese Zahlen lassen sich nicht uneingeschränkt mit unseren vergleichen, da in unserer Erhebung bei 59,8% der Daten die Angaben zur Defibrillation fehlten. Wir wiesen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Anzahl der Defibrillationen und dem ROSC nach ($p=0,227$, $n=76$).

6.3 Limitationen der Studie

Die stärkste Limitation unserer Studie FiPS-CPR besteht aufgrund der Einschlusskriterien (siehe 6.1.2) darin, dass sich keine Rückschlüsse ziehen lassen, ob die Patienten unter fortgeführter CPR in die weiterbehandelnde Klinik übergeben wurden oder später nach der präklinischen Versorgung einen ROSC erreichten. Mit unserer Studie erfolgte die Beurteilung des FPS und ROSC bei Patienten mit OHCA nur während der präklinischen Versorgung. Wir entschieden uns gegen ein Follow-up der Patienten, da während der innerklinischen Behandlung zahlreiche beeinflussende Faktoren hinzukommen und Kausalketten in Bezug auf die Effektivität der initial präklinisch durchgeführten Maßnahmen kaum aufgestellt werden können.

Bezüglich der verwendeten Register sollte die anonyme Eingabe der Einsatzdaten ein zentraler Aspekt der Datenerhebung sein. Aufgrund dessen, dass die Einsätze mit Datum, Uhrzeit, Rettungsmittelkennung, Alter und Geschlecht des Patienten erfasst wurden, kann die Anonymität aufgehoben und die Einsätze nachvollzogen werden. Deshalb ist es denkbar, dass die Ärzte die Fragebögen nicht komplett wahrheitsgemäß ausfüllten, mit dem Ziel, das erwünschte, anstatt das tatsächliche Vorgehen zu dokumentieren. Demzufolge ist eine Verzerrung der Ergebnisse im Sinne eines Dokumentationsbias nicht auszuschließen.

6.4 Ausblick

In der Zukunft ist es für vollständige Auswertungen der Register grundlegend, dass die Notärzte die Register noch weiter annehmen, die Handhabung beherrschen und wissen, wann und von wem ein Eintrag vorgenommen werden muss. Unsere Studie zeigte, dass die Compliance, einerseits den Registereintrag vorzunehmen und andererseits diesen vollständig auszuführen, zukünftig gesteigert werden sollte.

Bei der Literaturrecherche war auffällig, dass weitaus mehr präklinische Daten des angloamerikanischen Rettungsdienstsystems mit Paramedics existieren, als aus dem frankogermanischen Raum mit dem arztbesetzten Rettungsdienst. Deshalb wäre es für die Zukunft wünschenswert, wenn ebenso mehr Studien im arztbesetzten Rettungsdienst zur präklinischen Patientenversorgung mit Kreislaufstillstand durchgeführt werden und belastbare Ergebnisse liefern.

Speziell unsere Fragestellung des Zusammenhangs vom präklinischen FPS und dem ROSC sollte zukünftig weiter in multizentrischen Studien reevaluiert werden.

7 Schlussfolgerungen

Aus unserer Studie geht hervor, dass der präklinische First-Pass Intubation Success (FPS) und das Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs (ROSC) bei erwachsenen Patienten mit außerklinischem Kreislaufstillstand (OHCA) positiv miteinander in Zusammenhang stehen. Bei erzieltm FPS war die Wahrscheinlichkeit des ROSC signifikant um das 5,3-fache erhöht. Die ROSC-Rate nahm mit steigender Anzahl an Intubationsversuchen ab. Ebenso war die Tendenz erkennbar, dass sich mit erzieltm FPS die Zeit bis zum ROSC verringerte.

Einflussfaktoren für den FPS waren der Wochentag, das Körpergewicht der Patienten, die verwendete Rachenabsaugung, die Kapnografie zur Verifikation der Tubuslage, die Atemwegsbeurteilung nach Cormack und Lehane sowie das Auftreten von Komplikationen. Einflussfaktoren für den ROSC waren der initiale Herzrhythmus und die Gabe von Amiodaron.

Als unabhängige Variablen für die Wahrscheinlichkeit des FPS identifizierten wir das Auftreten von Komplikationen sowie die Kapnografie. Als unabhängige Variable für den ROSC fanden wir den FPS.

Unsere durchgeführte Studie FiPS-CPR ist die erste Zusammenführung von Daten des Intubations- und Deutschen Reanimationsregisters zur Untersuchung des Zusammenhangs vom präklinischen FPS und ROSC bei OHCA. Zukünftig sollte diese interessante Fragestellung multizentrisch in weiteren Studien reevaluiert werden. Mit größeren Fallzahlen könnten zudem weitere Einflussfaktoren für den FPS sowie den ROSC gefunden werden. Um eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Studien zu gewährleisten, sollte das Deutsche Reanimationsregister um die Variable „Zeit bis ROSC“ ergänzt werden.

8 Literatur- und Quellenverzeichnis

Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirrallo RG, Yannopoulos D, McKnite S, von Briesen C, Sparks CW, Conrad CJ, Provo TA, Lurie KG. 2004. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*, 109 (16):1960-1965.

Baskett P, Nolan J, Parr M. 1996. Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation. *Resuscitation*, 31 (3):231-234.

Beesems SG, Wijmans L, Tijssen JG, Koster RW. 2013. Duration of ventilations during cardiopulmonary resuscitation by lay rescuers and first responders: relationship between delivering chest compressions and outcomes. *Circulation*, 127 (15):1585-1590.

Benger JR, Kirby K, Black S, Brett SJ, Clout M, Lazaroo MJ, Nolan JP, Reeves BC, Robinson M, Scott LJ, Smartt H, South A, Stokes EA, Taylor J, Thomas M, Voss S, Wordsworth S, Rogers CA. 2018. Effect of a Strategy of a Supraglottic Airway Device vs Tracheal Intubation During Out-of-Hospital Cardiac Arrest on Functional Outcome: The AIRWAYS-2 Randomized Clinical Trial. *Jama*, 320 (8):779-791.

Benoit JL, Gerecht RB, Steuerwald MT, McMullan JT. 2015. Endotracheal intubation versus supraglottic airway placement in out-of-hospital cardiac arrest: A meta-analysis. *Resuscitation*, 93:20-26.

Benoit JL, McMullan JT, Wang HE, Xie C, Xu P, Hart KW, Stolz U, Lindsell CJ. 2019. Timing of Advanced Airway Placement after Witnessed Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Prehosp Emerg Care*:1-9.

Berdowski J, Blom MT, Bardai A, Tan HL, Tijssen JG, Koster RW. 2011. Impact of onsite or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*, 124 (20):2225-2232.

Bernhard M, Mohr S, Weigand MA, Martin E, Walther A. 2012. Developing the skill of endotracheal intubation: implication for emergency medicine. *Acta Anaesthesiol Scand*, 56 (2):164-171.

Bernhard M, Becker TK, Gries A, Knapp J, Wenzel V. 2015a. The First Shot Is Often the Best Shot: First-Pass Intubation Success in Emergency Airway Management. *Anesth Analg*, 121 (5):1389-1393.

Bernhard M, Hossfeld B, Bein B, Bötticher B, Bohn A, Fischer M, Gräsner J, Hinkelbein J, Kill C, Lott C, Popp E, Roessler M, Schaumberg A, Wenzel V. 2015b. Prähospitaler Notfallnarkose beim Erwachsenen. *Anästhesiologie Intensivmedizin*, 56:317-332.

Blom MT, Beesems SG, Homma PC, Zijlstra JA, Hulleman M, van Hoeijen DA, Bardai A, Tijssen JG, Tan HL, Koster RW. 2014. Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest and use of automated external defibrillators. *Circulation*, 130 (21):1868-1875.

Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA, Clark L, Chikani V, Donahue D, Sanders AB, Hilwig RW, Berg RA, Kern KB. 2008. Gasping during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. *Circulation*, 118 (24):2550-2554.

Bottiger BW, Lockey A, Aickin R, Castren M, de Caen A, Escalante R, Kern KB, Lim SH, Nadkarni V, Neumar RW, Nolan JP, Stanton D, Wang TL, Perkins GD. 2018. "All citizens of the world can save a life" - The World Restart a Heart (WRAH) initiative starts in 2018. *Resuscitation*, 128:188-190.

Brown CA, 3rd, Bair AE, Pallin DJ, Walls RM. 2015. Techniques, success, and adverse events of emergency department adult intubations. *Ann Emerg Med*, 65 (4):363-370.e361.

Cheskes S, Schmicker RH, Verbeek PR, Salcido DD, Brown SP, Brooks S, Menegazzi JJ, Vaillancourt C, Powell J, May S, Berg RA, Sell R, Idris A, Kampp M, Schmidt T, Christenson J. 2014. The impact of peri-shock pause on survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest during the Resuscitation Outcomes Consortium PRIMED trial. *Resuscitation*, 85 (3):336-342.

Cormack RS, Lehane J. 1984. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*, 39 (11):1105-1111.

de Graaf C, Donders DNV, Beesems SG, Koster RW. 2018. Time to return of spontaneous circulation (ROSC) and survival in out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) patients in the Netherlands. *Resuscitation*, 130:e31-e32.

de Visser M, Bosch J, Bootsma M, Cannegieter S, van Dijk A, Heringhaus C, de Nooij J, Terpstra N, Peschanski N, Burggraaf K. 2019. An observational study on survival rates of patients with out-of-hospital cardiac arrest in the Netherlands after improving the 'chain of survival'. *BMJ Open*, 9 (7):e029254.

Edelson DP, Robertson-Dick BJ, Yuen TC, Eilevstjonn J, Walsh D, Bareis CJ, Vanden Hoek TL, Abella BS. 2010. Safety and efficacy of defibrillator charging during ongoing chest compressions: a multi-center study. *Resuscitation*, 81 (11):1521-1526.

Eftestol T, Wik L, Sunde K, Steen PA. 2004. Effects of cardiopulmonary resuscitation on predictors of ventricular fibrillation defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*, 110 (1):10-15.

Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, O'Sullivan EP, Woodall NM, Ahmad I. 2015. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth*, 115 (6):827-848.

Gatward JJ, Thomas MJ, Nolan JP, Cook TM. 2008. Effect of chest compressions on the time taken to insert airway devices in a manikin. *Br J Anaesth*, 100 (3):351-356.

Girrbach FF, Hilbig F, Michael M, Bernhard M. 2018. Systematische Analyse von Atemwegsregistern in der Notfallmedizin. *Der Anaesthesist*, 67 (9):664-673.

Gößwald A, Schienkiewitz A, Nowossadeck E, Busch M. 2013. Prävalenz von Herzinfarkt und koronarer Herzkrankheit bei Erwachsenen im Alter von 40 bis 79 Jahren in Deutschland Robert Koch-Institut, Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung.

Goto T, Gibo K, Hagiwara Y, Morita H, Brown DF, Brown CA, 3rd, Hasegawa K. 2015. Multiple failed intubation attempts are associated with decreased success rates on the first rescue intubation in the emergency department: a retrospective analysis of multicentre observational data. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 23:5.

Goto Y, Goto T, Okamoto H, Hagiwara Y, Watase H, Hasegawa K, Investigators tJEMN. 2019. Factors associated with successful rescue intubation attempts in the emergency department: an analysis of multicenter prospective observational study in Japan. *Acute Medicine & Surgery*.

Granfeldt A, Avis SR, Nicholson TC, Holmberg MJ, Moskowitz A, Coker A, Berg KM, Parr MJ, Donnino MW, Soar J, Nation K, Andersen LW. 2019. Advanced airway management during adult cardiac arrest: A systematic review. *Resuscitation*, 139:133-143.

Grasner JT, Wnent J, Herlitz J, Perkins GD, Lefering R, Tjelmeland I, Koster RW, Masterson S, Rossell-Ortiz F, Maurer H, Bottiger BW, Moertl M, Mols P, Alihodzic H, Hadzibegovic I, Ioannides M, Truhlar 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, Stromsoe A, Burkart R, Booth S, Bossaert L. 2020. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation*, 148:218-226.

Gräsner JT, Wnent J, Gräsner I, Seewald S. 2012. Einfluss der Basisreanimationsmaßnahmen durch Laien auf das Überleben nach plötzlichem Herztod. *Notfall & Rettungsmedizin*, 15 (7):593-599.

Gregers E, Kjaergaard J, Lippert F, Thomsen JH, Kober L, Wanscher M, Hassager C, Soholm H. 2018. Refractory out-of-hospital cardiac arrest with ongoing cardiopulmonary resuscitation at hospital arrival - survival and neurological outcome without extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care*, 22 (1):242.

Hamrick JL, Hamrick JT, Lee JK, Lee BH, Koehler RC, Shaffner DH. 2014. Efficacy of chest compressions directed by end-tidal CO₂ feedback in a pediatric resuscitation model of basic life support. *J Am Heart Assoc*, 3 (2):e000450.

Hellevo H, Sainio M, Nevalainen R, Huhtala H, Olkkola KT, Tenhunen J, Hoppu S. 2013. Deeper chest compression - more complications for cardiac arrest patients? *Resuscitation*, 84 (6):760-765.

Hinkelbein J, Kranke P. 2018. Rapid Sequence Induction. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 53 (09):631-634.

Ho AFW, Hao Y, Pek PP, Shahidah N, Yap S, Ng YY, Wong KD, Lee EJ, Khruengkarnchana P, Wah W, Liu N, Tanaka H, Shin SD, Ma MH-M, Ong MEH, Network PCR. 2019. Outcomes and modifiable resuscitative characteristics amongst pan-Asian out-of-hospital cardiac arrest occurring at night. *Medicine*, 98 (10):e14611-e14611.

Hossfeld B, Frey K, Doerges V, Lampl L, Helm M. 2015. Improvement in glottic visualisation by using the C-MAC PM video laryngoscope as a first-line device for out-of-hospital emergency tracheal intubation: An observational study. *Eur J Anaesthesiol*, 32 (6):425-431.

Idris AH, Guffey D, Pepe PE, Brown SP, Brooks SC, Callaway CW, Christenson J, Davis DP, Daya MR, Gray R, Kudenchuk PJ, Larsen J, Lin S, Menegazzi JJ, Sheehan K, Sopko G, Stiell I, Nichol G, Aufderheide TP. 2015. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med*, 43 (4):840-848.

Ilper H, Kunz T, Walcher F, Zacharowski K, Byhahn C. 2013. Demografie, Ausbildung und Erfahrung der Notärzte in Deutschland: notarztfragebogen.de. *Dtsch med Wochenschr*, 138 (17):880-885.

Izawa J, Komukai S, Gibo K, Okubo M, Kiyohara K, Nishiyama C, Kiguchi T, Matsuyama T, Kawamura T, Iwami T, Callaway CW, Kitamura T. 2019. Pre-hospital advanced airway management for adults with out-of-hospital cardiac arrest: nationwide cohort study. *Bmj-British Medical Journal*, 364:11.

Jacobs IG, Finn JC, Jelinek GA, Oxer HF, Thompson PL. 2011. Effect of adrenaline on survival in out-of-hospital cardiac arrest: A randomised double-blind placebo-controlled trial. *Resuscitation*, 82 (9):1138-1143.

Jarvis JL, Barton D, Wang H. 2018. Defining the plateau point: When are further attempts futile in out-of-hospital advanced airway management? *Resuscitation*, 130:57-60.

Kajino K, Iwami T, Daya M, Nishiuchi T, Hayashi Y, Ikeuchi H, Tanaka H, Shimazu T, Sugimoto H. 2008. Subsequent ventricular fibrillation and survival in out-of-hospital cardiac arrests presenting with PEA or asystole. *Resuscitation*, 79 (1):34-40.

Kerber RE. 1984. External defibrillation: new technologies. *Ann Emerg Med*, 13 (9 Pt 2):794-797.

Kerber RE, Becker LB, Bourland JD, Cummins RO, Hallstrom AP, Michos MB, Nichol G, Ornato JP, Thies WH, White RD, Zuckerman BD. 1997. Automatic external defibrillators for public access defibrillation: recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. A statement for health professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation, Subcommittee on AED Safety and Efficacy. *Circulation*, 95 (6):1677-1682.

Kim J, Kim K, Kim T, Rhee JE, Jo YH, Lee JH, Kim YJ, Park CJ, Chung HJ, Hwang SS. 2014. The clinical significance of a failed initial intubation attempt during emergency department resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest patients. *Resuscitation*, 85 (5):623-627.

Kim SY, Park SO, Kim JW, Sung J, Lee KR, Lee YH, Hong DY, Baek KJ. 2018. How much experience do rescuers require to achieve successful tracheal intubation during cardiopulmonary resuscitation? *Resuscitation*, 133:187-192.

Knapp J, Wenzel V, Greif R, Hossfeld B, Bernhard M. 2016. First-Pass Intubation Success. *Notfall + Rettungsmedizin*, 19 (7):566-573.

Koster RW, Walker RG, Chapman FW. 2008. Recurrent ventricular fibrillation during advanced life support care of patients with prehospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 78 (3):252-257.

Kristensen MS, Teoh WH, Baker PA. 2015. Percutaneous emergency airway access; prevention, preparation, technique and training. *Br J Anaesth*, 114 (3):357-361.

Kudenchuk PJ, Cobb LA, Copass MK, Cummins RO, Doherty AM, Fahrenbruch CE, Hallstrom AP, Murray WA, Olsufka M, Walsh T. 1999. Amiodarone for resuscitation after out-of-hospital cardiac arrest due to ventricular fibrillation. *N Engl J Med*, 341 (12):871-878.

Kudenchuk PJ, Brown SP, Daya M, Rea T, Nichol G, Morrison LJ, Leroux B, Vaillancourt C, Wittwer L, Callaway CW, Christenson J, Egan D, Ornato JP, Weisfeldt ML, Stiell IG, Idris AH, Aufderheide TP, Dunford JV, Colella MR, Vilke GM, Brienza AM, Desvigne-Nickens P, Gray PC, Gray R, Seals N, Straight R, Dorian P. 2016. Amiodarone, Lidocaine, or Placebo in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med*, 374 (18):1711-1722.

Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. 1993. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med*, 22 (11):1652-1658.

Lesnick J, Zhang Y, Moore JX, Daya MR, Jarvis JW, Nichol G, Carlson JN, Klug CD, Schmicker R, Dennis D, Idris AH, Sopko G, Doshi P, Madden E, Wang HE. 2019. Abstract 02: Effect of Airway Insertion First-Pass Success Upon Patient Outcomes in the Pragmatic Airway Resuscitation Trial. *Circulation*, 140 (Suppl_2):A02-A02.

Luo S, Zhang Y, Zhang W, Zheng R, Tao J, Xiong Y. 2017. Prognostic significance of spontaneous shockable rhythm conversion in adult out-of-hospital cardiac arrest patients with initial non-shockable heart rhythms: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*, 121:1-8.

Marsch S, Tschan F, Semmer NK, Zobrist R, Hunziker PR, Hunziker S. 2013. ABC versus CAB for cardiopulmonary resuscitation: a prospective, randomized simulator-based trial. *Swiss Med Wkly*, 143:w13856.

McMullan J, Gerecht R, Bonomo J, Robb R, McNally B, Donnelly J, Wang HE. 2014. Airway management and out-of-hospital cardiac arrest outcome in the CARES registry. *Resuscitation*, 85 (5):617-622.

Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, Christenson J, de Caen AR, Bhanji F, Abella BS, Kleinman ME, Edelson DP, Berg RA, Aufderheide TP, Menon V, Leary M. 2013. Cardiopulmonary resuscitation quality: [corrected] improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128 (4):417-435.

Min B, Park J, Lee G, Kim T, Yoon H, Shin TG, Song K, Park M, Han H, Hwang SY. 2019. C-MAC Video Laryngoscope versus Conventional Direct Laryngoscopy for Endotracheal Intubation During Cardiopulmonary Resuscitation. *Medicina*, 55:225.

Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, Perkins GD, Soar J, Truhlář A, Wyllie J, Zideman DA, Group obotEGW. 2015. Kurzdarstellung. Notfall + Rettungsmedizin, 18 (8):655-747.

Navab E, Esmaeili M, Poorkhorshidi N, Salimi R, Khazaei A, Moghimbeigi A. 2019. Predictors of Out of Hospital Cardiac Arrest Outcomes in Pre-Hospital Settings; a Retrospective Cross-sectional Study. Arch Acad Emerg Med, 7 (1):36.

Nolan JP, Soar J, Cariou A, Cronberg T, Moulaert VRM, Deakin C, Böttiger BW, Friberg H, Sunde K, Sandroni C. 2015. Postreanimationsbehandlung. Notfall + Rettungsmedizin, 18 (8):904-931.

Nolan JP, Neumar RW, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Bottiger BW, Callaway C, Clark RS, Geocadin RG, Jauch EC, Kern KB, Laurent I, Longstreth WT, Merchant RM, Morley P, Morrison LJ, Nadkarni V, Peberdy MA, Rivers EP, Rodriguez-Nunez A, Sellke FW, Spaulding C, Sunde K, Hoek TV. 2008. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. Resuscitation, 79 (3):350-379.

Okamoto H, Goto T, Wong ZSY, Hagiwara Y, Watase H, Hasegawa K, Japanese Emergency Med N. 2019. Comparison of video laryngoscopy versus direct laryngoscopy for intubation in emergency department patients with cardiac arrest: A multicentre study. Resuscitation, 136:70-77.

Orebaugh SL. 2002. Difficult airway management in the emergency department. J Emerg Med, 22 (1):31-48.

Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M. 2015. Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren. Notfall & Rettungsmedizin, 18 (8):748-769.

Perkins GD, Walker G, Christensen K, Hulme J, Monsieurs KG. 2006. Teaching recognition of agonal breathing improves accuracy of diagnosing cardiac arrest. *Resuscitation*, 70 (3):432-437.

Perkins GD, Olasveengen TM, Maconochie I, Soar J, Wyllie J, Greif R, Lockey A, Semeraro F, Van de Voorde P, Lott C, Monsieurs KG, Nolan JP. 2018a. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation: 2017 update. *Resuscitation*, 123:43-50.

Perkins GD, Ji C, Deakin CD, Quinn T, Nolan JP, Scomparin C, Regan S, Long J, Slowther A, Pocock H, Black JJM, Moore F, Fothergill RT, Rees N, O'Shea L, Docherty M, Gunson I, Han K, Charlton K, Finn J, Petrou S, Stallard N, Gates S, Lall R. 2018b. A Randomized Trial of Epinephrine in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *New England Journal of Medicine*, 379 (8):711-721.

Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C. 2015. S1-Leitlinie Atemwegsmanagement. *Der Anaesthesist*, 64 (11):859-873.

Porzer M. 2017. Out-of-hospital cardiac arrest. *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký, Olomouc, Czechoslovakia*, 161 (4):348-353.

Price S, Uddin S, Quinn T. 2010. Echocardiography in cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care*, 16 (3):211-215.

Reades R, Studnek JR, Vandeventer S, Garrett J. 2011. Intraosseous versus intravenous vascular access during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized controlled trial. *Ann Emerg Med*, 58 (6):509-516.

Sakles JC, Chiu S, Mosier J, Walker C, Stolz U. 2013. The importance of first pass success when performing orotracheal intubation in the emergency department. *Acad Emerg Med*, 20 (1):71-78.

Sheak KR, Wiebe DJ, Leary M, Babaeizadeh S, Yuen TC, Zive D, Owens PC, Edelson DP, Daya MR, Idris AH, Abella BS. 2015. Quantitative relationship between end-tidal carbon dioxide and CPR quality during both in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 89:149-154.

Smith CM, Yeung J. 2018. Airway management in cardiac arrest-Not a question of choice but of quality? *Resuscitation*, 133:A5-a6.

Soar J, Nolan JP, Böttiger BW, Perkins GD. 2015. Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene („adult advanced life support“). *Notfall & Rettungsmedizin*, 18 (8):770-832.

Soar J, Donnino MW, Maconochie I, Aickin R, Atkins DL, Andersen LW, Berg KM, Bingham R, Bottiger BW, Callaway CW, Couper K, Couto TB, de Caen AR, Deakin CD, Drennan IR, Guerguerian AM, Lavonas EJ, Meaney PA, Nadkarni VM, Neumar RW, Ng KC, Nicholson TC, Nuthall GA, Ohshimo S, O'Neil BJ, Ong GY, Paiva EF, Parr MJ, Reis AG, Reynolds JC, Ristagno G, Sandroni C, Schexnayder SM, Scholefield BR, Shimizu N, Tijssen JA, Van de Voorde P, Wang TL, Welsford M, Hazinski MF, Nolan JP, Morley PT. 2018. 2018 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. *Resuscitation*, 133:194-206.

Spindelboeck W, Schindler O, Moser A, Hausler F, Wallner S, Strasser C, Haas J, Gemes G, Prause G. 2013. Increasing arterial oxygen partial pressure during cardiopulmonary resuscitation is associated with improved rates of hospital admission. *Resuscitation*, 84 (6):770-775.

Timmermann A, B.W.Böttiger, Byhahn C, Döriges V, Eich C, Gräsner J-T, Hoffmann F, Hossfeld B, Landsleitner B, Piepho T, Noppens R, S.G.Russo, Wenzel V, B.Zwißler, M.Bernhard. 2019. AWMF Leitlinie "Prähospitales Atemwegsmanagement".

Truhlar A, Deakin CD, Soar J, Khalifa GE, Alfonzo A, Bierens JJ, Brattebo G, Brugger H, Dunning J, Hunyadi-Anticevic S, Koster RW, Lockey DJ, Lott C, Paal P, Perkins GD, Sandroni C, Thies KC, Zideman DA, Nolan JP. 2015. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*, 95:148-201.

Turner I, Turner S, Armstrong V. 2002. Does the compression to ventilation ratio affect the quality of CPR: a simulation study. *Resuscitation*, 52 (1):55-62.

Vithalani VD, Vlk S, Davis SQ, Richmond NJ. 2017. Unrecognized failed airway management using a supraglottic airway device. *Resuscitation*, 119:1-4.

Wang HE, Simeone SJ, Weaver MD, Callaway CW. 2009. Interruptions in cardiopulmonary resuscitation from paramedic endotracheal intubation. *Ann Emerg Med*, 54 (5):645-652.e641.

Wang HE, Mann NC, Mears G, Jacobson K, Yealy DM. 2011. Out-of-hospital airway management in the United States. *Resuscitation*, 82 (4):378-385.

Weisfeldt ML, Becker LB. 2002. Resuscitation After Cardiac ArrestA 3-Phase Time-Sensitive Model. *JAMA*, 288 (23):3035-3038.

White L, Melhuish T, Holyoak R, Ryan T, Kempton H, Vlok R. 2018. Advanced airway management in out of hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med*.

Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P. 1988. Predicting difficult intubation. *Br J Anaesth*, 61 (2):211-216.

Yeung J, Chilwan M, Field R, Davies R, Gao F, Perkins GD. 2014. The impact of airway management on quality of cardiopulmonary resuscitation: an observational study in patients during cardiac arrest. *Resuscitation*, 85 (7):898-904.

Ziegenfuß T. 2017. Notfallmedizin. 7 Aufl. Berlin, Heidelberg ; s.l.: Springer Berlin Heidelberg.

Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, Nysaether J, Nadkarni VM, Berg MD, Kern KB, Sutton R, Berg RA. 2010. Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. *Crit Care Med*, 38 (4):1141-1146.

9 Anhang

9.1 Fragebogen Intubationsregister

[Home](#)

[klinisch](#)

[präklinisch](#)

[Kontakt](#)



präklinisch

ID:

Passwort:

präklinisch

Notarzt-Standort

Rettungsdienstbereich

Organisation

Datum

Uhrzeit

Geschlecht

männlich weiblich

(Geschätztes) Gewicht kg

Geburtsjahr des Patienten

Führende Indikation für die Intubation:

Internistisch:

- Myokardinfarkt
 Herzinsuffizienz
 Herz-Kreislauf-

Stillstand

- Atemwegsverlegung
 Anaphylaxie
 Asthma bronchiale
 COPD
 Lungenembolie
 Gastrointestinale

Blutung

- Sepsis

sonstiges:

Intubation aus Transportgründen (z.B. Lufttransport)

Erfahrung in der Kinderintubation?

Neurologisch:

- Bewusstseinsstörung ohne Intoxikation
 Bewusstseinsstörung wegen Intoxikation
 Bewusstseinsstörung unklar, ob
intoxiziert
 Intoxikation ohne führende
Bewusstseinsstörung
 Schlaganfall
 Krampfanfall

Trauma:

- Stich- Schussverletzung
 Herzstillstand bei Trauma
 Inhalationstrauma und/oder
Verbrennung
 Mittelgesichtstrauma
 Schädel-Hirn-Trauma
 Polytrauma
 Nur zur Analgosedierung

Intubationsverlauf:

Erster Intubationsversuch:

Durchgeführt von

Wenn Intubation durch Rettungsdienst

Ausbildung

Fachrichtung

Ggf. supervidiert durch Notarzt? Kliniktätigkeit Hauptberuf

Fachrichtung

Erfolgreich

Methode:

- Oral - RSI
- Oral - DSI ?
- Nasal
- Chirurgisch - Koniotomie
- Chirurgisch - Tracheotomie
- sonstiges:

Apnoeische Oxygenierung ?:

Rachenabsaugung nötig?

War vor der Intubation eine HWS Immobilisation angelegt?

falls ja, wurde die Immobilisation zur Intubation gelöst?

Equipment::

- Tubus mit Führungsstab
- Tubus ohne Führungsstab
- Direktes Laryngoskop
- Videolaryngoskop
- Laryngoskop mit Bougie
- Kein Intubationsversuch, direkt Larynxmaske
- Kein Intubationsversuch, direkt Larynx-tubus
- Intubationslarynxmaske
- Koniotomie-Set
- Koniotomie chirurgisch (Skalpell etc.)
- sonstiges:

Medikamente zur Intubation

- KEINE MEDIKAMENTE
- Ketamin
- Es-Ketamin
- Midazolam
- Propofol
- Etomidate
- Fentanyl
- Sufentanil
- Morphin
- Succinylcholin
- Rocuronium
- Pancuronium
- anderes nicht aufgeführtes Analgetikum
- anderes nicht aufgeführtes Sedativum
- anderes nicht aufgeführtes Relaxans

Cormack Lehane:

Verifikation der Tubuslage:

- Auskultation
- Intubation unter Sicht
- Kapnographie
- Kapnometrie
- Ösophagusdetektor
- fiberoptisch / bronchoskopisch

Komplikationen im gesamten Verlauf der Intubation (inklusive multipler Versuche):

- Keine
 - Aspiration
 - Fehlintubation
 - Verletzung der Atemwege
 - Verletzung der Zähne
 - Laryngospasmus
 - Hypoxie mit SpO₂-Abfall von auf
 - Hypertension
 - Vorübergehende Hypotension von auf
 - Hypotension mit Katecholaminpflichtigkeit
 - Reanimation
 - Herzrhythmusstörungen
- Sonstiges:

War ein schwieriger Atemweg klinisch zu erwarten?

[frustranter 1. Versuch?](#) [weiterer Intubationsversuch](#)

Vorgehen bei frustriertem ersten Intubationsversuch:

- Direkter zweiter Versuch durch gleiche Person
 - Direkter zweiter Versuch durch andere Person
 - Beutel-Masken-Beatmung
 - Larynxmaske
 - Larynxtracheostomie
 - Combitubus
 - Ventrain
 - Nadelkriechschnecke
 - Kriechschnecke-Set
 - Kriechschnecke chirurgisch (Skalpells etc.)
- Sonstiges:

Zweiter Intubationsversuch:

Durchgeführt von

Wenn Intubation durch Rettungsdienst

Ausbildung

Fachrichtung

Ggf. supervidiert durch Notarzt? Kliniktaetigkeit Hauptberuf

Fachrichtung

Erfolgreich

Methode:

- Oral - RSI
- Oral - DSI
- Nasal
- Chirurgisch - Kriechschnecke
- Chirurgisch - Tracheotomie
- sonstiges:

Apnoeische Oxygenierung :

Rachenabsaugung nötig?

War vor der Intubation eine HWS Immobilisation angelegt?

falls ja, wurde die Immobilisation zur Intubation gelöst?

Weitere Versuche analog

9.2 Fragebogen Deutsches Reanimationsregister

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR	TelefonCPR	MGO
					Gerätedaten

Einsatzdatum *

Standortkennung *

Patientenidentifikation

Geburtsdatum * Alter geschätzt Alter des Patienten (Jahre) *

Geburtsdatum/Alter unbekannt

Das Geburtsdatum wird aus datenschutzrechtlichen Gründen beim Speichern auf den ersten Tag des Monats gerundet.

Altersgruppen Pädiatrie 1-7 Tage 8-28 Tage

Geschlecht * männlich weiblich

Protokollnummer

Rettungsmittel Bodengebunden (z.B. RTW, NEF, NAW) RTH/ITH

NEF Kennung

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR	TelefonCPR	MGO
					Gerätedaten

vollständig *

Pre Emergency Status ohne Vorerkrankungen (VE)

VE ohne nennenswerte Einschränkung des tgl. Lebens

VE mit nennenswerter Einschränkung des tgl. Lebens

normales tgl. Leben unmöglich

Pat wird in den nächsten 24 Std. sterben mit und ohne medizinischer Hilfe

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR	TelefonCPR	MGO
					Gerätedaten

Vermutete Ursache * kardial Trauma Ertrinken Hypoxie Intoxikation ICB / SAB

SIDS Verbluten Stroke metabolisch Sepsis Sonstiges

unbekannt

Kreislaufstillstand bei sportlicher Aktivität

Vorerkrankungen Herz Lunge Stoffwechsel Tumor / Leukämie / Knochenmarkstransplantation

Neurologie Immundefekt

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR	TelefonCPR	MCD
					Gerätedaten

vollständig *

Kollaps Zeitpunkt : : Notruf : :

First Responder RTW Notarzt

Alarm : : : : : :

Eintreffen E-Ort : : : : : :

Eintreffen bei Pat. : : : : : :

Transport : :

Übergabe : :

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR	TelefonCPR	MCD
					Gerätedaten

Einsatzort *

keine Angabe Wohnung Altenheim Arbeitsplatz
 Arztpraxis Straße Öffentlicher Raum Krankenhaus
 Massenveranstaltung Bildungseinrichtung Sportstätte Geburtshaus/-einrichtung
 Sonstiger unbekannt

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR	TelefonCPR	MCD
					Gerätedaten

vollständig *

Notarztqualifikation Arzt in Weiterbildung
 Facharzt
 Facharzt mit fakultativer Weiterbildung spez. Intensivmedizin

Notarzt-Fachrichtung Innere
 Chirurgie
 Anästhesie
 Pädiatrie
 Andere Fachrichtung

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR	TelefonCPR	MCD
					Gerätedaten

EKG Befund bei Kreislaufstillstand *

Sinusrhythmus
 Kammerflimmern/-flattern
 Pulslose Elektrische Aktivität
 Asystolie

Atmung bei Kreislaufstillstand Schnappatmung Apnoe Beatmung

Blutzucker keine Angabe = nicht bestimmt nicht messbar [mg/dl]

Temperatur 1 nicht gemessen nicht messbar [°C]

Stammdaten | Patienteninformation | Vermutete Ursache / Vorerkrankungen | Daten und Zeiten | Einsatzortbeschreibung | Ärztliche Qualifikation

Erstbefunde | **Kernmaßnahmen und Ablauf** | Weitere Maßnahmen Technik | Weitere Maßnahmen Medikamente | Defiauswertung

Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis | Übergabe | Qualitätsmanagement | **MTR** | TelefonCPR | **MGD** | Gerätedaten

	nicht beobachtet / nicht durchgeführt	Ersthelfer	First Responder	RTW	Notarzt	Zeitpunkt
Kollaps beobachtet *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Herzdruckmassage *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Beatmung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Defibrillator angeschlossen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Defibrillation durchgeführt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Supraglottische Atemweghilfe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Endotracheale Intubation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
i.v. Zugang	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Erster Vasopressor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
1. ROSC durch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>

Stammdaten | Patienteninformation | Vermutete Ursache / Vorerkrankungen | Daten und Zeiten | Einsatzortbeschreibung | Ärztliche Qualifikation

Erstbefunde | Kernmaßnahmen und Ablauf | **Weitere Maßnahmen Technik** | Weitere Maßnahmen Medikamente | Defiauswertung

Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis | Übergabe | Qualitätsmanagement | **MTR** | TelefonCPR | **MGD** | Gerätedaten

vollständig *

Schrittmacher offene CPR

ZVK intraossäre Nadel

e.b.-Medikation

Typ SGA Larynxmaske Combitubus
 Larynxtube I-Gel
 andere Verfahren

aktive Kühlung

Feedback Systeme

Mechanische Thoraxkompressionsgeräte

Weitere technische Hilfsmittel

Stammdaten | Patienteninformation | Vermutete Ursache / Vorerkrankungen | Daten und Zeiten | Einsatzortbeschreibung | Ärztliche Qualifikation

Erstbefunde | Kernmaßnahmen und Ablauf | Weitere Maßnahmen Technik | **Weitere Maßnahmen Medikamente** | Defiauswertung

Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis | Übergabe | Qualitätsmanagement | **MTR** | TelefonCPR | **MGD** | Gerätedaten

vollständig *

Suprenin [mg] Analgetikum

Vasopressin [i.E.] Hypnotikum / Sedativum

Atropin [mg] Kolloide Infusion [ml]

Lysezeitpunkt vor Kreislaufstillstand
 während Kreislaufstillstand
 nach ROSC Kristall. Infusion [ml]

NaBi [ml] Hypertone Infusion [ml]

Lipid-Reanimation [ml] weitere Medikamente

Amiodaron [mg]

vollständig *

Art des ersten erfolgreichen Schocks monophasisch biphasisch

Energie des ersten erfolgreichen Schocks keine Angaben nicht klassifiziert [J]

Anzahl Defischocks 1 Schock bis 3 Schocks 4-6 Schocks
 7-9 Schocks mehr als 9 Schocks

Code Defibrillator Hersteller

Code Defibrillator

Anschluss öffentlich/privat zugänglicher Defibrillator

jemals ROSC * niemals ROSC jemals ROSC

Krankenhausaufnahme * keine Krankenhausaufnahme, Tod an der Einsatzstelle
 Krankenhausaufnahme mit ROSC
 Krankenhausaufnahme unter laufender Reanimation

Beendigungszeitpunkt der Reanimation

Zielklinikauswahl

Zielklinik unbekannt

IK-Nummer der Zielklinik

Zielklinik Patientenübergabe ZNA/INA Schockraum Intensivstation
 Allgemeinstation Herzkatheterlabor Stroke Unit
 OP direkt Fachambulanz anderer Übergabeort

vollständig *

Bewusstsein analgosediert / Narkose wach reagiert auf Ansprache
 reagiert auf Schmerzreiz bewusstlos

EKG Sinusrhythmus absolute Arrhythmie AV-Block II
 AV-Block III schmale QRS-Tachykardie breite QRS-Tachykardie
 Kammerflattern/ -flimmern Pulslose Elektrische Aktivität Asystolie
 Schrittmacherrhythmus Infarkt-EKG/STEMI

Atmung unauffällig / Spontanatmung Dyspnoe Zyanose Spastik
 Rasselgeräusche Stridor Atemwegsverlegung Schnappatmung
 Apnoe Beatmung Hyperventilation

GCS [3-15]

Systolischer RR [mmHg] Diastolischer RR [mmHg]

Herzfrequenz [1/min] Blutzucker [mg/dl]

Atemfrequenz [1/min] SpO₂ [%]

exp. CO₂ [mmHg] Temperatur [°C]

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR TelefonCPR	MGD	Geräte Daten

vollständig *

Komplikationen Atemweg

- Atemwegszugang erschwert, Verfahrenswechsel
- Intubation erschwert, mehr als 1 Versuch
- Koniotomie, chir. Atemweg

Komplikationen Venöser Zugang

- i.v.-Zugang erschwert, mehr als 2 Versuche
- i.v.-Zugang unmöglich, Verfahrenswechsel notwendig

Notarznachforderung

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR TelefonCPR	MGD	Geräte Daten

Telefonanleitung Reanimation * Ja Nein unbekannt

Patienten bedingter Grund Ja Nein

Anrufer bedingter Grund

<input type="checkbox"/> Reanimationssituation nicht erkannt	<input type="checkbox"/> Verständnisproblem
<input type="checkbox"/> Sprachbarriere	<input type="checkbox"/> nicht beim Patienten
<input type="checkbox"/> Angst vor Ansteckung	<input type="checkbox"/> Angst vor eigenen Fehlern (z.B. Ersthelfer traut sich CPR nicht zu)
<input type="checkbox"/> Physische Einschränkung (z.B. Halbseitenlähmung, schwere Herzinsuffizienz)	<input type="checkbox"/> Psychische Einschränkung (z.B. nicht beeinflussbare Panikreaktion des Ersthelfers)
<input type="checkbox"/> Sonstiges	<input type="checkbox"/> Kein anruferbedingter Grund

Zeitpunkt Ende Anleitung [HH:MM]

Anleitung komplett Ja Nein

Beatmung angeleitet Ja Nein

Algorithmus genutzt Ja Nein

LS-Disponent Schulung erhalten Ja Nein

Indikation korrekt Ja Nein unklar

Laienreanimation durchgeführt nur Herzdruckmassage Herzdruckmassage + Beatmung nein unklar

Stammdaten	Patienteninformation	Vermutete Ursache / Vorerkrankungen	Daten und Zeiten	Einsatzortbeschreibung	Ärztliche Qualifikation
Erstbefunde	Kernmaßnahmen und Ablauf	Weitere Maßnahmen Technik	Weitere Maßnahmen Medikamente	Defiauswertung	
Ergebnis Reanimation / Primäres Reanimationsergebnis	Übergabe	Qualitätsmanagement	MTR TelefonCPR	MGD	Geräte Daten

Die maximale Dateigröße beträgt pro Geräteklasse 50 MByte.
 Bitte beachten Sie, dass die hochgeladenen Dateien erst nach dem Speichern des Protokolls dauerhaft gesichert werden.
 Wird der Editiervorgang des Protokolls abgebrochen, so werden die Änderungen und damit auch die hochgeladenen oder überschriebenen Dateien verworfen!

Defibrillator Datum Benutzer

AutoCPR Datum Benutzer

Feedbacksystem Datum Benutzer

Beatmungsgerät Datum Benutzer

Neue Technik Datum Benutzer

Stand: Februar 2019

9.3 Notarzteinsatzprotokoll

PAT-STAMMDATEN (GGF. MIT AUFLÄBER ÜBERLEBEN / ÜBERDRUCKEN) Name* _____ Vorname* _____ Geb.Dat.* _____ <input type="checkbox"/> "Pseudonym" Straße _____ Plz, Ort _____ Kasse / Nr. _____ Vers. Nr. _____ Geschlecht <input type="radio"/> männlich <input type="radio"/> weiblich BMI (Gesicht, Brust) (Größe [m]) <input type="radio"/> ≤ 40 <input type="radio"/> > 40 Alter _____ Jahre (1-7 Tg) (8-28 Tg)	EINSATZTECHNISCHE DATEN Beteiligt <input type="checkbox"/> NEF <input type="checkbox"/> NAW <input type="checkbox"/> KTW <input type="checkbox"/> ITH <input type="checkbox"/> Bergrettung <input type="checkbox"/> Selbstfahrer <input type="checkbox"/> RTW <input type="checkbox"/> RTH <input type="checkbox"/> sonst. <input type="checkbox"/> Wasserrettung Einsatz-Datum _____ Einsatz-Ort _____ Straße _____ Plz _____ Ort _____ Einsatz-Art <input type="radio"/> Wohnung <input type="radio"/> Arztpraxis <input type="radio"/> öff. Raum <input type="radio"/> Bildungseinrichtung <input type="radio"/> Altenheim <input type="radio"/> Krankenhaus <input type="radio"/> Straße <input type="radio"/> Massenveranstaltung <input type="radio"/> Arbeitsplatz <input type="radio"/> Geburtshaus <input type="radio"/> Schule <input type="radio"/> Sonstige <input type="radio"/> Sportstätte <input type="radio"/> Primäreinsatz <input type="radio"/> Notarzt-Nachforderung <input type="radio"/> Folgeeinsatz <input type="radio"/> Sekundäreinsatz z.B. Verlegung <input type="radio"/> Fehleinsatz <input type="radio"/> vorsorgliche Bereitstellung <input type="checkbox"/> kein Patient <input type="checkbox"/> Pat. bereits abtransportiert <input type="checkbox"/> abbestellt <input type="checkbox"/> böswillige Alarmierung <input type="checkbox"/> Einsatzabbruch <input type="checkbox"/> technische Gründe <input type="checkbox"/> Wetter <input type="checkbox"/> Sonstige Transportziel _____ <input type="checkbox"/> Voranmeldung <input type="checkbox"/> Stroke Unit <input type="checkbox"/> Herzkatheter <input type="checkbox"/> Traumazentrum Notarzt _____ Assistenz _____ RTW-Team _____ Symptom-Beginn _____ z.B. Kollaps, Unfallszeitpunkt <input type="checkbox"/> vor über 24h <input type="checkbox"/> Kollaps beobachtet Alarm _____ Ankunft (Einsatzort) _____ Ankunft (am Pat.) _____ <input type="checkbox"/> vor Rettungsdienst Abfahrt _____ Übergabe _____ Einsatzbereit _____ Ende _____ <input type="checkbox"/> Arzt in Weiter- <input type="checkbox"/> Anästhesie <input type="checkbox"/> Pädiatrie <input type="checkbox"/> Facharzt <input type="checkbox"/> Chirurgie <input type="checkbox"/> Neurologie <input type="checkbox"/> Innere <input type="checkbox"/> Allg. Medizin <input type="checkbox"/> Zusatz Intensiv <input type="checkbox"/> Andere <input type="checkbox"/> Rett.Ass. <input type="checkbox"/> Rett.San. <input type="checkbox"/> Notfall San. <input type="checkbox"/> (Int.)Pfleg. Rufname eigenes Fahrzeug _____																																																																													
NOTARZT-EINSATZPROTOKOLL VERSION 5.1 <small>EMPFEHLUNG DER DIVI 2015 (www.divi.de)</small> <input type="radio"/> Einsatz Nr. _____ Pers. Nr. _____ <input type="radio"/> Pat./Auftr. Nr. _____ Standort _____ Leitstelle (KFZ-Kennz.) _____ NOTFALLGESCHEHEN, ANAMNESE, ERSTBEFUND, VORMEDIKATION, VORBEHANDLUNG AZ des Pat. vor dem Ereignis <input type="checkbox"/> gesund <input type="checkbox"/> krank uneingeschränkt <input type="checkbox"/> leicht eingeschränkt <input type="checkbox"/> schwer eingeschränkt <input type="checkbox"/> akut lebensgefährdet <input type="checkbox"/> unbekannt Erstherfmaßnahmen (Laien) <input type="checkbox"/> suffizient <input type="checkbox"/> insuffizient <input type="checkbox"/> keine First Responder <input type="checkbox"/> vor Ort - ggf. Uhrzeit des Eintreffens _____ <input type="checkbox"/> Besiedelung mit multiresistenten Keimen (MRSA, MRSE, ESBL etc.) vorbekannt <input type="checkbox"/> abgedeckt <input type="checkbox"/> offen																																																																														
ERSTBEFUNDE - NEUROLOGIE <input type="radio"/> ohne path. Befund Zeitpunkt _____ Augen öffnen spontan (4) <input type="checkbox"/> auf Aufforderung (3) <input type="checkbox"/> auf Schmerzreiz (2) <input type="checkbox"/> kein Augenöffnen (1) <input type="checkbox"/> beste verbale Reaktion konversationsfähig orientiert (5) <input type="checkbox"/> desorientiert (4) <input type="checkbox"/> inadäquate Äußerungen (3) <input type="checkbox"/> unverständliche Laute (2) <input type="checkbox"/> keine (1) <input type="checkbox"/> beste motorische Reaktion folgt Aufforderung (6) <input type="checkbox"/> gezielte Abwehr (5) <input type="checkbox"/> ungezielte Abwehr (4) <input type="checkbox"/> Beugesynergismen (3) <input type="checkbox"/> Streckesynergismen (2) <input type="checkbox"/> keine (1) <input type="checkbox"/> Glasgow Coma Scale (Summe) _____ <small>Zur Summierung der GCS wird nur der Wert der Extremität mit der besten motorischen Reaktion verwendet</small> Extremitätenbewegung normal (1) <input type="checkbox"/> leicht vermindert (2) <input type="checkbox"/> stark vermindert (3) <input type="checkbox"/> Bewusstseinslage <input type="radio"/> nicht beurteilbar <input type="checkbox"/> wach <input type="checkbox"/> Reakt. auf Ansprache <input type="radio"/> getrübt <input type="checkbox"/> Reakt. auf Schmerzreiz <input type="radio"/> bewusstlos <input type="checkbox"/> analgosediert / Narkose Neurologische Auffälligkeiten <input type="radio"/> ohne path. Befund <input type="radio"/> nicht beurteilbar <input type="checkbox"/> kein Lächeln <input type="checkbox"/> Sprachstörung <input type="checkbox"/> Sehsörung <input type="checkbox"/> Demenz <input type="checkbox"/> Querschnittssymptomatik <input type="checkbox"/> Babinski Zeichen <input type="checkbox"/> Meningismus <input type="checkbox"/> vorbestehende neurologische Defizite <input type="checkbox"/> Sonstige Pupillenweite rechts <input type="radio"/> eng <input type="radio"/> mittel <input type="radio"/> weit <input type="radio"/> entrundet links <input type="radio"/> eng <input type="radio"/> mittel <input type="radio"/> weit <input type="radio"/> entrundet Lichtreaktion rechts <input type="radio"/> prompt <input type="radio"/> prompt <input type="radio"/> träge <input type="radio"/> träge <input type="radio"/> keine <input type="radio"/> keine links <input type="radio"/> prompt <input type="radio"/> prompt <input type="radio"/> träge <input type="radio"/> träge <input type="radio"/> keine <input type="radio"/> keine	MESSWERTE INITIAL <input type="radio"/> keine Schmerzen [0-10] _____ RR _____ HF _____ BZ _____ [LOW/HIGH] <input type="radio"/> O rhytmisch <input type="radio"/> arrhythmisch <input type="radio"/> mg/dl <input type="radio"/> mmol/l AF _____ SpO ₂ _____ Temp _____ etCO ₂ _____ <input type="checkbox"/> bei Raumluft <input type="checkbox"/> unter O ₂ -Gabe EKG <input type="radio"/> Sinusrhythmus <input type="radio"/> Schrittmacherrhythmus <input type="checkbox"/> STEMI <input type="radio"/> kein EKG <input type="radio"/> Abs. Arrhythmie <input type="radio"/> Kammerflimmern <input type="checkbox"/> schmale QRS-Tachykardie <input type="radio"/> AV-Block II° <input type="radio"/> PEA / EMD <input type="checkbox"/> breite QRS-Tachykardie <input type="radio"/> AV-Block III° <input type="radio"/> Asystolie <input type="checkbox"/> SVES / VES monomorph <input type="checkbox"/> VES polymorph ATMUNG <input type="radio"/> unauffällig <input type="radio"/> Apnoe <input type="checkbox"/> Stridor <input type="checkbox"/> Hyperventilation <input type="radio"/> nicht US <input type="radio"/> Dyspnoe <input type="radio"/> Beatmung <input type="checkbox"/> Zyanose <input type="checkbox"/> Atemwegsverlegung <input type="checkbox"/> Schnappatmung <input type="checkbox"/> Spastik <input type="checkbox"/> Rasselgeräusche <input type="checkbox"/> sonstiges path. Atemmuster (Biot, Cheyne Stokes etc.) HAUT <input type="radio"/> unauffällig <input type="checkbox"/> stehende Hautfalten <input type="checkbox"/> Oedeme <input type="radio"/> nicht US <input type="checkbox"/> pathologisch <input type="checkbox"/> Dekubitus <input type="checkbox"/> euphorisch <input type="checkbox"/> Exanthem <input type="checkbox"/> kaltschweißig PSYCHE <input type="radio"/> unauffällig <input type="checkbox"/> erregt <input type="checkbox"/> aggressiv <input type="checkbox"/> verfangsam/stuporös <input type="radio"/> nicht US <input type="checkbox"/> nicht beurteilbar <input type="checkbox"/> depressiv <input type="checkbox"/> ängstlich <input type="checkbox"/> euphorisch <input type="checkbox"/> wahnhaft <input type="checkbox"/> verwirrt <input type="checkbox"/> suizidal <input type="checkbox"/> motorisch unruhig																																																																													
ERKRANKUNGEN <input type="radio"/> keine ZNS <input type="checkbox"/> Schlaganfall, TIA, intrakranielle Blutung <input type="checkbox"/> im Lysefenster (Symptombeginn erfassen) <input type="checkbox"/> Krampfanfall <input type="checkbox"/> Status epilepticus <input type="checkbox"/> Meningitis / Encephalitis <input type="checkbox"/> Synkope Herz-Kreislauf <input type="checkbox"/> Akutes Koronarsyndrom <input type="checkbox"/> STEMI <input type="checkbox"/> Vorderwand <input type="checkbox"/> Hinterwand <input type="checkbox"/> Rhythmusstörung <input type="checkbox"/> tachy <input type="checkbox"/> brady <input type="checkbox"/> Lungenembolie <input type="checkbox"/> orthostatische Fehregulation <input type="checkbox"/> Herzinsuffizienz <input type="checkbox"/> Lungenödem <input type="checkbox"/> hypertensiver Notfall / hypertensive Krise <input type="checkbox"/> kardiogener Schock <input type="checkbox"/> Schrittmacher- / ICD-Fehlfunktion Atmung <input type="checkbox"/> Asthma (Anfall) <input type="checkbox"/> Status asthmaticus <input type="checkbox"/> COPD (ggf. Exazerbation) <input type="checkbox"/> Heimbeatmung <input type="checkbox"/> Heimsauerstoff <input type="checkbox"/> Pneumonie, Bronchitis <input type="checkbox"/> Hyperventilationssyndrom <input type="checkbox"/> Aspiration <input type="checkbox"/> Haemoptysen Abdomen <input type="checkbox"/> Akutes Abdomen <input type="checkbox"/> GI-Blutung <input type="checkbox"/> obere <input type="checkbox"/> untere <input type="checkbox"/> Kolik (z.B. Niere, Galle) <input type="checkbox"/> Enteritis Psychiatrie <input type="checkbox"/> Psychose, Manie, Erregungszustand <input type="checkbox"/> Angst, Depression <input type="checkbox"/> akzidentell <input type="checkbox"/> Intoxikation <input type="checkbox"/> Alkohol <input type="checkbox"/> Drogen <input type="checkbox"/> Entzug, Delir <input type="checkbox"/> Medikamente <input type="checkbox"/> Suizid(versuch) <input type="checkbox"/> Sonstiges <input type="checkbox"/> Psychosoziale Krise Stoffwechsel <input type="checkbox"/> Hypoglykämie <input type="checkbox"/> Hyperglykämie <input type="checkbox"/> Exsiccose <input type="checkbox"/> Urämie/ANV <input type="checkbox"/> bek. Dialysepflichtig Pädiatrie <input type="checkbox"/> Fieberkrampf <input type="checkbox"/> Pseudokrupp <input type="checkbox"/> SIDS / Near-SIDS Gynäkologie <input type="checkbox"/> Schwangerschaft <input type="checkbox"/> drohende Geburt <input type="checkbox"/> präklinische Geburt <input type="checkbox"/> (Prä-)Eklampsie <input type="checkbox"/> vaginale Blutung Sonstige <input type="checkbox"/> anaphylakt. Reaktion <input type="radio"/> I-II° <input type="radio"/> III-IV° <input type="checkbox"/> Hitzerschöpfung, Hitzschlag <input type="checkbox"/> Unterkühlung / Erfrierung <input type="checkbox"/> hochfieb. Infekt / Sepsis / sept. Schock <input type="checkbox"/> Infuenza <input type="checkbox"/> Hepatitis / HIV <input type="checkbox"/> akute Lumbago <input type="checkbox"/> Epistaxis <input type="checkbox"/> soziales Problem (ohne psych. Störung) <input type="checkbox"/> medizinische Behandlungskomplikation	VERLETZUNGEN Zusammenhang mit sportlicher Aktivität <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="radio"/> keine beruflicher Aktivität <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>leicht</td> <td>mittel</td> <td>schwer</td> <td>geschlossen</td> <td>offen</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Schädel-Hirn</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/> Polytrauma.</td> </tr> <tr> <td>Gesicht</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hals</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Thorax</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Abdomen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wirbelsäule</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Becken</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Obere Extremitäten</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Untere Extremitäten</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Weichteile</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table> <input type="checkbox"/> Verbrennung, Verbrühung Grades _____ % Unfallmechanismus Trauma <input type="radio"/> stumpf <input type="radio"/> penetrierend <input type="checkbox"/> Sturz <input type="radio"/> <3m <input type="radio"/> >3m <input type="checkbox"/> Verletzung <input type="checkbox"/> Einklemmung <input type="checkbox"/> Verschiebung <input type="checkbox"/> Einklemmung <input type="checkbox"/> Inhalationstrauma <input type="checkbox"/> Elektroofall <input type="checkbox"/> BeinaheErtrinken <input type="checkbox"/> Tauchunfall <input type="checkbox"/> hämorrhagischer Schock <input type="checkbox"/> Stich <input type="checkbox"/> Sonstige <input type="checkbox"/> Sonstige <input type="checkbox"/> Gewaltanwendung <input type="checkbox"/> Schlag <input type="checkbox"/> Schuss <input type="checkbox"/> Gewaltverbrechen <input type="checkbox"/> Verkehr: Pat war <input type="checkbox"/> Fußgänger <input type="checkbox"/> Fahrradfahrer <input type="checkbox"/> Motorradfahrer <input type="checkbox"/> Sonstige <input type="checkbox"/> PKW-/LKW-Inssasse <input type="checkbox"/> Schuss <input type="checkbox"/> Schuss <input type="checkbox"/> Stich <input type="checkbox"/> Sonstige <input type="checkbox"/> Gewaltverbrechen		leicht	mittel	schwer	geschlossen	offen		Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Polytrauma.	Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	leicht	mittel	schwer	geschlossen	offen																																																																									
Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Polytrauma.																																																																								
Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
Hals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
ERSTDIAGNOSEN NACA <input type="radio"/> I (geringfügige Störung) <input type="radio"/> II (leichte Störung) <input type="radio"/> III (mäßige Störung) <input type="checkbox"/> Palliative Situation SCORE <input type="radio"/> IV (Lebensgefahr nicht auszuschließen) <input type="radio"/> V (akute Lebensgefahr) <input type="radio"/> VI (Reanimation) <input type="radio"/> VII (Tod)																																																																														

9.4 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Handlungsempfehlung BLS (nach ERC-Leitlinie 2015, Kapitel 2)
- Abbildung 2: Reanimationsalgorithmus ALS (nach ERC-Leitlinie 2015, Kapitel 3)
- Abbildung 3: Ablaufschema, Prozess der Datengewinnung
- Abbildung 4: Balkendiagramm, Einsatzhäufigkeiten
- Abbildung 5: Baumdiagramm, Intubationsversuche und Erfolge
- Abbildung 6: Balkendiagramm, Zeit bis ROSC [min]
- Abbildung 7: gruppiertes Säulendiagramm, FPS und ROSC
- Abbildung 8: Boxplot, Zeit bis ROSC [min] bei FPS
- Abbildung 9: Ereigniszeitanalysen, Wahrscheinlichkeit für Ereignis „ROSC“ bei Patienten mit ROSC (n=82) über Zeit bis ROSC [min]
- Abbildung 10: Säulendiagramm, Wochentag und FPS [%]
- Abbildung 11: Säulendiagramm, Uhrzeit und FPS [%]
- Abbildung 12: Säulendiagramm, Wochentag und ROSC [%]
- Abbildung 13: Säulendiagramm, Uhrzeit und ROSC [%]
- Abbildung 14: Säulendiagramm, Altersverteilung
- Abbildung 15: Balkendiagramm, Körpergewichtsverteilung
- Abbildung 16: Boxplot, Alter [Jahre] und FPS
- Abbildung 17: Boxplot, Körpergewicht [kg] und FPS
- Abbildung 18: Kreisdiagramm, Ausbildung der Verantwortlichen
- Abbildung 19: Kreisdiagramm, Fachrichtung der Verantwortlichen
- Abbildung 20: Säulendiagramm, Ausbildung der Verantwortlichen und FPS [%]
- Abbildung 21: Säulendiagramm, Fachrichtung der Verantwortlichen und FPS [%]
- Abbildung 22: Baumdiagramm, verwendete Atemwegshilfen und Erfolgsraten
- Abbildung 23: Säulendiagramme, Medikamentengabe und FPS [%]
- Abbildung 24: Kreisdiagramm, Atemwegsbeurteilung nach Cormack und Lehane
- Abbildung 25: Säulendiagramm, Atemwegsbeurteilung und FPS [%]
- Abbildung 26: Kreisdiagramm, Komplikationen
- Abbildung 27: Säulendiagramm, verabreichte Amiodaronmenge [mg]
- Abbildung 28: Balkendiagramm, Defibrillationshäufigkeit und ROSC [%]

9.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: FPS und ROSC

Tabelle 2: FPS und Zeit bis ROSC [min]

Tabelle 3: Einsatzbeschreibung (Wochentag, Uhrzeit) und FPS

Tabelle 4: Einsatzbeschreibung (Wochentag, Uhrzeit) und ROSC

Tabelle 5: Patientendemografie (Geschlecht, Alter, Körpergewicht) und FPS

Tabelle 6: Patientendemografie (Geschlecht, Alter, Körpergewicht) und ROSC

Tabelle 7: Verantwortlicher der Intubation und FPS

Tabelle 8: Methode/Equipment und FPS

Tabelle 9: Medikamentengabe und FPS

Tabelle 10: Verifikation der Tubuslage und FPS

Tabelle 11: Atemwegsbeurteilung und FPS

Tabelle 12: Komplikationen und FPS

Tabelle 13: Initialer Herzrhythmus/initiale Atmung und ROSC

Tabelle 14: Medikamentengabe (Amiodaron) und ROSC

Tabelle 15: Defibrillationshäufigkeit und ROSC

Tabelle 16: Multivariate binäre logistische Regression für FPS

Tabelle 17: Multivariate binäre logistische Regression für ROSC

9.6 Danksagung

An erster Stelle gilt mein Dank meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Wilhelm Behringer und meinem Betreuer Herrn Dr. med. Steffen Herdtle, welche mich während der gesamten Bearbeitungsphase wissenschaftlich und methodisch bei meiner Dissertation unterstützt haben. Sie beide machten diese Arbeit erst möglich. Trotz seines Wegzugs aus Jena konnte ich von der hervorragenden Betreuung durch Herrn Dr. med. Steffen Herdtle nur profitieren. Vielen Dank dafür!

Herrn Dr. med. Samuel John danke ich für die anhaltende Hilfestellung mit zahlreichen Gesprächen, Ratschlägen und kritischen Anmerkungen, die mich auf dem Weg zur fertigen Arbeit immer wieder neue Aspekte und Ansätze entdecken ließen.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Dr. rer. pol. Thomas Lehmann, welcher bei statistischen Problemen aller Art fachlich eine sehr große Unterstützung für mich war.

Danken möchte ich außerdem den Ärzten, welche mir bei der Arbeit mit dem Deutschen Reanimationsregister bzw. den Notarzteinsatzprotokollen an ihren Standorten halfen: Herrn Thomas Fricke, Herrn Dr. med. Stefan Holz, Herrn Dr. med. Tobias Jüttner, Frau Inga Siebensschuh und Herrn Dr. med. Michael Walther.

Mein ausdrücklicher Dank gilt meinem Freund, meiner Familie und meinen Freunden, welche mich stets unterstützt und vor allem in der arbeitsintensiven Zeit besonders Rücksicht auf mich genommen haben.

9.7 Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben:

- Prof. Dr. med. Wilhelm Behringer,
- Dr. med. Steffen Herdtle,
- Dr. med. Samuel John,
- Dr. rer. pol. Thomas Lehmann,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für die Arbeit erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

München, 12.01.2022

Sarah Montag