Aus dem akademischen Lehrkrankenhaus Klinikum Traunstein Abtlg. Kinder- und Jugendmedizin

Lehrkrankenhaus der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Christoph Klein

Eine retrospektive Datenanalyse von Luft- bzw. Landrettung bei Kindernotfällen im Klinikum Traunstein in den Jahren 2011 bis 2016

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

vorgelegt von

Lisa Katharina Koc

aus

Trostberg

Jahr

2022

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. med. Gerhard Wolf
Mitberichterstatter:	PD Dr. med. Thomas Weig
Dekan:	Prof. Dr. med. Thomas Gudermann
Tag der mündlichen Prüfung:	10.03.2022

Inhaltsverzeichnis

	I.	Abkürzungsverzeichnis	- 7 -
	Einl	eitung	- 1 -
		Einführung in das Thema "Präklinische Notfallmedizin bei pädiatriscten"	
	1.2	Kindernotfälle in der präklinischen Notfallmedizin	- 1 -
	1.2.	1 Algorithmen	- 2 -
	1.2.	2 Altersklassen und Erkrankungen	- 5 -
	1.2.	3 Behandlungsmaßnahmen	- 8 -
	1.2.	4 Zeitintervalle und Krankenhausaufenthalt	10 -
	1.3	Struktur des bayerischen Notarztsystems	12 -
	1.4	Struktur des Notarztsystems am Klinikum Traunstein	14 -
	1.5	Transportmittel	15 -
	1.5.	1 Christoph 14 Traunstein	15 -
	1.5.	2 Transport mittels bodengebundener Fahrzeuge	17 -
	1.6	Disposition, Zeitmanagement und Verteilungssystem	17 -
	1.6.	1 Aufbau	17 -
	1.6. Disp	2 Die strukturierte Notfallabfrage und das Advanced-Medical-Prior patch-System (AMPDS)	-
	1.6.	3 Notarztindikationskatalog	20 -
	1.7	Zielkrankenhäuser und Spezialisierungen	21 -
	1.8	Potenzielle Defizite im aktuellen Notarztsystem und insbesondere	bei
	pädiati	rischen Notfällen	22 -
	1.8.	1 Telemedizin	23 -
2.	Mate	erial und Methoden	25 -
	2.1	Patientenkollektiv	25 -
	2.1.	1 Erfassung der Patienten	25 -
	2.1.	2 Ein- und Ausschlusskriterien	26 -
	2.2	Dokumentation	26 -

2	.3	Def	finition von Übertriagierung	30 -
2	.4	Um	ngang mit unvollständigen Protokollen	31 -
2	.5	Нур	pothesenbildung	32 -
2	.6	Me	thodisches Vorgehen und statistische Auswertung	32 -
2	.7	Zie	lsetzung der Untersuchung	34 -
	2.7	.1	Studienziele	34 -
	2.7	.2	Abgrenzung zu bereits bestehenden Arbeiten	34 -
3.	Erg	ebni	sse	36 -
3	.1	Häı	ufigkeiten des pädiatrischen Notfalls in Boden- und Flugrettung	36 -
3	.2	Ein	schätzung der Häufigkeit von Diagnosen pädiatrischer Patienten	37 -
	3.2	.1	Kindernotfälle	37 -
	3.2	.2	Chirurgische Notfälle	38 -
	3.2	.3	Internistische Notfälle	43 -
	3.2	.4	Neurologische Notfälle	45 -
	3.2	.5	Intoxikationen	48 -
3	.3	Ein	teilung der pädiatrischen Notfälle nach Altersgruppen	49 -
3	.4	Ein	schätzung des Schweregrades präklinischer pädiatrischer Notfälle	50 -
	3.4	.1	Vitalparameter	51 -
	3.4	.2	NACA- Score und GCS	52 -
	3.4	.3	Neurologischer Zustand der Patienten	55 -
	3.4	.4	Schmerzen	56 -
3	.5	The	erapeutische Interventionen	56 -
	3.5	.1	Intubation und kardiopulmonale Reanimation	56 -
	3.5	.2	Intravenöser Zugang und Volumensubstitution	58 -
	3.5	.3	Medikamentengabe	59 -
	3.5	.4	Rettungsmittel	62 -
	3.5	.5	DMS und Reposition vor Ort	62 -
	3.5	.6	Thoraxdrainage	63 -

	3.6	Analyse von Transportzeiten	64 -
	3.7	Analyse des Einsatzortes	65 -
	3.8	Analyse des Transportziels	65 -
	3.9	Dauer des Krankenhausaufenthaltes	66 -
	3.10	Übertriagierungen und deren Gründe	67 -
4.	Dis	kussion	69 -
	4.1	Häufigkeiten des pädiatrischen Notfalls in Flug- und Bodenrettung	69 -
	4.2	Einschätzung der Häufigkeit von Diagnosen pädiatrischer Patienten	70 -
	4.2	.1 Kindernotfälle	70 -
	4.2	.2 Chirurgische Notfälle	71 -
	4.2	.3 Internistische Notfälle	74 -
	4.2	.4 Neurologische Notfälle	76 -
	4.2	.5 Intoxikationen	77 -
	4.3	Einteilung der pädiatrischen Notfälle nach Altersgruppen	78 -
	4.4	Einschätzung des Schweregrades präklinischer pädiatrischer Notfälle	79 -
	4.4	.1 Vitalparameter	79 -
	4.4	.2 NACA-Score und GCS	80 -
	4.4	.3 Neurologischer Zustand der Patienten	84 -
	4.4	.4 Schmerzen	85 -
	4.5	Therapeutische Interventionen	86 -
	4.5	.1 Intubation und kardiopulmonale Reanimation	86 -
	4.5	.2 Intravenöser Zugang und Volumensubstitution	87 -
	4.5	.3 Medikamentengabe	88 -
	4.5	.4 Rettungsmittel	89 -
	4.5	.5 DMS und Reposition vor Ort	90 -
	4.5	.6 Thoraxdrainage	90 -
	4.5	.7 Vergleich der Interventionen bei Hubschrauber und RTW+NEF	91 -
	4.6	Analyse von Transportzeiten	91 -

4.7	A	nalyse des Einsatzortes 92 -
4.8	A	nalyse des Transportziels93 -
4.9	D	auer des Krankenhausaufenthaltes 93 -
4.10		Übertriagierungen und mögliche Gründe 95 -
4.11		Analyse des Einsatzes von Helikoptern und bodengebundener Rettungsmittel
		98 -
4.]	11.1	Vor- und Nachteile der genannten Rettungsmittel98 -
4.]	11.2	2 Entwurf eines Indikationskatalogs99 -
4.12		Schlussfolgerungen und Ausblick 100 -
4.13		Zusammenfassung 101 -
I	I.	Abbildungsverzeichnis 104 -
I	II.	Tabellenverzeichnis 106 -
I	V.	References 107 -
•	V.	Danksagung 112 -
•	VI.	Affidavit113 -

I. Abkürzungsverzeichnis

AF	
AHA	
AMPDS	
	Body-Mass-Index
BZ	Blutzucker
DIVI	Deutsche interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
	European Resuscitation Council
	Herzfrequenz
KTW	Krankentransportwagen
NACA	
NEF	
OEx	
RK	Rotes Kreuz
RR	Blutdruck
RTW	
SIDS	sudden infant death syndrome
SVT	
TIA	Transitorisch ischämische Attacke
UEx	
VEF	
VU	Verkehrsunfall
WHO	
ZNS	Zentrales Nervensystem
ZVK	Zentralvenöser Katheter

1. Einleitung

1.1 Einführung in das Thema "Präklinische Notfallmedizin bei pädiatrischen Patienten"

Das Thema Kindernotfallmedizin stellt Rettungsdienstpersonal, Disponenten in der Leitstelle und Eltern des betroffenen Kindes immer wieder vor große Herausforderungen. Einsätze mit pädiatrischen Patienten machen jedoch nur einen kleinen Teil des rettungsdienstlichen Alltags aus.

Die Seltenheit pädiatrischer Einsätze können so zu Unsicherheiten der Notärzte im Umgang mit Kindern und deren Eltern führen, und auch der Disponent wird durch den meist sehr emotionsgeprägten Anruf in der Auswahl des Rettungsmittels beeinflusst. So kann es zu Fehleinsätzen des Rettungstransporthubschraubers, welcher eine seltene und kostspielige Ressource darstellt, kommen [1].

In dieser Dissertation soll versucht werden, Unterschiede in Notfallcharakter, gesundheitlichem Zustand und den jeweiligen Behandlungsmaßnahmen bei Patienten bis zum 16. Lebensjahr im Luft- und Bodenrettungsdienst aufzuweisen, sowie mögliche Übertriagierungen, mit besonderem Fokus auf den Rettungstransporthubschrauber, zu analysieren und Gründe aufzuweisen [1]. Die Hypothese, dass pädiatrische Notfälle sich in Luft- und Bodenrettung deutlich weniger unterscheiden als bisher angenommen, soll bewiesen und mögliche Gründe für Fehleinsätze des Rettungshubschraubers analysiert werden.

1.2 Kindernotfälle in der präklinischen Notfallmedizin

Knapp 20 % der deutschen Bevölkerung sind Kinder beziehungsweise Jugendliche unter 16 Jahren, im Verhältnis dazu machen Kindernotfälle im bodengebundenen Rettungsdienst mit 2,9-13,6 % [2–5] nur einen sehr kleinen Teil aus. Auch in der Flugrettung sind nur 2-11,5 % der Einsätze Kindernotfälle [3, 6, 7]. Laut einer Auswertung des ADAC in Baden-Württemberg wird jeder Notarzt von 82.000 bodengebundenen Notarzteinsätzen und 47.000 Einsätzen der ADAC-Luftrettung im Schnitt nur alle 1,3 Monate im Notarztwagen bzw. alle 1,1 Monate in der Luftrettung mit einem Kindernotfall konfrontiert [3]. Seit der Veröffentlichung eines Reports des "Institute of Medicine" (IOM) im Jahr 1999, der konstatierte, dass jährlich 44.000-98.000 pädiatrische Patienten infolge vermeidbarer Fehler in den USA versterben, wird diesem Thema, auch im deutschsprachigen Raum, mehr Aufmerksamkeit gewidmet [8].

Für Notärzte bedeuten Kindernotfälle Stress, Unsicherheit und große emotionale Belastung [3, 4, 9]. Hinzu kommt der häufig durch die Eltern des betroffenen Kindes ausgeübte psychische Druck und die fehlende Kooperation durch Eltern und Kinder [4, 10].

Ein weiterer Schwierigkeitsfaktor in der Kindernotfallmedizin ist die besondere kindliche Anatomie und Physiologie, sowie die Notwendigkeit einer Gewichtsadaption der Medikation [11]. Insbesondere die Größenverhältnisse bei Kindern stellen Notärzte bei Intubation, periphervenösem Zugang oder auch kardiopulmonaler Reanimation vor Herausforderungen [10]. Zudem ist zu beachten, dass Kinder oft eine lang aufrecht erhaltene Kompensation von Kreislauf und Respiration haben, was sich jedoch sehr schnell in eine akute Dekompensation wandeln kann. Diese physiologische Besonderheit gibt es bei Erwachsenen nicht und kann somit von Notärzten, die nicht so häufig mit pädiatrischen Notfällen konfrontiert werden, übersehen werden [10]. Diese Unsicherheiten sollen durch gezielte Wissensvermittlung und Kompetenztraining in Fort- und Weiterbildungen verringert werden [3]. In den letzten Jahren wurden die Möglichkeiten zur Fortbildung im pädiatrischen Notfallmanagement stärker ausgebaut, so existiert nun das präklinisch orientierte Kindernotfall-Curriculum der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) sowie Pediatric-Life-Support-Kurse der European Resuscitation Council (ERC) oder der American Heart Association (AHA) [12]. Auch die Einführung von Hilfsmitteln zur Gewichtsbestimmung oder gewichtsadaptierte Medikationstabellen sollen es dem Rettungsdienstpersonal erleichtern, mit Kindernotfällen adäquat umzugehen [8]. Standardisierte Algorithmen sollen in einer Notfallsituation sowohl das strukturierte diagnostische als auch therapeutische Vorgehen erleichtern [8, 11, 13]. Mit zunehmendem Alter des Patienten sowie mit steigender Berufserfahrung des Arztes nimmt die subjektive Sicherheit in Kindernotfallsituationen zu [3].

1.2.1 Algorithmen

Einige Algorithmen erleichtern dem Rettungsdienstpersonal die Einschätzung der Bewusstseinslage und der akuten Gefährdung des Patienten. Um einschätzen zu können, wie gefährdet der Patient ist, wird meist, wie auch beim erwachsenen Patienten, nach den Empfehlungen des European Resuscitation Council das ABC(DE)-Schema angewandt. A steht hierbei für "airway", was die Kontrolle bzw. Verlegungsgefahr der Atemwege inkludiert. Bei B ("breathing") werden Parameter wie Atemfrequenz, Tidalvolumen durch die Thoraxexkursion und Atemgeräusche, Atemarbeit anhand von Nasenflügeln, Einziehungen im Thoraxbereich, Einsatz der Atemhilfsmuskulatur und die Oxygenierung des Kindes beurteilt.

Im Rahmen von C ("circulation") werden Kreislaufparameter wie Herzfrequenz, Blutdruck, Pulsqualität in der Peripherie, Perfusion und Vorlast kontrolliert [13]. Zur Einschätzung der Bewusstseinslage wird neben der Glasgow-Coma-Scale (GCS) auch das einfachere, auch auf jüngere pädiatrische Patienten anwendbare, AVPU-Schema verwendet, das in Abb. 1 abgebildet ist. Hier existieren vier Bewusstseinsstufen: A (alert, wach), V (verbal, Reaktion auf Ansprache), P (pain, Reaktion auf Schmerzreiz), U (unresponsive, keine Reaktion) [13]. Dies erleichtert auch die Einschätzung des Zustandes im Zielkrankenhaus [13]. Die Glasgow-Coma-Scale (Abb. 2) hingegen lässt eine genaue Einschätzung zu einem späteren Zeitpunkt nicht zu, da es sich um eine reine Vergabe von Zahlen handelt. Welche der drei Qualitäten "Augen öffnen, beste verbale Antwort oder beste motorische Antwort" Defizite aufwies, ist für das Zielkrankenhaus ohne nähere Erläuterung unklar.

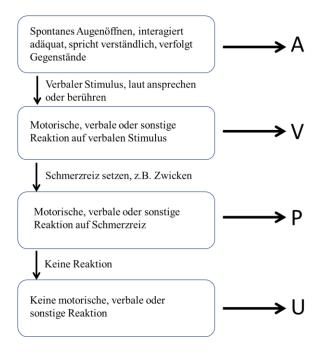


Abbildung 1: AVPU-Schema zur einfachen Beurteilung der kindlichen Bewusstseinslage, adaptiert an Heinzel et al. [13]

Augen öffnen	
Spontan	4 Punkte
Auf Ansprache	3 Punkte
Auf Schmerzreiz	2 Punkte
Überhaupt nicht	1 Punkt
Worte	
Spricht orientiert (Kind: verständlich)	5 Punkte
Verwirrt	4 Punkte
Stammeln	3 Punkte
Unverständliche Laute (Kind: nur Schreien)	2 Punkte
Keine	1 Punkt
Bewegungen	
Befolgt Anweisungen	6 Punkte
Gezielte Reaktion auf Schmerzreiz	5 Punkte
Ungezielte Reaktion auf Schmerzreiz	4 Punkte
Beugekrämpfe	3 Punkte
Streckkrämpfe	2 Punkte
Keine Bewegungen, schlaffer Muskeltonus	1 Punkt
Beurteilung der Gesamtpunktzahl	
Keine spezifischen Maßnahmen erforderlich	15-14 Punkte
Engmaschige Überwachung	13-12 Punkte
Seitenlage, engmaschige Überwachung, Notarztruf	11-9 Punkte
Zusätzliche Vorbereitung von Intubation, Reanimationsbereitschaft und Transport nur mit Arztbegleitung	8-3 Punkte

Abbildung 2: Die Glasgow-Coma-Scale, adaptiert an Kühn et al., Rettungsdienst heute [14]

Sowohl in der Luft- als auch in der Bodenrettung kommt die GCS regelmäßig zur Anwendung [1].

Zur Einschätzung der Verletzungsschwere beziehungsweise der Erkrankungsschwere der Patienten hat sich im Rettungsdienst der NACA-Score (National Advisory Committee for Aeronautics Score, Abb. 3), der in sieben Stufen unterteilt wird, etabliert.

Score	Bedeutung
I	Geringfügige Störung
П	Ambulante Abklärung
Ш	Stationäre Behandlung
IV	Akute Lebensgefahr nicht auszuschließen
V	Akute Lebensgefahr
VI	Primär erfolgreiche Reanimation
VII	Tod

Abbildung 3: Der NACA-Score, adaptiert an Schlechtriemen et al. [5]

Der NACA-Score wird in der präklinischen Rettungsmedizin sehr häufig erhoben und ist auch Bestandteil des in dieser Arbeit analysierten DIVI-Formblattes.

Häufige Ursachen für einen NACA-Score > 4 oder eine GCS < 3 sind beispielsweise das Polytrauma, tiefe Bewusstlosigkeit, komplizierter Fieberkrampf, Status epilepticus, Aspiration, Atemnot oder SIDS [4].

1.2.2 Altersklassen und Erkrankungen

Die Altersverteilung der Kindernotfälle zeigt sich in bereits vorhandenen Studien bimodal mit einem Gipfel im Kleinkindalter und einem weiteren bei den Schulkindern [4]. Die Häufigkeit variiert auch im Laufe eines Jahres erheblich. Besonders in den Monaten Oktober bis April zeigt sich eine höhere Inzidenz von Kindernotfällen [4].

In den meisten Untersuchungen wurden die Kinder in verschiedene Altersgruppen unterteilt und separat auf Notfallcharakter, Krankheitsbild und Interventionen untersucht. Einsätze bei Säuglingen (0 - 1 Jahr) sind mit 22,7 %, Kleinkindern (3 - 6 Jahre) mit 36,6 % und Schulkindern (7 - 14 Jahre) mit 40,8 % vertreten [2, 3]. Die Einteilung der Altersklassen ist jedoch unterschiedlich. So können die Schulkinder in kleine (6 - 9 Jahre) und große (10 - 13 Jahre) Schulkinder aufgeteilt und noch durch Adoleszente (14 - 17 Jahre) ergänzt werden [3]. In manchen Studien bilden Neugeborene (1. Lebensmonat) eine eigene Altersklasse [4].

Traumatologische Notfälle machen insgesamt ein Drittel der pädiatrischen Notfälle aus, die Häufigkeit steigt mit dem Alter und der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr an [11].

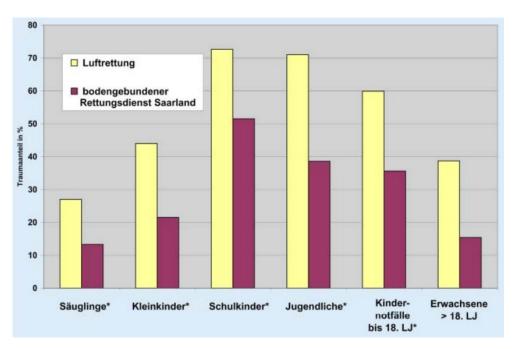


Abbildung 4: Traumaanteil an pädiatrischen Notfällen 2001-2003 [5]

Sowohl der Anteil von Kindern mit einem einfachen Trauma, als auch der Anteil polytraumatisierter Kinder, ist im Luftrettungsdienst signifikant höher als im bodengebundenen Rettungsdienst (Abb. 4). Die einzige Ausnahme stellen polytraumatisierte Säuglinge dar, welche in der Bodenrettung häufiger vorkommen [5].

Die häufigsten Einsatzindikationen sind in der Kategorie traumatologische Notfälle Verbrühungen und banale Verletzungen an den Extremitäten [11].

Auch die Unfallursache wurde in vielen Studien untersucht. Hier zeigt sich, dass der Verkehrsunfall als Beifahrer und der Verkehrsunfall als Fußgänger am häufigsten vorkommen, dicht gefolgt vom Sturzgeschehen und Fahrradunfall. Sonstige Verkehrsunfälle, Unfälle zu Hause oder in der Schule sowie Reitunfälle kommen wesentlich seltener vor [15].

Die Gruppe der respiratorischen Notfälle enthält Erkrankungen wie Asthma, subglottische Laryngitis (Pseudokrupp), Pneumonien, Bronchitiden, Hyperventilation und Aspiration. Sie stellt ein potenziell lebensbedrohliches Krankheitsbild dar [4, 5, 11].

Im Neugeborenenalter sind insbesondere Atemwegserkrankungen häufig repräsentiert. Die meisten Kinder mit respiratorischen Erkrankungen werden der Krankheitsschwere NACA 3 zugeordnet [4]. Kinder sind aufgrund häufiger Atemwegsinfektionen mit daraus resultierender Schwellung der Schleimhäute, einem im Vergleich zu Erwachsenen erhöhten Sauerstoffbedarf und dem geringen Durchmesser des gesamten kindlichen Respirationstrakts zu Atemnotsyndromen prädisponiert. Die respiratorische Hypoxie, die aus einer schlechten Ventilation resultieren kann, ist eine der häufigsten Ursachen für den kindlichen Herz-Kreislauf-Stillstand [11, 16]. Bei Kindern reicht häufig eine Beseitigung der respiratorischen

Problematik aus, um den Patienten zu stabilisieren [16]. Wesentlich in der Behandlung eines bewusstseinsklaren Kindes ist die Beruhigung und Vermeidung eines invasiven Vorgehens sowie der Racheninspektion, da bereits kleine Reizungen zur Schwellung bis hin zu einer respiratorischen Dekompensation führen können [10, 11]. Pädiatrische Patienten haben, im Gegensatz zu erwachsenen Patienten, kaum Sauerstoffreserven, wodurch es zu einer schnelleren respiratorischen Dekompensation kommen kann. Somit ist eine zeitnahe Sicherung der Atemwege sowie eine rasche und suffiziente Beatmung von besonderer Relevanz [11].

Die neurologischen Notfälle im Kindesalter werden von tonisch-klonischen Anfällen, insbesondere dem Fieberkrampf, dominiert [11]. Der Fieberkrampf betrifft vorwiegend Kinder zwischen dem 6. Lebensmonat und dem 6. Lebensjahr und tritt meist im Rahmen eines raschen Fieberanstiegs bei grippalen Infekten auf. Diese Anfälle sind meist selbstlimitierend, sodass der Notarzt hier meist erst im postiktalen Zustand beim Patienten eintrifft [11]. Sobald der Anfall jedoch über 5 - 10 Minuten andauert, kann nicht mehr von einem spontan sistierenden Krampfanfall ausgegangen werden. Die längere Krampfdauer kann sowohl mit einem schlechteren Ansprechen auf die medikamentöse Therapie als auch mit einem schlechteren Outcome des Patienten einhergehen [11]. Bei einem Krampfanfall im Kindesalter sollten neben diesen infektionsassoziierten Anfällen auch metabolische Störungen, Elektrolytentgleisungen, Intoxikationen und auch zerebrale Traumata differentialdiagnostisch betrachtet werden [11]. Seltener sind Kindernotfälle aufgrund von Epilepsie oder Meningitis. Neurologische Erkrankungen finden sich besonders häufig im Kleinkindalter, meist werden sie der Kategorie NACA 3 zugeordnet [4].

Kardiozirkulatorische Notfälle im Kindesalter sind seltener. Diese beinhalten Krankheitsbilder wie orthostatische Dysregulationen, die sich meist als Synkope ausdrücken oder auch kardiozirkulatorische Veränderungen infolge allergischer Reaktionen [4, 5]. Synkopen werden meist als NACA 1 oder 2 eingeteilt. Oft kann dabei auf den Transport verzichtet, oder der Patient nach ambulanter Betreuung noch am selben Tag entlassen werden [4]. Allergische Reaktionen hingegen stellen ein gefährliches Krankheitsbild in der präklinischen Notfallmedizin dar und werden meist als NACA 3-4 eingestuft. Der Altersdurchschnitt bei kardiozirkulatorischen Notfällen liegt mit 8,8 Jahren deutlich höher als bei respiratorischen oder neurologischen Erkrankungen [4]. Die orthostatische Dysregulation dominiert sowohl im Schulkindalter als auch bei Jugendlichen in der bodengebundenen Rettungsmedizin [5].

Nicht zu vernachlässigen ist die Notfallkategorie der Intoxikationen. Diese treten mit 2,4 % im Kindesalter eher selten auf. Es handelt sich bevorzugt um Alkohol- oder

Medikamentenintoxikationen (12. - 14. Lebensjahr) sowie akzidentelle Intoxikationen, die meist jüngere Kinder betreffen (1. - 6. Lebensjahr). Der Schweregrad der Intoxikationen kann sehr stark variieren [4]. Die Intoxikationen werden in machen Studien zur Erleichterung der Untersuchungen bei den Berechnungen der psychiatrischen Erkrankungen mitberechnet [5]. Die psychiatrischen Notfälle und Intoxikationen, die sich besonders im Jugendalter manifestieren, sind im bodengebundenen Rettungsdienst signifikant häufiger zu versorgen als in der Luftrettung [5].

1.2.3 Behandlungsmaßnahmen

Auch die Behandlungsmaßnahmen unterscheiden sich bei Kindern maßgeblich im Vergleich zu Erwachsenen.

Der Anteil der Patienten, die eine Medikation durch den Notarzt erhalten, steigt mit dem Alter des Kindes deutlich an, in der Flugrettungsmedizin bekommen signifikant mehr Patienten Medikamente verabreicht [2]. Auch die Applikationsform variiert erheblich zwischen den verschiedenen Altersklassen. Während die Medikation im Säuglings- und Kleinkindalter noch am häufigsten rektal verabreicht wird, dominiert im Schulkindalter bereits die intravenöse Gabe [2].

Bei frustranen intravenösen Punktionsversuchen kann auch die intraossäre Punktion zur Anwendung kommen, um mögliche Therapieverzögerungen zu verhindern. Nach einminütigem Versuch der intravenösen Punktion wird die intraossäre Punktion als Standardnotfallzugang empfohlen. Schon beim ersten Versuch haben intraossäre Zugänge eine sehr hohe Erfolgsrate von 94 %, unabhängig vom Patientenalter [17].

Wie in Abb. 5 zu erkennen ist werden die Vitalparameter sowohl in boden- als auch in luftgebundener Rettungsmedizin nicht immer vollständig erhoben. So werden im Flugrettungsdienst Werte wie Temperatur oder Atemfrequenz sehr selten dokumentiert, obwohl hier die Häufigkeit der Dokumentation mit dem Schweregrad der Erkrankung/Verletzung ansteigt. Sauerstoffsättigung, Blutdruck und Herzfrequenz wurden deutlich häufiger dokumentiert und die Beurteilung des Bewusstseinszustandes mittels der GCS wurde bei allen Patienten durchgeführt [6].

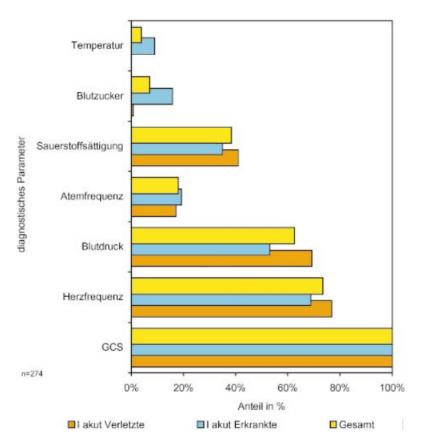


Abbildung 5: Interventionen zur Diagnostik im Luftrettungsdienst [6]

Auch in der Gabe von Sauerstoff finden sich zwischen luft- und bodengebundenen Rettungsmitteln signifikante Unterschiede, zudem steigt sie mit dem Patientenalter deutlich an [3]. Bei der Sauerstoffgabe handelt es sich um eine der wichtigsten Maßnahmen im Kindesalter. Ab einer Sättigung von unter 92 % sollte Sauerstoff appliziert werden. Hierbei kann entweder eine Nasenbrille oder eine Gesichtsmaske verwendet werden [13]. Sollten diese Maßnahmen nicht zu einer adäquaten Steigerung der Sauerstoffsättigung führen oder sollte bereits eine Zyanose vorliegen, lässt sich die Sauerstoffsättigung durch das Verwenden eines Sauerstoffreservoirs und Ausatemventilen zusätzlich zur Atemmaske erhöhen [13]. Falls auch diese Maßnahmen nicht ausreichen sollten, muss mit einer assistierten Masken-Beutel-Beatmung begonnen werden, um die Respiration zu stabilisieren [13].

Die kardiopulmonale Reanimation (CPR) ist in der präklinischen Kindernotfallmedizin ausgesprochen selten (0,9 - 3,0 %) [2–4]. Mögliche Ursachen die zur Reanimation führen können, sind das "sudden infant death syndrome" (SIDS), das Polytrauma, Aspiration oder auch die Kardiomyopathie [4]. Da der Herz-Kreislauf-Stillstand beim Kind meist durch eine Hypoxie verursacht wird und pädiatrische Patienten eine deutlich geringere Apnoetoleranz haben als Erwachsene, muss hier ein besonderes Augenmerk auf die Oxygenierung gelegt werden [10, 11]. Zu komplizierte altersspezifische Algorithmen haben einen negativen Einfluss

auf das Outcome des Patienten [17]. Hinsichtlich der Verteilung von Herzdruckmassage und Beatmung erfolgen beim Kind zunächst fünf initiale Beatmungshübe, danach wird im Rhythmus 15:2 reanimiert. Bei Neugeborenen, direkt nach der Geburt, wird im Verhältnis 1:3 verfahren.

Auch die endotracheale Intubation, die intraossäre Kanülierung und die Anlage einer Thoraxdrainage wurden sehr selten durchgeführt [3]. Bei der endotrachealen Intubation handelt es sich um einen invasiven Eingriff, der bei mit konservativen Maßnahmen nicht zu beherrschender und vital gefährdender respiratorischer Insuffizienz oder auch bei Gefahr der Aspiration aufgrund fehlender Schutzreflexe, Möglichkeit der Verletzung der Atemwege durch ein schweres Trauma, oder ähnlichem, eingesetzt werden soll. Eine hohe Erfolgsrate und Sicherheit bei der Intubation pädiatrischer Patienten ist erst nach etwa 100 Einsätzen gewährleistet, weswegen auch bei dieser Patientengruppe die Masken-Beutel-Beatmung als primäre Möglichkeit der Atemwegssicherung und Oxygenierung gut beherrscht werden sollte [17].

Auch im Kindesalter hat eine zeitnahe und adäquate Schmerztherapie hohe Priorität [11]. Dies stellt den Notarzt erneut vor große Herausforderungen: Das Legen eines peripher-intravenösen Zugangs beim agitierten Kind, die gewichtsadaptierte Medikamentendosierung und die Beruhigung der aufgeregten Eltern sind nur wenige davon [4, 11]. Auch beim Kindernotfall sind, analog zum Notfall beim Erwachsenen, die Grundlagen der Traumatherapie, das ATLS-Primary Survey (ABCDE-Schema) mit Fokus auf Schmerztherapie und Beruhigung des Kindes, zu befolgen. Bei kritischen Situationen, in denen die Anlage eines peripheren Zugangs nicht möglich ist, kann auch auf einen intraossären Zugang zurückgegriffen werden. Der am häufigsten verwendete Punktionsort ist hier die mediale Fläche der proximalen Tibia [11]. Die Behandlung der Schmerzen beim präklinischen Kindernotfall weist häufig Defizite auf, Kinder erhalten bei gleichen Verletzungen oft deutlich weniger gewichtsadaptierte Analgetika als Erwachsene [11].

1.2.4 Zeitintervalle und Krankenhausaufenthalt

Um die Zeiten der pädiatrischen Notfälle zu untersuchen, muss die Gesamtzeit in Zeitintervalle untergliedert werden, diese werden in Abb. 6 dargestellt. Das Intervall A stellt die Zeit zwischen Alarmierung der Rettungskräfte und dem Ausrücken dar. Intervall B bestimmt die Zeit zwischen Ausrücken und Ankunft vor Ort, C stellt die Therapiezeit bis zur Abfahrt dar und D

die Transportzeit des Patienten bis zur Ankunft am Zielklinikum. E stellt die Gesamtzeit von Alarmierung bis Ankunft in der Notaufnahme dar [18].

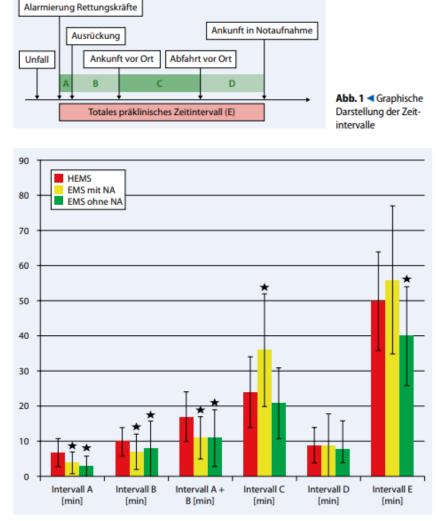


Abbildung 6: Mittlere Zeitintervalle in Minuten [min] in Abhängigkeit vom Transportmittel [18]

In dieser Studie zeigt die Anfahrtszeit zwischen beiden Rettungsmitteln keinen signifikanten Unterschied, die Behandlungsdauer war in der Luftrettung signifikant kürzer. Die Luftrettung (HEMS) benötigt im Durchschnitt 50 Minuten für den gesamten Einsatz, die bodengebundenen Rettungsmittel (EMS) 59 Minuten [18, 19]. Die Gesamtzeit der Einsätze variiert außerdem stark zwischen den verschiedenen Rettungsmitteln [18, 19].

Die Transportdistanz pädiatrischer Patienten mit Trauma wird von Schmidt et al. und Günkel et al. untersucht. Hier zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln. Das NEF transportiert die Patienten vorwiegend in 5,9 - 10 Kilometer weit entfernte Zentren. Der Rettungshubschrauber transportiert die Patienten am häufigsten in 20 - 34 Kilometer weit entfernte Zentren, bis zu 70 Kilometer werden in den Untersuchungen verzeichnet [15, 18].

61,3 % der Kinder werden nach dem Transport stationär aufgenommen, 2 % müssen intensivmedizinisch betreut werden [4]. Die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer bis zum Entlasszeitpunkt beträgt laut einer Studie von Nagele et al. 4,9 Tage [4].

Der Zustand des Kindes zum Entlasszeitpunkt wird in drei Kategorien eingeteilt: Restitutio ad integrum, gebessert, was unter anderem posttraumatische Defektheilung oder vorzeitige Entlassung der Kinder auf Wunsch der Eltern beinhaltet, und Exitus [4].

1.3 Struktur des bayerischen Notarztsystems

Die rettungsdienstliche Versorgung der bayerischen Bevölkerung wird durch Rettungswachen, sogenannte "Stellplätze", sowie Notarztstandorte und Luftrettungsstandorte sichergestellt. Stellplätze sind Orte, die nur temporär mit einem Rettungswagen besetzt sein müssen, während an Rettungswachen und Notarztstandorten das gesamte Jahr über zumindest ein Rettungstransportwagen (RTW) bzw. ein Notarzteinsatzfahrzeug (NEF) oder ein Notarztwagen (NAW) positioniert sein muss. Der Rettungstransporthubschrauber fliegt im Allgemeinen nur tagsüber, da die meisten Helikopter für Flüge im Dunkeln nicht ausgerüstet sind [20].

In Deutschland stiegen die Anrufzahlen bei den Leitstellen zwischen den Jahren 1994/95 und 2000/01 um mehr als 50 % an, die Einsätze in der Notfallrettung verzeichneten einen Anstieg von 22 %. Die Zahl der Einsätze stieg zwischen den Jahren 2004/05 und 2008/09 weiter von 10,2 Mio. auf 11,8 Mio. Dies ist im Wesentlichen auf den demographischen Wandel und die steigende Alterstendenz zurückzuführen. Bis zum Jahr 2050 ist eine weitere Steigerung der Notarzteinsätze von bis zu 56 % zu erwarten [21].

Bodengebundene Rettungsmittel unterteilt man in Krankentransportwagen (KTW), der für die Beförderung von stabilen Nichtnotfallpatienten zuständig ist und im Allgemeinen nicht mit dem Notarzt zusammenarbeitet, den Rettungstransportwagen (RTW), der für Behandlung und Transport von Notfallpatienten zuständig ist und, falls benötigt, im Rahmen eines "Rendezvous Systems" einen mit einem Notarzteinsatzfahrzeug ankommenden Notarzt mitnehmen kann, das Notarzteinsatzfahrzeug (NEF), welches für den Akutfall sehr gut medizinisch ausgestattet ist, jedoch keine Patienten transportieren kann und somit immer mit einem RTW zusammenarbeitet, sowie den Notarztwagen (NAW), der einem immer mit einem Notarzt besetzten und sehr gut ausgerüsteten RTW entspricht [14]. Zudem existieren in Bayern noch 16 Luftrettungsmittel, Wasserrettungsmittel und Spezialrettungsmittel wie beispielsweise Motorschlitten oder Geländefahrzeuge für die Bergung und Versorgung der Patienten im Gelände [14].

Anhand des Bayerischen Rettungsdienstgesetzes (Art. 4 BayRDG) wurden die 71 Landkreise und 25 kreisfreien Städte Bayerns in 26 Rettungsdienstbereiche (RDB) unterteilt, diese sind in Abb. 7 zu erkennen [20]. Jeder dieser Rettungsdienstbereiche hat zur Disposition der Notfälle eine Integrierte Leitstelle (ILS). Diese nimmt alle unter der europaweit gültigen Notrufnummer 112 eintreffenden Anrufe entgegen und leitet die Informationen an Rettungsdienst und Feuerwehr weiter.

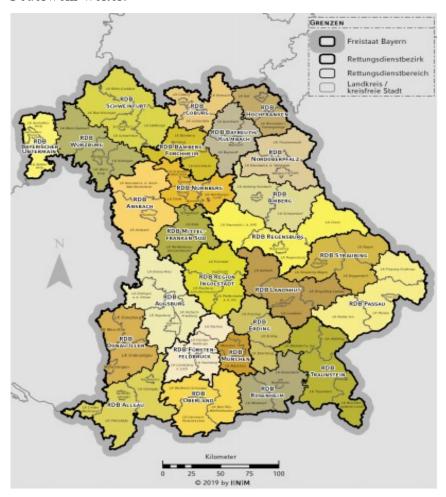


Abbildung 7: Übersicht der Rettungsdienstbereiche und der zugehörigen Gebietskörperschaften in Bayern [20]

In Bayern leben auf einer Fläche von 70.550 km² 13,08 Millionen Menschen (Stand 2019), deren Versorgung durch die 26 Rettungsdienstbereiche gewährleistet werden muss [20]. In jedem dieser Bereiche sind sowohl Rettungswachen, Stellplätze als auch Notarztstandorte etabliert. Luftrettungsstandorte gibt es bisher nicht in jedem Bereich, die Tendenz ist allerdings steigend [20]. Insbesondere die Luftrettung hat seit dem Jahr 2006 deutlich an Relevanz gewonnen. Während im Jahr 2006 insgesamt 13 Rettungstransporthubschrauber und Intensivtransporthubschrauber in Bayern im Einsatz waren, waren es im Jahr 2016 schon 16, davon 12 Rettungstransporthubschrauber und 4 Intensivtransporthubschrauber [20, 22].

Bereits hier ist ersichtlich, von welch hoher Relevanz die Disposition der Rettungsmittel für die optimale Versorgung der Patienten ist. Dafür ist die ILS zuständig. Eine rasche Versorgung der Patienten ist nur möglich, wenn die Notrufe schnellstmöglich angenommen, eingeschätzt und an die Rettungsmittel vergeben werden [23]. Um diese Aufgabe zu erfüllen, bedarf es gut ausgebildeter Mitarbeiter, die auch in schwierigen Situationen adäquat handeln, sowie einer optimalen technischen Ausrüstung sowohl in der Leitstelle als auch an den jeweiligen Standorten und Fahrzeugen [23].

Kindernotfälle werden in der Regel vom normalen Rettungsdienst behandelt. In München hingegen ist ein spezieller Kindernotarztdienst eingerichtet. Dieser wird von mehreren Kliniken zusammen organisiert. Die eingesetzten Ärzte stammen aus den Fachrichtungen (Kinder-) Anästhesie, Kinderchirurgie und Pädiatrie und müssen die Qualifikationen nachweisen, die für die Teilnahme am Notarztdienst gefordert werden [24, 25].

Seit dem Beginn des Kindernotarztdienstes stieg die Anzahl der Einsätze deutlich an. Nach Einführung des Kindernotarztes im Jahr 1988 wurden in München 131 Einsätze dokumentiert, bis zum Jahr 1998 stieg die Zahl auf jährlich 1.803 Einsätze an, seit diesem Zeitpunkt ist die Zahl der Einsätze nahezu konstant (Abb. 8) [25].

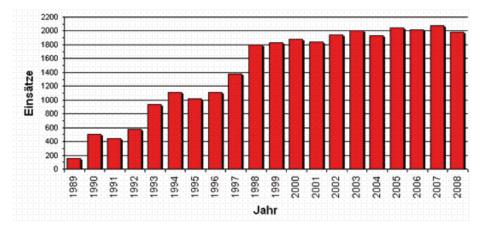


Abbildung 8: Kindernotarzt-Einsätze 1988-2008 in München [25]

1.4 Struktur des Notarztsystems am Klinikum Traunstein

Die Notarztgemeinschaft Traunstein setzt sich aus vielen am Klinikum Traunstein in verschiedenen Fachrichtungen tätigen und notfallmedizinisch ausgebildeten Ärztinnen und Ärzten zusammen. Der Rettungsdienst arbeitet eng mit dem Klinikum Traunstein und naheliegenden Kliniken zusammen [26]. Die Notärzte stammen aus den Fachrichtungen Anästhesiologie, Chirurgie und Innere Medizin. Die Verwaltung und Organisation der Notarztgemeinschaft findet unabhängig vom Klinikum Traunstein statt [26].

Am Standort Traunstein sind ein Notarzteinsatzfahrzeug (NEF, RK Traunstein 76/1), ein Rettungstransporthubschrauber (RTH, Christoph 14) und ein Verlegungseinsatzfahrzeug (VEF, Johannes Traunstein 78/1) positioniert. NEF und RTH werden durch das Bayerische Rote Kreuz betrieben, VEF durch den Malteser Hilfsdienst [26].

Die Disposition der Rettungsmittel findet durch die Rettungsleitstelle Traunstein statt [26].

Über die bereits genannten Voraussetzungen zur Teilnahme am Notarztdienst hinaus werden durch die Notarztgemeinschaft Traunstein zusätzliche Qualifikationen gefordert. Notfallmedizinische Berufserfahrung einschließlich intensivmedizinischer Weiterbildung sind obligat [26].

Auf dem RTH sind die Anforderungen an den Notarzt noch höher. Dieser muss eine Ausbildung zum Facharzt vorweisen bzw. in seiner Facharztausbildung sehr weit fortgeschritten sein. Gefordert wird außerdem eine einjährige Tätigkeit als Notarzt in bodengebundenen Fahrzeugen sowie eine 12-stündige Ausbildung am Bergetau [26].

1.5 Transportmittel

1.5.1 Christoph 14 Traunstein

Seit Anfang der 1970er Jahre wurde zur Ergänzung der Bodenrettung in der gesamten Bundesrepublik Deutschland ein flächendeckendes Luftrettungssystem etabliert [27].

Die RTH-Station Christoph 14 zählt zu den größten Luftrettungsstandorten Deutschlands. Jährlich werden von hier aus etwa 1.500 Einsätze geflogen. Die Einsatzzeiten von Christoph 14 beschränken sich, wie bei den meisten anderen RTHs auch, auf 07:00 Uhr morgens bis Sonnenuntergang [26]. Seine Hauptaufgabe ist es, den Notarzt schnell zu Notfällen in bis zu 60 Kilometer Umkreis zu transportieren. Er wird auch im Rahmen von Großschadensereignissen zur Verwendung gebracht, oft auch grenzübergreifend über Landkreis- und Rettungszweckverbandsgrenzen hinweg [26].

Bei Christoph 14 handelt es sich um einen Zivilschutzhubschrauber. Betreiber der Station ist die Landesgeschäftsstelle des BRK. Der Pilot wird von der Fliegerstaffel Süd der Bundespolizei Oberschleißheim gestellt, die Notärzte stellt die Notarztgemeinschaft Traunstein [26, 28].

Das Einsatzgebiet von Christoph 14 befindet sich in einem Umkreis von circa 60 Kilometer um den Luftrettungsstandort Traunstein. Der Radius ist in Abb. 9 zu erkennen und umfasst auch länderübergreifende Einsätze in die Bereiche der Leitstellen Innviertel, Oberösterreich, Salzburg und Tirol [28].

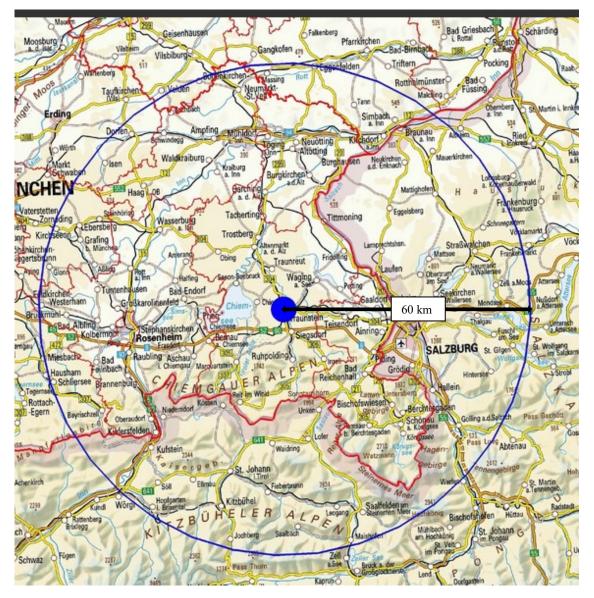


Abbildung 9: Einsatzgebiet des RTH Christoph 14, adaptiert an BRK, Christoph 14 [28]

Eine Besonderheit besteht darin, dass Christoph 14 durch seine Stationierung in Traunstein, unweit der bayerischen Alpen, des Chiemsees und vieler weiterer Seen, häufig bei Berg- und Wasserrettungseinsätzen eingesetzt wird, weswegen er mit einem speziellen Bergetau-System ausgestattet ist [26]. 15 % der jährlichen Einsätze von Christoph 14 befinden sich im Gebirge. Hier ist eine besondere Zusammenarbeit mit der Bergwacht Bayern von Bedeutung [28]. In alpinem Gelände kann der RTH entweder direkt zum Einsatzort fliegen, einen Suchflug starten oder einen Zwischenhalt bei der Bergwacht machen, um die Lage zu besprechen und einen erfahrenen Bergretter mitzunehmen. Über einen möglichen Einsatz des Rettungstaus wird vor Ort entschieden [28]. Auch hier sollte der Patient möglichst schnell erreicht werden, um das Outcome zu optimieren. Hierzu wird ein Zeitintervall <20 Minuten für die Anfahrt vorgesehen [29].

Im Falle einer Wasserrettung ist die enge Kooperation mit der Wasserwacht von großer Bedeutung [28].

1.5.2 Transport mittels bodengebundener Fahrzeuge

Das Notarzteinsatzfahrzeug Traunstein arbeitet nach dem bereits genannten Rendez-vous System. Es ist 24-stündig mit einem Notarzt und einem Rettungssanitäter oder Rettungsassistenten besetzt und für Primäreinsätze zuständig. Es wird zum Transport immer auch ein RTW alarmiert, dieser transportiert dann den Patienten ins Krankenhaus. Sollte der Krankheitszustand des Patienten die Begleitung eines Notarztes verlangen, begleitet dieser die Fahrt, das NEF folgt dem RTW zum Zielkrankenhaus [14]. Das NEF Traunstein deckt die Stadt selbst und die umliegenden Gemeinden in einem Radius von bis zu 10 Kilometern ab [26]. Die durchschnittliche Einsatzhäufigkeit liegt bei 1.300 Einsätzen pro Jahr [26].

1.6 Disposition, Zeitmanagement und Verteilungssystem

1.6.1 Aufbau

In ganz Bayern sind flächendeckend Integrierte Leitstellen eingerichtet. Sie dienen der Annahme von Notrufen über die europaweit gültige Notrufnummer 112 und der schnellen und kompetenten Verteilung an die Rettungsmittel von Rettungsdienst und Feuerwehr [22]. Zu den Tätigkeitsbereichen eines Disponenten gehören auch die Koordination von Einsatzkräften aus Rettungsdienst, Feuerwehr und Katastrophenschutz bei einem MANV oder einem anderen Großschadensereignis [23]. Somit stellt die Integrierte Leitstelle einen zentralen Teil des vor mehr als 40 Jahren definierten Begriffs der Rettungskette dar und verbindet alle nichtpolizeilichen Hilfsangebote [21].

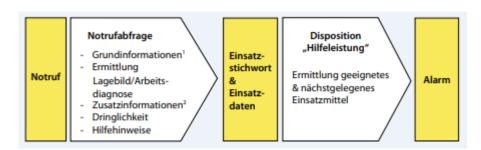


Abbildung 10: Prozess der Notrufabfrage und Fahrzeugdisposition, adaptiert an Kumpch et al. [21]

Die in einer integrierten Leitstelle arbeitenden Mitarbeiter sind durch eine fundierte Ausbildung sehr gut geschult. Zur Ausübung der Funktion eines Disponenten bedarf es einer rettungsdienstlichen sowie einer feuerwehrtechnischen Ausbildung. Hinzu kommen Fort- und Weiterbildungen zum "Disponent Integrierter Leitstellen" bezüglich Notrufabfrage, Alarmierung und Unterstützung der Einsatzkräfte während des gesamten Einsatzes [22]. Der Disponent muss auch über fundiertes Wissen in Leitstellentechnik und IT-Bereich verfügen sowie regionale Kenntnisse aufweisen [23]. Der Disponent muss in der Lage sein, trotz des möglicherweise agitierten Anrufers, einen echten Notfall von einem unkritischen Ereignis zu differenzieren und adäquat und schnell zu handeln [23].

Für die richtige Einschätzung eines Notfalls ist eine strukturierte Notrufabfrage ein zentraler Aspekt der Leitstelle (Abb. 10). Die Ermittlung einer möglichst genauen Diagnose durch eine spezifische Symptomabfrage ist von hoher Relevanz [21]. Es ist Aufgabe des Disponenten adäquat zu handeln, trotz Störfaktoren wie Zeitdruck, emotional belastetem Anrufer und dessen subjektiver Einschätzung der Erkrankungs-/ Verletzungsschwere sowie dynamischen Veränderungen am Notfallort und die zum Notfall passenden Rettungsmittel zu informieren [21]. Zu diesem Zweck ist in die in der Leitstelle verwendete Software ein standardisiertes Notrufabfrageprotokoll integriert. Darüber kann sich der Disponent anhand standardisierter Schlüsselfragen in kurzer Zeit ein Bild über den Zustand des Patienten verschaffen und alle rettungstechnisch relevanten Informationen erhalten. Durch die Standardisierung werden wichtige Fragen, da unabhängig von der Tagesform des Disponenten, nicht vergessen. Durch die Überprüfbarkeit der vom Disponenten erhobenen Daten besteht für diesen auch eine gewisse Rechtssicherheit. Gleichwohl sollte der Disponent in der Lage sein, vom Protokoll abzuweichen, um individuell auf Anrufer eingehen zu können [23].

In der Primärversorgung von Patienten mit zeitkritischen Erkrankungen, wie beispielsweise Schlaganfall, Herzinfarkt oder schwerem Schädel-Hirn-Trauma, soll die Anfahrts-, Versorgungs- und Transportzeit so kurz wie möglich gehalten werden, um den Patienten schnell seinen Erkrankungen/ Verletzungen entsprechend behandeln zu können. Hierfür wurde eine Frist von 60 Minuten eingeführt. Auch hier spielt die Disposition, die für die optimale Planung, das Losschicken der entsprechenden Rettungsmittel und die Auswahl eines nahe gelegenen, aber auch für die Erkrankung des Patienten am besten geeigneten Zielkrankenhauses zuständig ist, eine große Rolle [21].

Die "Integrierte Leitstelle Traunstein" dient der Strukturierung der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr im Landkreis Traunstein und den naheliegenden Landkreisen Altötting, Berchtesgadener Land und Mühldorf am Inn.

Im Jahr 2016 wurden 16.527 Notarzteinsätze, 16.812 Notfalleinsätze, 1.373 Einsätze des RTH Christoph 14, 613 arztbegleitete Patiententransporte und 2019 Einsätze für die benachbarten

Leitstellen von der ILS Traunstein dokumentiert. Zudem wurden 42.344 Krankentransporte, 926 Einsätze in alpinem Gelände und 110 Wasserrettungseinsätze von der ILS Traunstein geleitet. Es wurden außerdem 5.774 Feuerwehreinsätze dokumentiert. In der Summe wurden im Jahr 2016 248.284 in der ILS Traunstein eingehende Anrufe bearbeitet, was durchschnittlich 690 Notrufen pro Tag entspricht [30].

1.6.2 Die strukturierte Notfallabfrage und das Advanced-Medical-Priority-Dispatch-System (AMPDS)

Es wird zunehmend diskutiert, ob eine zu großzügige Disposition einen Anstieg von Fehleinsätzen mitverantwortet [31]. Eine strukturierte Notfallabfrage durch Disponenten soll möglichen Fehleinsätzen entgegenwirken. Diese wird regelmäßig aktualisiert und durch den Rettungsdienstausschuss Bayern veröffentlicht. Die im Folgenden besprochene Notfallabfrage für die ILS Bayern wurde am 27.03.2017 verabschiedet [22].

Der erste Schritt befasst sich mit der Notrufannahme. Hier sollen die Fragen "wer?", "wo?" und "was?" geklärt werden. Diese drei Fragen ermöglichen es dem Disponenten zu erkennen, ob es sich um einen feuerwehrtechnischen und/oder rettungsdienstlichen Einsatz handelt oder ob kein akuter Notfall vorliegt. Handelt es sich um einen rein rettungstechnischen Notfall muss geklärt werden, ob der Patient akut vital gefährdet ist. Hierfür werden die Schlüsselfragen anhand des ABCD- Schemas verwendet, wobei A für Atmung, B für Bewusstsein, C für Herz-Kreislauf und D für Neurologisches Defizit steht. Falls in einem der genannten Punkte Auffälligkeiten bestehen, kann der Disponent via Telefon Anweisungen zur Erstversorgung geben. Falls keine Auffälligkeiten vorliegen, wird das Gespräch mit dem Hinweis, sich bei Veränderungen erneut zu melden, beendet [22].

Im gesamten deutschsprachigen Raum kommt zur Notrufabfrage auch das Advanced-Medical-Priority-Dispatch-System (AMPDS-System) zur Verwendung. Auch mit diesem System wird versucht, die Telefonabfragen und Rettungsmitteldisposition weitgehend zu standardisieren und somit die Rate der Fehleinsätze bzw. Übertriagierungen zu senken. Hierfür existiert ein auf Folien aufgedrucktes Abfrageschema, das sogenannte Klappkartensystem. Dieses entspricht den oben genannten Schlüsselfragen. Es soll den Disponenten beim Erkennen von unmittelbarer Lebensbedrohung, Symptomabfrage und Rettungsmitteldisposition unterstützen. Dieses Schema ermöglicht eine Zuordnung zu einem von 32 Leitsymptomen. Am Ende dieser Abfrage ergibt sich ein Einsatzcode, der die Dringlichkeit der Notfallsituation miteinbezieht [31].

Die Disposition von luftgebundenen Rettungsmitteln erweist sich auch heute noch als problematisch. Da besonders die Luftrettung über nur wenige Ressourcen verfügt, muss gerade hier größter Wert auf einen gezielten Einsatz gelegt werden. Der RTH ist insbesondere durch seine Geschwindigkeit und seine Unabhängigkeit vom Straßennetz von größtem Nutzen, besonders falls ein Patient in eine weiter entfernte Klinik transportiert werden muss. Vor allem traumatisierte und polytraumatisierte Patienten ziehen laut einer Studie von Tiamfook-Morgan et al. aus luftgebundenen Rettungsmitteln deutlichen Nutzen [32].

1.6.3 Notarztindikationskatalog

Um dem Disponenten die Entscheidung zum Einsatz eines Notarztes im Rahmen eines Rettungseinsatzes zu erleichtern, wurde von der Bundesärztekammer im Jahr 2001 ein bundesweit einheitlicher "Indikationskatalog für den Notarzteinsatz" veröffentlicht. Dieser wurde im Jahr 2013 überarbeitet. Unter Bezugnahme auf den allgemeinen Zustand des Patienten (Tabelle 1) und bezogen auf die Art des Notfalls/Unfalls (Abbildung 11) soll Klarheit bezüglich des Einsatzes eines Notarztes in der präklinischen Notfallversorgung gewonnen werden [33].

Funktionen	Zustand	Beispiel
Bewusstsein	Reagiert nicht oder nicht adäquat auf Ansprechen und Rütteln	Schädel-Hirn-Trauma (SHT), Schlaganfall, Vergiftungen, Krampfanfall, Koma
Atmung	Keine normale Atmung, ausgeprägte oder zunehmende Atemnot, Atemstillstand	Asthmaanfall, Lungenödem, Aspiration
Herz/Kreislauf	Akuter Brustschmerz, ausgeprägte oder zunehmende Kreislaufinsuffizienz, Kreislaufstillstand	Herzinfarkt, Angina pectoris, Akutes Koronarsyndrom (ACS), Herzrhythmusstörungen, hypertone Krise, Schock
Sonstige Schädigungen mit Wirkung auf die Vitalfunktionen	Schwere Verletzung, schwere Blutung, starke akute Schmerzen, akute Lähmungen	Thorax-/Bauchtrauma, SHT, größere Amputationen, Ösophagusvarizenblutung, Verbrennungen, Frakturen mit deutlicher Fehlstellung, Pfählungsverletzungen, Vergiftungen, Schlaganfall
Schmerz	Akute starke und/oder zunehmende Schmerzen	Trauma, Herzinfarkt, Kolik

Tabelle 1: Indikationskatalog für den Notarzteinsatz unter Bezug auf den Patientenzustand, adaptiert an den Indikationskatalog der Bundesärztekammer [33]

Schwerer Verkehrsunfall mit Hinweis auf Verletzte

Sonstiger Unfall mit Schwerverletzten

Unfall mit Kindern

Brände/Rauchgasentwicklung mit Hinweis auf Personenbeteiligung

Explosionsunfälle mit Hinweis auf Personenbeteiligung

Thermische oder chemische Unfälle mit Hinweis auf Personenbeteiligung

Strom- oder Blitzunfälle

Ertrinkungs- oder Tauchunfälle oder Eiseinbruch

Einklemmung oder Verschüttung

Drohender Suizid

Sturz aus Höhe (≥3 m)

Schuss-/Stich-/Hiebverletzungen im Kopf-, Hals- oder Rumpfbereich

Geiselnahme, Amoklage oder sonstige Verbrechen mit unmittelbarer Gefahr für Menschenleben

Unmittelbar einsetzende oder stattgefundene Geburt

Vergiftungen mit vitaler Gefährdung

Abbildung 11: Indikationskatalog für den Notarzteinsatz – notfallbezogene Indikationen, adaptiert an den Indikationskatalog der Bundesärztekammer [33]

Unter Verwendung der strukturierten Notrufabfrageschemata begründet der Notarztindikationskatalog die Notarztalarmierung. Das Leitstellenpersonal hat jedoch in begründeten Einzelfällen die Möglichkeit, von den hier aufgeführten Notarztindikationen abzuweichen [33].

1.7 Zielkrankenhäuser und Spezialisierungen

Notfälle, die zu einer Alarmierung der bodengebundenen Rettungsmittel des Standortes Traunstein führen, werden hauptsächlich ins Klinikum Traunstein transportiert. Neben einer normalen Notfallversorgung, im Rahmen derer Ärzte aus verschiedenen Fachdisziplinen zusammenarbeiten, bietet das Klinikum Traunstein ein überregionales Traumazentrum für Schwerstverletzte, eine Stroke-Unit für Patienten mit Verdacht auf Schlaganfall und eine Chest-Pain-Unit für Patienten mit Brustschmerzen an. Auch gibt es im Klinikum Traunstein eine Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, eine Level-1 neonatologische Intensivstation, eine Großkinderintensivstation, eine Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe, Unfallchirurgie, Neurochirurgie und eine Kinderchirurgie. Somit ist eine optimale Versorgung von nahezu allen Patienten möglich [34].

Andere mögliche Zielkliniken sind das Klinikum Bad Reichenhall, das Klinikum Berchtesgaden, das Klinikum Trostberg, das Klinikum Freilassing und das Klinikum Ruhpolding. Alle diese Kliniken gehören zu dem Verbund "Kliniken Südostbayern", das

Klinikum Traunstein stellt das mit Abstand größte Klinikum, das besonders auf Notfälle spezialisiert ist, dar. Bei all den genannten Kliniken handelt es sich um akademische Lehrkrankenhäuser der Ludwig-Maximilians-Universität München [35].

Der Rettungstransporthubschrauber Christoph 14 kann Patienten auch in Kliniken transportieren, die weiter entfernt gelegen sind und andere Kompetenzzentren aufweisen. So werden beispielsweise schwerstverbrannte Patienten nach Murnau oder nach München transportiert. Das Klinikum Schwabing und das Dr. von Haunersche Kinderspital in München weisen außerdem Kinderschwerstverbranntenbetten auf [36]. Auch die Kliniken Harlaching und Großhadern in München sowie das Klinikum Salzburg werden häufig angeflogen.

Entsprechend der jeweiligen Diagnose und des Zustands des Patienten wird vom Notarzt in Rücksprache mit der Leitstelle ein geeignetes Zielkrankenhaus ausgewählt.

1.8 Potenzielle Defizite im aktuellen Notarztsystem und insbesondere bei pädiatrischen Notfällen

Einige potentielle Defizite im aktuellen Notarztsystem wurden bereits im vorherigen Kapitel angesprochen. Durch die emotionale Belastung der Notärzte, einerseits bedingt durch die Seltenheit von pädiatrischen Notfällen [2–7], was zu einer verminderten und allein durch den Notarztdienst nicht kompensierbaren Routine führt [3, 10, 11] und andererseits durch den durch die Eltern des Patienten ausgeübten Druck [4, 10], kann es zu Fehlern in der Behandlung der Patienten kommen. Anatomische und physiologische Besonderheiten im Kindesalter erschweren die Therapie der betroffenen Patienten. Die Medikation muss an das Gewicht des Kindes adaptiert werden [11], die Atemwege sind schmaler und empfindlicher [10] und die schnelle Dekompensation der Kinder aus einem scheinbar stabilen Zustand heraus erschwert die Tätigkeit weiterhin [11].

Auch das Fehlen eines einheitlichen Indikationskatalogs zur Disposition des Rettungshubschraubers könnte zu Fehlentscheidungen des Disponenten führen. Disponenten müssen entscheiden, welches Rettungsmittel zum Einsatz kommt und dürfen sich nicht durch den, besonders bei Kindernotfällen meist emotional geprägten Anruf, fehlleiten lassen. Der Rettungshubschrauber ist eine wertvolle und kostspielige Ressource, die schwierigeren Einsätzen vorbehalten sein sollte. Die Einführung eines Indikationskataloges speziell für pädiatrische Patienten wäre hier sinnvoll, wobei die fachliche Einschätzung des erfahrenen Disponenten ergänzend notwendig ist.

Ein Fehleinsatz wird in der Literatur durch mehrere Kriterien charakterisiert. Dazu zählen "Kein Notfall", "Kein Patient vorhanden", "Einsatzstorno", "Patient von anderen Kräften versorgt", "Einsatzabbruch aus anderen Gründen", "Böswillige Alarmierung" und "Nicht transportfähig". Zudem unterscheidet man Primäreinsätze von Sekundäreinsätzen, bei denen Patienten von einer Klinik zu einer anderen transportiert werden [31]. Die Einsatzarten sowie die Fehleinsätze wurden in einer österreichischen Studie von Trimmel et al. im Jahr 2006 untersucht. Sowohl die Anzahl der Einsätze stieg von 2002 bis 2005 an, als auch die Zahl der Fehleinsätze von 263 auf 753 [31].

1.8.1 Telemedizin

Nach einer erfolgreichen Etablierung von Telemedizin in Fachbereichen wie der Radiologie wird seit geraumer Zeit auch eine mögliche Verwendung in der präklinischen Notfallmedizin erwogen. Infolge steigender Inanspruchnahme des Rettungsdienstes durch die Bevölkerung und der Problematik der Besetzung des Notarztdienstes, die in ländlicher Umgebung besonders kritisch ist, stehen die Leitstellen vor großen Herausforderungen [37]. Nachdem bereits im Jahr 2014 in Aachen erste telenotärztliche Konzepte entworfen wurden, steigt die Anzahl telemedizinischer Projekte auch in weiteren Bezirken Deutschlands [37].

Im Rettungsdienstbereich Straubing in Bayern wurde ein "Pilotprojekt zur telemedizinischen Unterstützung der Notfallversorgung im Rettungsdienst – Telenotarzt Bayern" gestartet, welches Erfahrungen bezüglich eines möglichen Einsatzes von Telenotärzten in einer ländlichen Region sammeln soll [37].

Ziel beim Einsatz eines Telenotarztes ist eine Verkürzung des therapiefreien Intervalls infolge der Abwesenheit von Ärzten sowie eine Schonung der Ressource Notarzt. Gute Ergebnisse wurden vor allem bei sogenannten "Tracer-Diagnosen" wie Myokardinfarkt, Schlaganfall oder Polytrauma erreicht. Auch bei der Medikamentengabe durch die Rettungsassistenten bzw. Notfallsanitäter, insbesondere bei Krankheitsbildern wie Hypoglykämie, hypertensiven Entgleisungen oder der Schmerztherapie, konnten durch die Delegation der Medikation durch den Telenotarzt gute Ergebnisse erzielt werden. Bei Einsätzen mit Notwendigkeit zum manuellen Eingriff (Bewusstlosigkeit, schwere Unfälle, Reanimation, Thoraxdrainagen etc.) ist kein Vorteil durch Telenotärzte nachgewiesen. Im Pilotprojekt Straubing wurde nur bei 8,7 % der Einsätze, bei denen die Kontaktierung eines Telenotarztes stattfand, ein konventioneller Notarzt nachgefordert [37].

Ob ein ähnliches Konzept auch für den Rettungsdienstbereich Traunstein möglich wäre, der sich in einer ebenfalls ländlichen Region, jedoch im Voralpenland befindet, welches nicht immer eine gute Netzabdeckung für den Kontakt mit den jeweiligen Telenotärzten gewährleistet, muss weiter untersucht werden.

2. Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

2.1.1 Erfassung der Patienten

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München genehmigt. Die Datenerhebung wurde von Oktober 2016 bis April 2017 durchgeführt. Es wurden alle pädiatrischen Patienten vom 1. Quartal im Jahr 2011 bis zum 2. Quartal 2016 miteinbezogen, die von Christoph 14 oder dem NEF des BRK Traunstein versorgt worden waren [1]. Das Zielkrankenhaus spielte in diesem Fall keine Rolle. Da vom Quartal 2/2016 zum Erhebungszeitpunkt nur die Bodendaten zur Verfügung standen, wurde dieses Quartal nachträglich von der statistischen Auswertung ausgeschlossen. Analysiert wurden folglich die Quartale 1/2011 bis 1/2016. Die Daten wurden direkt aus den vorliegenden Notarzteinsatzprotokollen erhoben. Hierzu wurden alle vorhandenen Notarzteinsatzprotokolle der Luft- und Bodenrettung aus dem Archiv des Klinikums Traunstein begutachtet und die Patienten mit dem passenden Alter ausgewählt.

In die Studie miteinbezogen wurden alle pädiatrischen Patienten, die jünger als 17 Jahre waren. Die Intention war hierbei, dass alle Alterskategorien "Säugling", von 0 bis <1 Jahr, "Kleinkind" von 1 bis <4 Jahre, "Vorschulkind" von 4 bis <6 Jahre, "kleines Schulkind" von 6 bis <10 Jahren, "großes Schulkind" von 10 bis <13 Jahre und "Adoleszent" von 13 bis <17 Jahre miteinbezogen wurden, um eine möglichst genaue Aufgliederung in die verschiedenen Alterskategorien zu erzielen. War das Alter nicht eingetragen, wurde es anhand von Einsatzdatum und Geburtsdatum errechnet.

Es ergab sich ein Patientenkollektiv von 710 Patienten, die von Christoph 14 versorgt wurden und 460 Patienten, die mittels RTW und NEF ins Zielkrankenhaus gebracht wurden wurden [1].

Im nächsten Schritt wurden die Daten in das Statistik Programm SPSS (Version IBM SPSS Statistics 25) eingetragen. Da die Notarzteinsatzprotokolle allein die Daten des Einsatzes selbst und der Übergabe dokumentieren, musste die Krankenhausverweildauer der Patienten separat herausgearbeitet werden. Dies geschah über einen Zugang zu einem Klinikcomputer auf der Kinderstation. Hierbei konnten nur die Daten der Kinder analysiert werden, die ins Klinikum Traunstein transportiert wurden. Die Krankenhausaufenthaltsdauer der anderen Zielkrankenhäuser wurde nicht dokumentiert und somit auch aus den Berechnungen zur Krankenhausverweildauer ausgeschlossen.

Nach Erhalt und Eintragen dieser Daten wurden alle Informationen über die Patienten sekundär anonymisiert.

Unterstützt wurde die Ausarbeitung mittels SPSS durch eine Statistikberaterin der LMU München, mit der bei einem persönlichen Gespräch im Januar 2017 die Grundlagen und die Vorgehensweise besprochen wurden.

2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Das wichtigste Einschlusskriterium dieser Studie war das Patientenalter. Die Patienten mussten jünger als 17 Jahre alt sein. Es wurden alle Rettungseinsätze mit Notarztbegleitung analysiert [1].

Ausgeschlossen wurden Einsätze, die noch vor Ankunft beim Einsatzort abgebrochen wurden [1]. In vielen Studien wurde dies als Fehleinsatz bezeichnet, anhand der vorhandenen Notarztprotokolle jedoch war der Grund des Abbruchs nur in wenigen Fällen ersichtlich.

Zwei Fälle der Luftrettung und ein Fall des bodengebundenen Rettungsdienstes mussten von der Studie ausgeschlossen werden, da mit Ausnahme des Patientennamen keine Daten in das Notarzteinsatzprotokoll eingetragen waren.

Ausgeschlossen von der Studie wurden außerdem alle Sekundäreinsätze. Es sollte sich rein um eine Untersuchung von Primäreinsätzen handeln.

2.2 Dokumentation

Zur Dokumentation der Einsätze wurden am Klinikum Traunstein bei Luft- und Bodenrettung dieselben Notarzteinsatzprotokolle verwendet. Bis zum Jahr 2014 wurde das Notarztprotokoll entsprechend der Empfehlungen der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivund Notfallmedizin (DIVI) "Version 4.2 Bay" verwendet, ab Beginn des Jahres 2014 wurden vermehrt die von der DIVI neu entwickelten Notarzteinsatz-Protokolle "Version 5.0" verwendet [38]. Diese von der DIVI veröffentlichten Protokolle sind bundesweit einheitlich. Das Notarzteinsatzprotokoll der DIVI ermöglicht seit jeher sowohl freie als auch strukturierte Dokumentation, um dem Notarzt die Übergabe im Zielkrankenhaus unter Dokumentation aller forensisch relevanten Teilaspekte des Einsatzes zu erleichtern, was in Anbetracht des steigenden juristischen Drucks der letzten Jahrzehnte besonders relevant ist [38]. Im von der DIVI 2003 empfohlenen Notarzteinsatzprotokoll Version 4.2 findet sich neben den

Feldern für den Träger der Krankenkasse, Namen und Adresse des Patienten, Geburtsdatum

sowie einigen einsatz- und abrechnungstechnischen Nummern wie Kassennummer, Versichertennummer, Status, Betriebsstättennummer, Arzt und Datum auch Informationen zum Rettungsmittel. Hier werden Standort, Rettungsmittel und Einsatznummer eingetragen. Das restliche Notarzteinsatzprotokoll ist in neun Bereiche aufgegliedert [39].

Der erste Abschnitt befasst sich allein mit rettungstechnischen Daten. Hier werden Geschlecht, Geburtsjahr und -monat, Fachrichtung und Ausbildung des Notarztes, Einsatzdatum, Einsatzort, Transportziel, Namen von Rettungsassistent und Notarzt und die Kilometerzahl sowie die Zeiten des Einsatzes dokumentiert. Bei diesen handelt es sich um Alarm, Ankunft, Abfahrt, Übergabe, Einsatzbereit und Ende [39].

Abschnitt 2 befasst sich mit dem Notfallgeschehen, der Anamnese und dem Erstbefund. Dieses Feld dient der freien Dokumentation, allein im unteren Bereich ist die Möglichkeit im Rahmen einer CPR anzugeben, ob man einen stattgehabten Kollaps gesehen hat oder erst im Anschluss daran eingetroffen ist [39].

Die folgenden Abschnitte 3-7 dienen der Dokumentation, wenn der NACA-Wert größer oder gleich 3 ist. Abschnitt 3 befasst sich mit dem Erstbefund des Patienten. Hier wird zunächst im Abschnitt 3.1 die Neurologie des Patienten bewertet. Hierzu dient die Glasgow-Coma-Scale, die zu diesem Zweck auf dem Protokoll auch aufgeschlüsselt aufgeschrieben wurde. Weiterhin soll Bewusstseinslage beurteilt werden. Man unterscheidet hier narkotisiert/sediert, orientiert, getrübt und bewusstlos. Des Weiteren sollen die Extremitätenbewegungen sowohl an der oberen als auch an der unteren Extremität kontrolliert werden und die Pupillenweite und -reagibilität untersucht werden. Zuletzt wird im Bereich Neurologie der Patient auf Meningismuszeichen untersucht. In Abschnitt 3.2 werden die Messwerte von Blutdruck (RR), Herzfrequenz (HF), Temperatur, Blutzucker (BZ), Atemfrequenz (AF), Sauerstoffsättigung mit oder ohne Sauerstoffgabe, der exspiratorische CO₂ und die Schmerzen anhand einer Schmerzskala dokumentiert. In Abschnitt 3.3 wird das analysierte EKG eingetragen, 3.4 befasst sich mit der Atmung des Patienten. Hier muss das Atemmuster eingetragen werden. Abschnitt 3.5 behandelt die psychische Verfassung des Patienten [39].

In Abschnitt 4 werden die Erstdiagnosen eingetragen. Hierzu wird der Abschnitt in 4.1 "Akute Erkrankungen" und 4.2 "Verletzungen" unterteilt. In 4.1 werden unter den Kategorien ZNS/Neurologie, Herz-Kreislauf, Atmung, Abdomen, Psychiatrie, Stoffwechsel, Pädiatrie, Gynäkologie/Geburtshilfe und Sonstiges jeweils einige häufige Erkrankungen angeführt, es existieren auch Felder zum Eintragen nicht aufgeführter Erkrankungen. In Abschnitt 4.2 werden Unfallzeitpunkt, Ort der Verletzungen, Schwere der Verletzungen (keine, leicht, mittel,

schwer), Verbrennungen/Verbrühungen und Unfallmechanismus eingetragen. Im Bereich Verbrennungen/ Verbrühungen wird außerdem angegeben, wieviel Prozent der Körperoberfläche betroffen sind und welchen Grades die jeweiligen Verbrennungen oder Verbrühungen sind. Zuletzt findet man in Abschnitt 4.2 noch einen Bereich zur freien Dokumentation der Erstdiagnose [39].

Abschnitt 5 enthält eine Verlaufstabelle zum Eintragen der Vitalparameter im Zeitverlauf.

Abschnitt 6 befasst sich mit den vom Rettungsdienst durchgeführten Maßnahmen und wird in fünf Unterkategorien aufgeteilt. Die erste befasst sich mit kardiozirkulatorischen Maßnahmen wie Herzdruckmassage, Defibrillationen und deren Jouleangaben, peripher- bzw. zentralvenösen und intraossären Zugängen und auch externen Schrittmachern und Spritzenpumpen. In der Unterkategorie Atmung findet man Sauerstoffgabe, Freimachen der Atemwege, Absaugen, Intubation und deren Art (oral, nasal, Larynxmaske, andere) und Beatmung des Patienten (manuell oder maschinell). Auch Atemminutenvolumen, positive endexpiratory pressure (PEEP), Atemfrequenz und Sauerstoffsättigung werden hier erneut eingetragen. Punkt 6.3 befasst sich mit weiteren Maßnahmen wie Narkose, Blutstillung, Magensonde, Verband, Repositionen von Frakturen oder Luxationen, besondere Lagerung des Patienten, Cervikalstütze, Thoraxdrainage oder -punktion, Entbindung, Dauerkatheter, Krisenintervention, Vakuummatratze und Sonstiges. In Punkt 6.4 wird das beim Patienten zur Anwendung gebrachte Monitoring dokumentiert. In der Unterkategorie 6.5 werden alle verwendeten Medikamente und deren Dosierung frei eingetragen und die Substanzklasse angekreuzt [39].

Abschnitt 7 dient der Abgabe des Patienten im Krankenhaus. In Punkt 7.1 wird die Bewusstseinslage und die GCS zum Übergabezeitpunkt eingetragen, in Punkt 7.2 werden die aktuellen Vitalparameter und die Schmerzskala, in Punkt 7.3 das analysierte EKG angegeben. Punkt 7.4 enthält Informationen über die Atmung des Patienten [39].

Im Abschnitt 8 des Notarzteinsatzprotokolls werden die Ergebnisse zusammengefasst. In Punkt 8.1, der Einsatzbeschreibung, wird beschrieben, ob der Patient transportiert wird, an ein anderes Rettungsmittel übergeben wird oder er vor Ort verbleiben kann. Zudem wird hier angegeben, ob eine stattgefundene Reanimation erfolgreich war und im Todesfall, ob der Tod des Patienten auf dem Transport stattgefunden hat. Hier kann auch der Zeitpunkt des Todes eingetragen werden. Punkt 8.2 befasst sich mit den Ersthelfermaßnahmen durch Laien, Punkt 8.3 gibt die Notfallkategorie an. Hier unterscheidet man "kein Notfall", "akute Erkrankung", "Vergiftung", "Verletzung" und wenn es sich um eine Verletzung handelt "Verkehrsunfall", "Sportunfall",

"Arbeitsunfall", "Hausunfall" und "Sonstiger Unfall". Zuletzt wird in Punkt 8.4 der NACA-Score eingetragen [39].

Punkt 9 dient allein der freien Dokumentation von Bemerkungen, die zum Beispiel für den Hausarzt oder das Krankenhauspersonal wichtig sein könnten [39].

Das Notarzteinsatzprotokoll Version 5.0 unterscheidet sich nur leicht von der vorherigen Form. Im Rahmen der Dokumentation der Patientendaten wird hier neben den oben angeführten Daten auch der BMI des Patienten (kleiner oder größer 40) eingetragen. Der Einsatzort wird genauer beschrieben. So wird hier beispielsweise beschrieben, ob sich der Einsatz in der Wohnung des Patienten, auf der Straße oder anderswo befindet. Zudem wird nun angegeben, ob es sich um einen Primäreinsatz, einen Folgeeinsatz, eine Notarztnachforderung, einen Sekundäreinsatz zum interhospitalen Transport oder einen Fehleinsatz handelt. Der Fehleinsatz gliedert sich wiederum in die Unterpunkte: Abbestellt, kein Patient, Patient bereits abtransportiert, böswillige Alarmierung und Einsatzabbruch aufgrund des Wetters, technischer Gründe oder Sonstiges [40].

Auch wird nicht nur das Zielkrankenhaus angegeben, sondern auch, ob der Patient vorangemeldet war und ob eine spezielle Station wie beispielsweise die Stroke-Unit, das Herzzentrum oder das Traumazentrum benachrichtigt wurde [40].

Zu den Einsatzzeiten wurde die Zeit des Symptombeginns hinzugefügt. Außerdem wird nun in Ankunft am Einsatzort und Ankunft beim Patienten unterschieden. Im Bereich Notfallgeschehen, Anamnese und Erstbefund wird jetzt auch der Zustand des Patienten vor dem Ereignis miteinbezogen. Die Ersthelfermaßnahmen werden im neuen Protokoll bereits hier angegeben. Im Bereich Neurologie wurde ein "Stroke-Scoring" eingeführt, welches Werte wie Seitenzeichen, Sprachstörung, Sehstörung, Meningismus und andere miteinbezieht. Hinzu kommt außerdem eine Einschätzung des Hautkolorits [40].

Die Kategorie Erstdiagnose unterscheidet sich nur insofern, als dass hier bereits der NACA-Score angegeben wird [40].

Auch Abschnitt 5, 6 und 7 unterscheiden sich kaum, sie sind jedoch in den neueren Protokollen wesentlich übersichtlicher aufgebaut. In den neuen Protokollen werden die Besonderheiten besser aufgeschlüsselt. Hier wird angegeben, ob der Patient an ein anderes Rettungsmittel übergeben wurde, den Transport verweigert hat, es einen erhöhten hygienischen Aufwand gab, die Rettung des Patienten technisch sehr aufwendig war oder ein Schwersttransport erforderlich war. Zudem kann hier angegeben werden, ob ein Leitender Notarzt vor Ort war [40].

Die beiden Notarzteinsatzprotokolle unterscheiden sich folglich nur in wenigen Kriterien. Herausgenommen wurden keine Informationen, einige wurden hinzugefügt, das neue Protokoll gestaltet sich deutlich übersichtlicher als das alte [38].

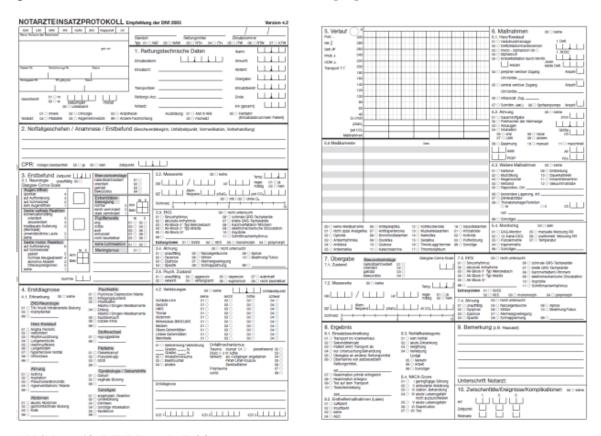


Abbildung 12: DIVI-Protokoll 4.2

2.3 Definition von Übertriagierung

Eine Übertriagierung beziehungsweise ein Fehleinsatz wurde in der Literatur durch mehrere Kriterien charakterisiert. Dazu zählten "Kein Notfall", "Kein Patient vorhanden", "Einsatzstorno", "Patient von anderen Kräften versorgt", "Einsatzabbruch aus anderen Gründen", "Böswillige Alarmierung" und "Nicht transportfähig" [31]. In dieser Dissertation sollte außerdem eine Übertriagierung von übergeordneten Rettungsmitteln bzw. Rettungskräften analysiert werden. Somit wurden alle Patienten, die noch am Einsatzort versorgt werden konnten beziehungsweise keine Behandlung benötigten und zuhause verbleiben durften, miteinbezogen. Auch Patienten, die noch am Einsatztag wieder entlassen wurden oder einen NACA-Score von 1 oder 2 aufwiesen, wurden zu den Fehleinsätzen gezählt [1]. Hier wurde jedoch wieder auf die Dauer des Krankenhausaufenthalts geachtet. War der Patient länger als eine Nacht im Krankenhaus, konnte man davon ausgehen, dass keine Übertriagierung vorlag.

Zu den Übertriagierungen wurden auch Einsätze gezählt, die durch böswillige Alarmierung verursacht wurden oder bei denen kein Patient aufgefunden werden konnte. Teile dieser Einteilung wurden einer Arbeit aus dem Jahr 2006 entnommen [31].

Der Rettungstransporthubschrauber ist eine wertvolle Ressource, diese sollte nur bei schwereren Fällen und weiteren Transportstrecken zum Einsatz kommen [1]. Bei diesem Rettungsmittel wurden die Kriterien für einen Fehleinsatz strenger gewertet. So wurden in dieser Arbeit, immer unter Beachtung des Transportziels, auch NACA-3 Patienten als Fehleinsatz für den Einsatz eines RTH gewertet [1]. NACA-3 Patienten haben mäßige bis schwere, aber keine lebensbedrohlichen Erkrankungen bzw. Verletzungen. Eine stationäre Behandlung kann erforderlich sein, oft auch eine ärztliche Behandlung vor Ort. Ein Patient mit dieser Krankheitsschwere kann durchaus einen Notarzt benötigen, kann dann aber aufgrund der erreichten Stabilität des Patienten oft mittels bodengebundener Rettungsmittel transportiert werden [1]. Doch auch die Transportstrecke wurde in die Analyse miteinbezogen: Allein Patienten mit einem NACA-Score von 3, die eine Transportdistanz von weniger als 30 km aufwiesen, wurden in die Gruppe der Übertriagierungen eingeteilt [1].

Ein Ausschlusskriterium für einen Fehleinsatz von Christoph 14 war der Einsatz im alpinen oder anderweitig für einen RTW/NEF nicht erreichbaren Gelände, da diese aufwändige Bergung häufig den Einsatz eines Luftrettungsmittels benötigt [1]. (Tabelle 2)

Keine Übertriagierung	Übertriagierung
- NACA >2 (Boden) bzw. > 3 (Luft)	- NACA ≤2 (Boden) bzw. ≤3 (Luft)
- Berg- oder Wasserrettung	- Keine Behandlung notwendig
- Transport > 30 km	- Kein Transport in KH notwendig
- KH-Verweildauer > 1 Tag	- Entlassen am Einsatztag
	- Böswillige Alarmierung
	- Kein Patient vorhanden

Tabelle 2: Definition von Übertriagierungen, wobei immer die linke Kategorie höher gewichtet wird

2.4 Umgang mit unvollständigen Protokollen

In den Untersuchungen zeigte sich, dass viele Notarzteinsatzprotokolle sehr unvollständig ausgefüllt wurden. So fehlten besonders häufig Daten zu Blutzucker, Temperatur oder Schmerzen. Diagnosen oder therapeutische Maßnahmen hingegen wurden meist sehr spezifisch eingetragen, auch die Dokumentation der Vitalparameter Herzfrequenz, Blutdruck und Sauerstoffsättigung wurde häufig durchgeführt.

Sehr ungenau eingetragen wurden einsatztechnische Daten wie "Kilometer zum Zielkrankenhaus" und verschiedene Zeitintervalle während des Einsatzes.

Ein weiterer Schwierigkeitsfaktor war die Unleserlichkeit einiger Protokolle. Da es sich um den Durchschlag der Dokumentationen handelte und die meisten Notärzte ihre diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen während der Fahrt/ des Flugs ins Zielkrankenhaus aufschrieben, erwies sich die Datenerhebung als schwierig. Dennoch konnten die meisten Protokolle gut ausgewertet werden. Einzelwerte, die sich als nicht entzifferbar erwiesen, wurden von den Berechnungen und Auswertungen ausgeschlossen.

Ein weiterer problematischer Faktor war die Unmöglichkeit, Wetterverhältnisse oder Verkehrslagen, die einen Einsatz eines bestimmten Rettungsmittels rechtfertigten könnten, nachträglich in die Auswertungen miteinzubeziehen.

2.5 Hypothesenbildung

In dieser Dissertation sollte dargelegt werden, dass die bodengebundene und luftgebundene Rettungsmedizin sich in Diagnosen und Interventionen in vielen Punkten nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Es wurde davon ausgegangen, dass durch einen fehlenden Indikationskatalog für den Einsatz der Luftrettung bei pädiatrischen Patienten der Einsatz eines Notarztes bzw. eines RTH zu häufig vorkommt.

Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass sich die Notfälle in Verletzungs-/ Erkrankungsschwere und die Neurologie zwischen den beiden Rettungsarten nicht signifikant unterscheiden. Sowohl in bodengebundener Rettungsmedizin als auch in der Luftrettung wurde von einigen Übertriagierungen ausgegangen. Dies sollte in dieser Arbeit verifiziert werden. Weiterhin sollte die Möglichkeit analysiert werden, ob durch einen Indikationskatalog für den Einsatz eines RTH im pädiatrischen Bereich Fehleinsätze im Luftrettungssektor verringert werden könnten.

2.6 Methodisches Vorgehen und statistische Auswertung

Für die Auswertung der Daten wurde das Programm SPSS (Version IBM SPSS Statistics 25) verwendet. Nach dem Eintragen und Ordnen der Daten wurden errechenbare Werte, wie das Alter der Patienten aus Einsatzdatum und Geburtsdatum, die Dauer des Krankenhausaufenthalts aus Einsatzdatum und Entlassdatum sowie die verschiedenen Einsatzzeiten bestimmt. Für die Zeiten wurden Zeitintervalle definiert. Intervall A war der Zeitraum zwischen Alarmzeit und

Ankunftszeit am Patienten und stellte die "Anfahrtszeit" dar. In den neueren Notarzteinsatzprotokollen, die "Ankunft am Einsatzort" und "Ankunft am Patienten" unterscheiden, wurde die "Ankunft am Patienten" als Wert verwendet, da hier mit der Intervention begonnen werden konnte. Intervall B stellte den Zeitraum zwischen Ankunft und Abfahrt dar. Dieses Intervall wurde als "Behandlungszeit" definiert. Intervall C stellte die "Transportzeit" des Patienten zum Zielkrankenhaus dar und ging vom Abfahrtszeitpunkt bis zur Übergabe des Patienten im Krankenhaus. Intervall D, die "Gesamtzeit" bestimmte das gesamte Zeitfenster zwischen Alarmzeit und Ende des Einsatzes.

Im nächsten Schritt wurden zur Verbesserung der Auswertung die durch den Notarzt zur Verwendung gebrachten Medikamente in Medikamentengruppen aufgegliedert. So wurden alle angewandten Medikamente in die Gruppen "Antiemetika", "Sympathomimetika", "Benzodiazepine", "Narkotika", "Antihistaminika", "Glucose", und "Parasympatholytika" unterteilt. In einer weiteren Spalte wurden die separat untersuchten Analgetika nach dem WHO-Schema in "kein Opioid", "leichtes Opioid" und "starkes Opioid" aufgeteilt.

Die restlichen Werte wurden direkt aus dem Notarzteinsatzprotokoll entnommen und eingetragen.

Für die Berechnungen wurden drei verschiedene Projekte in SPSS eröffnet. Das Erste enthielt alle Daten, das Zweite ausschließlich die Bodendaten und das Dritte nur die Flugdaten. Zunächst wurden in allen drei Projekten die Mittelwerte, Standardabweichungen, Varianzen und Häufigkeitsverteilungen errechnet. Im nächsten Schritt wurden alle relevanten Werte bei der Flug- und Bodenrettung im Vergleich errechnet.

Die verwendeten statistischen Tests waren der Chi-Quadrat-Test zusammen mit dem Cramer-Index für alle nominalskalierten Werte mit mehr als 2 Werten pro Variable, der Fisher- Test für alle nominalskalierten Werte mit 2 Werten pro Variable sowie der doppelte t-Test für unverbundene Stichproben für alle höher skalierten Werte. Zunächst wurde in Erwägung gezogen, ob der Mann-Whitney-U verwendet werden sollte, nach Rücksprache mit einer Statistikerin der LMU jedoch wurde entschieden, dass infolge der hohen Datenmenge von 1170 Patienten von einer Normalverteilung der Werte auszugehen ist und der t-Test verwendet werden könne.

Dieselben Berechnungen wurden statt bei Flug- und Bodenrettung im Vergleich auch bei den verschiedenen Altersklassen erneut durchgeführt. Hierbei sollten Diagnosen, Interventionen und Zustand des Patienten altersspezifisch untersucht werden.

Es wurde für alle statistischen Tests ein Signifikanzniveau von α =0,05 festgelegt.

Die graphische Darstellung erfolgte ebenso wie die Auswertungen via SPSS und Excel.

2.7 Zielsetzung der Untersuchung

2.7.1 Studienziele

Es existierten bereits einige wissenschaftliche Arbeiten zu dem Thema luft- und bodengebundene Rettungsmedizin und deren Vergleich. Es wurden verschiedene Krankheitsbilder in Bezug auf die Erkrankungen selbst, Transportstrecken, Zeitintervalle oder auch Interventionen verglichen [1]. Die Analyse dieser ließ auf einige Mängel in der Disposition der Rettungsmittel schließen. Der Vergleich von verschiedenen Krankheitsbildern pädiatrischer Patienten im Vergleich von Luft- und Bodenrettung wurde bisher nur sporadisch und immer nur auf bestimmte Merkmale hin untersucht [1]. Das Ziel dieser Studie war, eine Vollständigkeit der Daten zu erzielen, einen umfassenden Vergleich von Diagnostik und Interventionen beider Rettungsmittel zu ziehen, die rettungstechnischen Daten wie Fahrt- und Versorgungszeiten und Zielkrankenhäuser im Vergleich auszuwerten und mögliche Einsätze mit Übertriagierungen zu differenzieren sowie deren Ursachen zu analysieren.

2.7.2 Abgrenzung zu bereits bestehenden Arbeiten

Wie bereits erwähnt, wurden zu diesem Thema einige Studien veröffentlicht, die die Thematik unter verschiedenen Gesichtspunkten analysierten. Die der Thematik dieser Dissertation am nächsten liegende Studie ist "Pädiatrische Notfälle in der präklinischen Notfallmedizin - Schwerpunkte des Einsatzspektrums im bodengebundenen Rettungsdienst und in der Luftrettung" von Schlechtriemen et al. In dieser Studie wurden jedoch Fehleinsätze, Einsatzzeiten und Einsatztaktik nicht berücksichtigt. Sie befasste sich hauptsächlich mit den verschiedenen Krankheitsbildern bei pädiatrischen Notfällen [5].

Eine weitere wichtige Studie ist "Die präklinische Versorgung des pädiatrischen Traumapatienten – Ein retrospektiver Vergleich zwischen luft- und bodengebundener Rettung" von Schmidt et al. Diese Studie befasste sich mit allen Aspekten der Rettung, jedoch nur für das Krankheitsbild des pädiatrischen Traumapatienten. Andere Krankheitsbilder wie die "Akute Erkrankung" oder "ZNS/Neurologie" wurden nicht untersucht [15].

Auch zu den einzelnen Rettungsmitteln existierten viele Studien wie "Einsatzspektrum eines Rettungshubschraubers – Veränderung in einem süddeutschen Ballungsgebiet in den letzten 25 Jahren" von Viergutz et al. [27], "Präklinische Versorgungszeiten bei Einsätzen der Luftrettung – Einfluss der Dispositionsstrategie der Rettungsleitstelle" von Gries et al. [19] oder "Pädiatrische Notfälle in der prähospitalen Notfallmedizin", die durch Bernhard et al.

veröffentlicht wurde [3]. In diesen Studien wurden jeweils die einzelnen Rettungsmittel analysiert, die beiden jedoch nicht miteinander verglichen. Dies soll das Ziel dieser Studie sein.

3. Ergebnisse

3.1 Häufigkeiten des pädiatrischen Notfalls in Boden- und Flugrettung

Insgesamt wurden 1.170 pädiatrische Patienten in die Berechnungen miteinbezogen. Davon wurden 460 (39,3 % der Patienten) mit bodengebundenen Rettungsmitteln und 710 (60,7 %) mit Christoph 14 ins Krankenhaus transportiert [1]. Pädiatrische Patienten wurden folglich deutlich häufiger mit luftgebundenen Transportmitteln ins Krankenhaus gebracht.

Eine Aufschlüsselung in die in Kapitel 2.1.1 beschriebenen Altersklassen ergab die in Abbildung 13 dargestellten Ergebnisse. 32,2 % aller Bodenrettungseinsätze versorgten adoleszente Patienten, 23,0 % Kleinkinder, 14,9 % große Schulkinder, 12,8 % kleine Schulkinder, 9,3 % Vorschulkinder und 7,8 % Säuglinge. In der Flugrettung gliederte es sich hier wie folgt auf: 30,8 % Adoleszente, 20,5 % Kleinkinder, 18,0 % große Schulkinder, 15,6 % kleine Schulkinder, 8,2 % Vorschulkinder und 6,9 % Säuglinge.

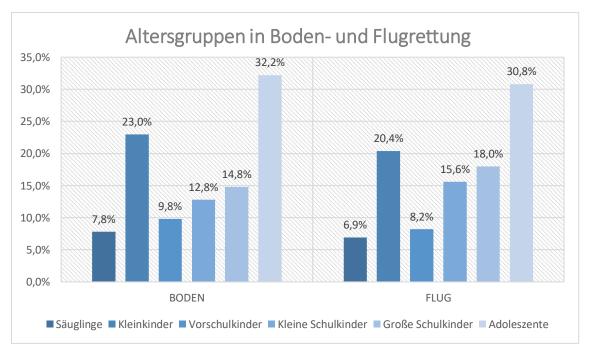


Abbildung 13: Verteilung der Altersgruppen in Boden- und Flugrettung

3.2 Einschätzung der Häufigkeit von Diagnosen pädiatrischer Patienten

3.2.1 Kindernotfälle

14) [1].

Zunächst wurde das Patientenkollektiv bezüglich der Notfallkategorien analysiert. Hierbei wurde in "chirurgisch", "internistisch", "neurologisch" sowie "Intoxikation" differenziert [1]. In diesen Variablen gab es weder in der Luft- noch in der Bodenrettung fehlende Werte. Bei den bodengebundenen Einsätzen litten 39,9 % der Patienten unter einer Erkrankung bzw. Verletzung chirurgischer Natur, 33,0 % waren internistisch und 23,0 % neurologisch, 4,1 % der Patienten hatten eine Intoxikation. In der Flugrettung wiesen 63,9 % der Patienten chirurgische, 17,5 % internistische und 16,6 % neurologische Notfälle sowie 2,0 % Intoxikationen auf (Abb.

Die chirurgischen Fälle unterschieden sich signifikant zwischen Flug- und Bodenrettung (p<0,001), die internistischen (p=0,092) und neurologischen (p=0,423) Fälle sowie die Intoxikationen (p=0,384) hingegen kamen in beiden Rettungsmitteln ähnlich häufig vor [1]. Begründet wurde diese Schwankung dadurch, dass traumatologische Notfälle besonders oft mit der Luftrettung transportiert wurden.

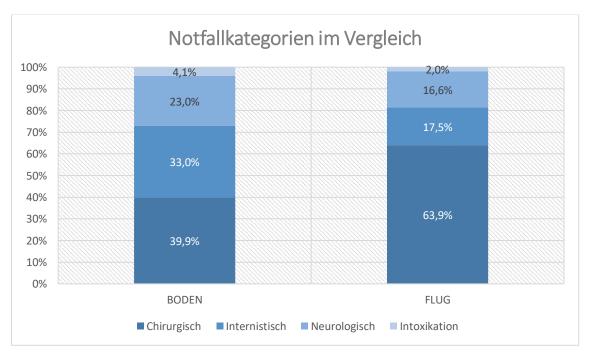


Abbildung 14: Notfallkategorien im Vergleich bei boden- und fluggebundenen Rettungseinsätzen [1]

3.2.2 Chirurgische Notfälle

Im Folgenden sollen die Häufigkeiten bestimmter Traumata, die Lokalisation der Verletzung, die Art der Verletzung, die Unfallart und, falls es sich um einen Sturz handelte, die Sturztiefe sowie Verbrennungen und Verbrühungen analysiert werden.

Wie im Kapitel 4.2.1 bereits erläutert, waren Traumata die häufigsten Alarmierungsgründe in der präklinischen Notfallmedizin. Sie machten in der bodengebundenen Rettungsmedizin 39,9 % und in der luftgebundenen 63,9 % aus. Polytraumata kamen deutlich seltener vor. Diese waren in der Bodenrettung mit 1,5 % und in der Flugrettung mit 5,6 % vertreten. Traumata stellten folglich den größten Anteil der chirurgischen Einsätze dar. Die restlichen chirurgischen Notfälle waren hauptsächlich Verbrennungen/ Verbrühungen sowie wenige weitere nicht näher beschriebene Fälle.

Es sollte zudem analysiert werden, welche Körperregionen besonders häufig von einem Trauma betroffen waren. Analysiert wurden nur Patienten, die ein Trauma erlitten hatten, andere Patienten wurden von dieser Untersuchung ausgeschlossen. Die Traumata kamen an folgenden Lokalisationen vor: Abdomen, Auge, Becken, obere Extremität (OEx), Schädel, Thorax, untere Extremität (UEx) und Wirbelsäule.

Ohne Differenzierung nach Rettungsmitteln fand man mit 25,1 % am häufigsten Schädelverletzungen, gefolgt von UEx (21,8 %), OEx (20,9 %), Wirbelsäule (12,8 %), Thorax (8,2 %), Abdomen (7,4 %), Becken (3,1 %) und Auge (0,7 %).

Bei separater Betrachtung der bodengebundenen Einsätze überwog die OEx (22,7 %), gefolgt von UEx (21,5 %), Schädel (21,0 %), Abdomen (12,2 %), Wirbelsäule (9,9 %), Thorax (8,7 %), Becken (2,9 %) und Auge (1,1 %).

Bei der Luftrettung waren Schädelverletzungen mit 26,8 % am häufigsten, gefolgt von UEx (22,0 %), OEx (20,1 %), Wirbelsäule (14,0 %), Thorax (8,0 %), Abdomen (5,5 %), Becken (3,2 %) und zuletzt Auge (0,4 %). (Abb. 15)

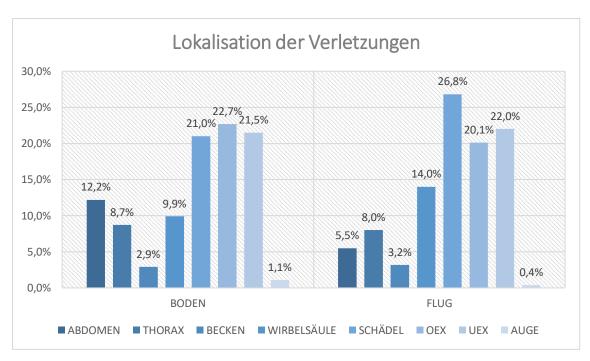


Abbildung 15: Lokalisation der Verletzungen differenziert nach den Rettungsarten

Die Lokalisation der Verletzungen generell unterschieden sich zwischen den beiden Rettungsmitteln signifikant (p<0,001).

Bei beiden Rettungsmitteln waren besonders häufig die Extremitäten und der Schädel betroffen. Schädel- und Wirbelsäulenverletzungen wurden generell häufiger mit dem RTH transportiert.

Eine weitere Analyse sollte die Art der Verletzungen untersuchen. Hier unterschied man Amputation, Distorsion, Fraktur, Kontusion, Luxation und Schädel-Hirn-Trauma (SHT).

Differenziert nach den beiden Rettungsmitteln zeigten sich die in Tabelle 3 und Abb. 16 dargestellten Ergebnisse.

	BODEN	FLUG
Kontusion	18,5 %	15,8 %
Fraktur	26,3 %	40,3 %
Luxation	14,2 %	3,6 %
Distorsion	19,2 %	18,1 %
SHT	20,4 %	21,6 %
Amputation	1,4 %	0,5 %

Tabelle 3: Verletzungsarten bei Boden- und Flugrettung im Vergleich

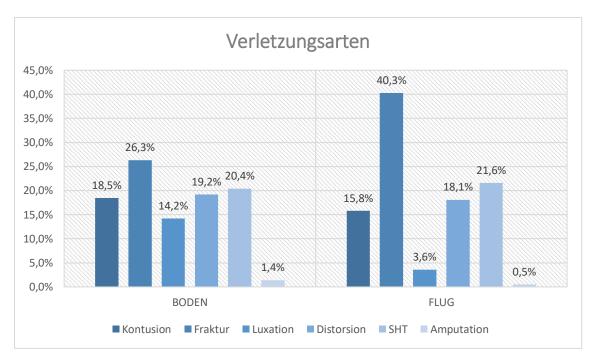


Abbildung 16: Verletzungsarten bei Boden- und Flugrettung im Vergleich

Die am häufigsten vorkommende Verletzung bei Traumapatienten war die Fraktur, diese unterschied sich signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln (p=0,002), gefolgt vom Schädel-Hirn-Trauma (p=0,817) und der Distorsion (p=0,447), welche sich nicht signifikant unterschieden [1].

Aus den Berechnungen zeigte sich, dass besonders Frakturen vermehrt mittels RTH transportiert wurden, Luxationen wurden signifikant häufiger (p<0,001) mittels bodengebundener Fahrzeuge transportiert. Bei den weiteren Verletzungsarten zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

Frakturen wurden in den Protokollen als disloziert oder nicht disloziert angegeben. Diese Differenzierung war für die therapeutische Maßnahme der manuellen Reposition, auf die in Kapitel 3.5.5 eingegangen wird, von Bedeutung.

Von allen Frakturen wurden 86 als disloziert und 160 als nicht disloziert angegeben. Hier zeigte sich eine Unstimmigkeit zu der Angabe, dass nur 218 Patienten eine Fraktur erlitten hatten. In dieser Kategorie wurden jedoch auch die 28 Patienten, die eine Luxation hatten, miteinbezogen. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied in dieser Kategorie zwischen den Patienten der Luft- und der Bodenrettung (Abb. 17). In der Bodenrettung gab es mehr dislozierte (55,4 %) als nicht dislozierte (44,6 %) Frakturen/Luxationen, in der Luftrettung war es umgekehrt (27,4 % dislozierte und 72,6 % nicht dislozierte).

Die Berechnungen zeigten einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Rettungsmitteln (p<0,001).

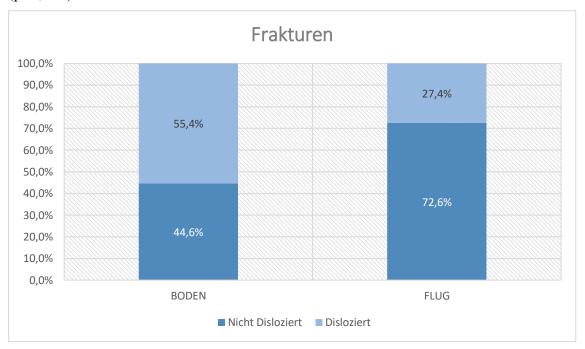


Abbildung 17: Frakturarten bei Boden- und Flugrettung im Vergleich

Auch die Unfallart darf im Kapitel "Chirurgische Notfälle" nicht vernachlässigt werden. Hier wurde in den Protokollen differenziert in Hausunfall, Reitunfall, Schlägerei, Skiunfall, sonstiger Sportunfall, Sturz, Suizidversuch, Sonstiger Unfall und Verkehrsunfall. Es gab auch hier keine fehlenden Werte.

Ohne Differenzierung nach den Rettungsmitteln hatten 26,4 % einen Sonstigen Sportunfall, 23,7 % ein Sturzgeschehen, 18,7 % einen Verkehrsunfall (VU), 14,4 % einen Skiunfall, 11,8 % hatten einen Hausunfall, 2,5 % einen Reitunfall, 1,1 % einen Sonstigen Unfall, 0,9 % wurden in einer Schlägerei verletzt und 0,5 % begingen einen Suizidversuch.

In der Bodenrettung hatten 35,1 % einen sonstigen Sportunfall, 28,4 % erlitten einen Sturz, 24,3 % hatten einen VU, 8,0 % einen Hausunfall, jeweils 1,4 % eine Schlägerei oder einen Skiunfall und jeweils 0,7 % einen Reitunfall und einen Sonstigen Unfall. Ein Suizidversuch kam bei den bodengebundenen Rettungsmitteln nicht vor.

In der Luftrettung dominierten auch die sonstigen Sportunfälle (23,2 %), knapp vor den 22,0 % der Patienten, die ein Sturzgeschehen hatten und den 19,1 % mit einem Skiunfall. Danach folgten 16,7 % mit einem VU, 13,1 % mit einem Hausunfall, 3,1 % mit einem Reitunfall, 1,2 % mit einem Sonstigen Unfall und je 0,8 % nach einer Schlägerei oder einem Suizidversuch.

	BODEN	FLUG
Hausunfall	8,0 %	13,1 %
Reitunfall	0,7 %	3,1 %
Skiunfall	1,4 %	19,1 %
Sportunfall	35,1 %	23,2 %
Sonstiger Unfall	0,7 %	1,2 %
Schlägerei	1,4 %	0,8 %
Sturz	28,4 %	22,0 %
Verkehrsunfall	24,3 %	16,7 %
Suizidversuch		0,8 %

Tabelle 4: Unfallart in Boden- und Flugrettung im Vergleich

Es waren bei dem generellen Vergleich der Unfallarten signifikante Unterschiede zwischen luft- und bodengebundenen Rettungsmitteln zu verzeichnen (p<0,001).

Reitunfälle und Skiunfälle wurden aufgrund ihrer Häufigkeit und aufgrund der Gefahr schwerere Verletzungen davonzutragen, separat von den Sportunfällen untersucht. Es war zu erkennen, dass diese beiden Unfallarten deutlich häufiger mittels RTH transportiert wurden als mit RTW und NEF. Insbesondere Skiunfälle wurden bis auf wenige Ausnahmen mit dem RTH transportiert.

Zuletzt soll in der Kategorie der chirurgischen Notfälle noch die Sturztiefe im Falle eines Sturzes analysiert werden, diese wurde in Tabelle 5 dargestellt.

	ANZAHL	MITTELWERT [m]	STANDARTABWEICHUNG
BODEN	47	1,9	1,0
FLUG	95	3,4	10,5

Tabelle 5: Sturztiefe bei Boden- und Flugrettung im Vergleich

Bei den 95 Patienten, die bei der Flugrettung einen Sturz verzeichneten, betrug die mittlere Sturztiefe $3,4\pm10,5$ Meter. In der Bodenrettung lag die durchschnittliche Sturztiefe bei $1,9\pm1,0$ Metern.

Verbrennungen und Verbrühungen waren der Einsatzgrund bei 1,7 % aller bodengebundenen Einsätze, bei der Flugrettung machte dieses Krankheitsbild 2,1 % aller Einsätze aus (p=0,176). Ein möglicher Grund für diese Diskrepanz könnte der Transport von schwerverbrannten Kindern sein. Diese müssen häufig in ein Verbrennungszentrum mit Kinderschwerstverbranntenbetten transportiert werden. Die nächstgelegenen Kliniken sind

Murnau und München. Der Unterschied war in dieser Studie zwar ersichtlich, jedoch nicht signifikant.

Die Patienten wurden nun auch nach Altersklassen untersucht, um herauszufinden, in welchem Alter Verbrennungen/ Verbrühungen besonders häufig vorkamen. Betroffen waren von Verbrennungen zwei Adoleszente, ein großes Schulkind, drei kleine Schulkinder, kein Vorschulkind, fünf Kleinkinder und vier Säuglinge, von Verbrühungen ein Adoleszenter, zwei große Schulkinder, kein kleines Schulkind, kein Vorschulkind, vier Kleinkinder und zwei Säuglinge. Es zeigte sich, dass Verbrennungen und Verbrühungen im jüngeren Alter signifikant häufiger waren (p=0,017).

3.2.3 Internistische Notfälle

Die Kategorie der Internistischen Notfälle machte 33,0 % aller bodengebundenen sowie 17,5 % aller luftgebundenen Notfälle aus [1]. Das häufigste Krankheitsbild dieser Kategorie war die akute Atemnot mit 46,1 % der internistischen Bodenrettungseinsätze und 34,7 % in der Luftrettung (p=0,049). Auch die Anaphylaxie kam häufig vor (15,8 % der Bodenrettungs- und 16,9 % der Luftrettungseinsätze bezogen auf alle internistischen Patienten, p=0,870) und auch die Hyperventilation stellte ein häufiges internistisches Krankheitsbild dar (15,8 % der internistischen Boden- und 12,9 % der Luftrettungseinsätze, p=0,498). Weitere, seltener vorkommende internistische Krankheitsbilder waren der gastrointestinale Infekt und die Pneumonie.

Die Atemnot soll aufgrund ihrer Häufigkeit und Relevanz einzeln auf ihre Ursachen untersucht werden. Bei insgesamt 113 Patienten wurde Atemnot als Erstdiagnose angegeben, davon wurden 70 Patienten mit bodengebundenen und 43 mit luftgebundenen Rettungsmitteln versorgt. Man kann die Ursachen eines akuten Atemnotgeschehens in verschiedene Gruppen einteilen, in den analysierten Notarztprotokollen fand man als Ursachen Aspiration, Asthma, Hyperventilation, Intoxikation, Pseudokrupp sowie ungeklärte Ursachen.

In der Bodenrettung war die häufigste Ursache für ein Atemnotsgeschehen ein Pseudokruppanfall. Diese Erkrankung wiesen 41,4 % aller Atemnotpatienten auf, meist waren jüngere Patienten betroffen [1]. Danach folgten Patienten, die unter Atemnot infolge eines anderen infektiösen Geschehens litten, mit 25,7 %, 14,3 % mit einer Atemnot aufgrund eines Aspirationsgeschehens, 8,6 % mit einem Asthmaanfall sowie 10,0 % mit sonstigen Ursachen. In der luftgebundenen Rettungsmedizin war die häufigste Ursache von Atemnot mit 46,5 % ein Aspirationsereignis, besonders Säuglinge und Kleinkinder waren hiervon betroffen, 16,3 % der

Patienten litten unter Atemnot aufgrund eines anderen infektiösen Geschehens, gefolgt von Asthma mit 9,3 % und Pseudokrupp (7,0 %). Bei 20,9 % der Patienten mit Atemnot in der Flugrettung wurden als "Sonstige Ursachen" verzeichnet. In Abb. 18 wurden die Ursachen für Atemnot zur besseren Übersicht grafisch dargestellt.

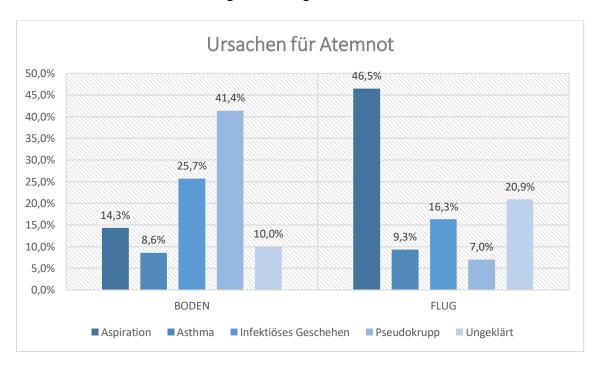


Abbildung 18: Ursachen für Atemnot in Boden- und Flugrettung

Die Ursache für Atemnot generell unterschied sich signifikant zwischen der Luft- und Bodenrettung (p<0,001). Atemnot wurde signifikant häufiger von bodengebundenen Transportmitteln versorgt.

Auch die Anaphylaxie soll genauer analysiert werden. Dieses Krankheitsbild kam in den untersuchten Protokollen 45 mal vor (3,8 % aller Einsätze), davon wurden 24 Patienten von bodengebundenen Transportmitteln versorgt (5,2 % der Einsätze des NEFs) und 21 mit dem RTH (3,0 % der Einsätze von Christoph 14).

Verursacht wurden diese allergischen Reaktionen bei 13 Patienten (28,9 % aller Anaphylaxien) durch einen Insektenstich, bei neun Patienten durch Nahrungsmittel (20,0 %), bei vier Patienten durch Medikamente (8,9 %), bei drei Patienten durch Kosmetika (6,7 %) und bei einem Patienten durch einen Schlangenbiss (2,2 %). (Abb. 19) Bei 15 Patienten war die Ursache der Anaphylaxie nicht bekannt, was 33,3 % entsprach.

Die Rettungsmittel unterschieden sich auch in der Ursache der Anaphylaxie nicht signifikant (p=0,145).

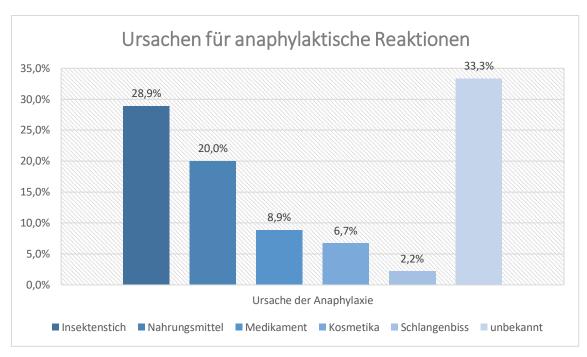


Abbildung 19: Ursachen für Anaphylaxie bei Kindernotfällen

3.2.4 Neurologische Notfälle

In der Kategorie der neurologischen Notfälle dominierte der Krampfanfall [1]. Auch die Synkopen sollen in diesem Kapitel angeführt werden. Seltenere neurologische Krankheitsbilder waren Schwindel (zwei Patienten) und Verdacht auf intrakranielle Geschehen (ein Patient).

Der Krampfanfall ist in der Kindernotfallmedizin eine der häufigsten Indikationen für den Einsatz des Rettungsdienstes. Insgesamt kamen in den untersuchten Notarzteinsatzprotokollen 203 Krampfanfälle vor, 103 davon in der Bodenrettung (22,6 % aller Bodenrettungseinsätze, 97,2 % der neurologischen Bodeneinsätze) und 100 in der Flugrettung (14,1 % der Flugeinsätze, 84,7 % der neurologischen Flugeinsätze) [1].

In den Protokollen wurde zwischen Affektkrampf, Epilepsie, Fieberkrampf, Krampf durch Intoxikation und Krampfanfall ungeklärter Ursache unterschieden. Unabhängig von den Rettungsmitteln kam der Fieberkrampf mit 9,7 % aller Einsätze bzw. 56,8 % aller Krampfanfälle am häufigsten vor, gefolgt von den durch Epilepsie ausgelösten Krampfanfällen, die 6,8 % aller Einsätze und 40,2 % aller Krampfgeschehen ausmachten. Danach folgten der Affektkrampf, der durch eine Intoxikation ausgelöste Krampf und der Krampf ungeklärter Ursache mit jeweils 0,2 % aller Einsätze bzw. jeweils 1,0 % aller Krampfanfälle.

Aufgeschlüsselt nach den Rettungsmitteln fand man in der Bodenrettung 58 Patienten mit der Diagnose Fieberkrampf (56,2 % aller Krampfanfälle, die durch die Bodenrettung versorgt

wurden), 40 mit Epilepsie (38,8 %), je zwei mit Affektkrampf und durch Intoxikation ausgelöstem Krampf (je 2,5 %) und keinen Krampf ungeklärter Ursache.

In der Flugrettung hatten 49 Patienten (49,0 % der Flugrettungspatienten mit einem Krampfgeschehen) einen Fieberkrampf, 38 einen epileptischen Anfall (38,0 %), sieben einen Krampf ungeklärter Genese (7,0 %) und jeweils drei einen Affektkrampf und einen intoxikationsbedingten Krampf (je 3,5 %), Abb. 20.

Bereits hier war ersichtlich, dass Krampfanfälle deutlich häufiger mit der Bodenrettung transportiert werden und dass der Fieberkrampf, gefolgt vom epileptischen Anfall, in beiden Rettungsmitteln klar dominierte.

Die beiden Rettungsmittel unterschieden sich bei der Untersuchung bezüglich der Ursachen der Anaphylaxie generell signifikant voneinander (p=0,009).

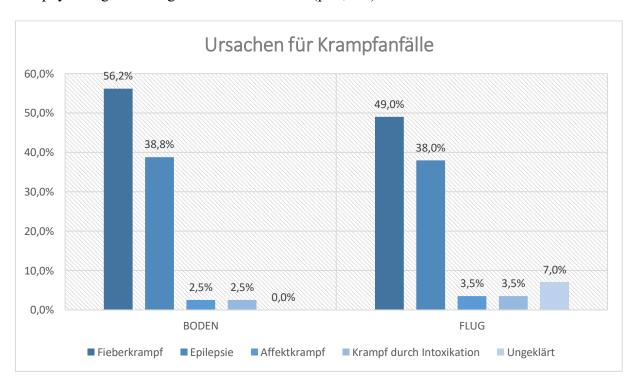


Abbildung 20: Arten von Krampfanfällen in Boden- und Flugrettung

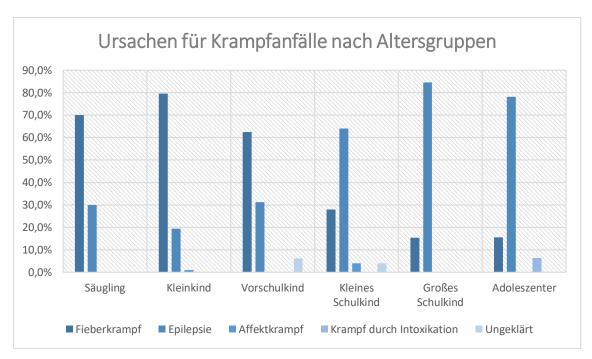


Abbildung 21: Krampfart in verschiedenen Altersklassen

Aus der Abbildung 21 ist ersichtlich, dass sich die verschiedenen Krampfarten in den Altersklassen deutlich unterschieden. Im Säuglingsalter überwog der Fieberkrampf mit 70,0 % aller Krampfanfälle, 30,0 % wurden durch Epilepsie verursacht. Im Kleinkindalter waren die häufigsten Ursachen für Krampfanfälle der Fieberkrampf (79,6 %), die Epilepsie (19,4 %), der Affektkrampf kam nur sehr selten vor (1,0 %). Im Alter von 4 bis 5 Jahren war die häufigste Krampfursache Fieber (62,5 %), gefolgt von Epilepsie (31,3 %) und ungeklärter Ursache (6,2 %). Im jungen Schulkindalter dominierte die Epilepsie (64,0 %), danach folgten der Fieberkrampf (28,0 %), der Affektkrampf und die ungeklärte Krampfursache (je 4,0 %). In der Altersspanne zwischen 10 und 12 Jahren war die häufigste Diagnose bezogen auf die Krampfanfälle die Epilepsie (84,6 %), gefolgt vom Fieberkrampf (15,4 %). In der Adoleszenz war ebenfalls die häufigste Krampfursache die Epilepsie (78,1 %), gefolgt vom Fieberkrampf (15,6 %) und einem intoxikationsbedingten Krampfanfall (6,3 %).

Alle Altersklassen unterschieden sich in der Krampfursache signifikant. Während im Säuglings-, Kleinkind- und Vorschulalter noch der Fieberkrampf überwog, war ab dem 6. Lebensjahr die Epilepsie die häufigste Ursache für einen Krampfanfall.

Synkopen kamen in den ausgewerteten Notarztprotokollen deutlich seltener vor als Krampfanfälle. Von allen ausgewerteten Einsätzen waren 43 Patienten von einer Synkope betroffen, dies entsprach 3,7 % aller Einsätze. 26 davon in der Bodenrettung, was 5,7 % aller Bodenrettungseinsätze ausmachte, 17 in der Luftrettung, was 2,4 % der Luftrettungseinsätze

entsprach. Synkopen wurden folglich in Relation gesehen häufiger mit bodengebundenen Fahrzeugen transportiert als mit dem RTH.

3.2.5 Intoxikationen

Intoxikationen kamen in den ausgewerteten Protokollen vergleichsweise selten vor. Dennoch stellen sie ein wichtiges Krankheitsbild dar und sollen in einem eigenen Kapitel besprochen werden.

Unabhängig vom Rettungsmittel wiesen 33 Patienten eine Intoxikation auf, das entsprach 2,8 % aller Einsätze. 19 Patienten wurden mit bodengebundenen Rettungsmitteln transportiert (4,1 % der Bodeneinsätze), 14 wurden mittels RTH versorgt (2,0 % aller Flugeinsätze) [1].

Intoxikationen wurden in verschiedenen Altersstufen durch verschiedene Ursachen verursacht. Dieser Unterschied war signifikant (p=0,001).

16 adoleszente Patienten (4,1 % aller Adoleszenten) hatten eine Alkoholintoxikation, vier (0,8 %) eine Drogenintoxikation. Anders verursachte Intoxikationen gab es in dieser Alterskategorie im Rahmen der untersuchten Einsatzprotokolle nicht. Vier große Schulkinder (1,5 % dieser Altersklasse) hatten eine Alkoholintoxikation.

Unter 10 Jahren hatte kein Kind eine alkohol- oder drogenbedingte Vergiftung. Es kam nur die Intoxikation durch verschiedene Chemikalien vor. Davon betroffen waren drei kleine Schulkinder (1,2 % der Patienten dieser Altersklasse), ein Vorschulkind (1,0 %) und fünf Kleinkinder (1,2 %). Bei Säuglingen wurde im Untersuchungszeitraum kein Fall einer Intoxikation dokumentiert. Die altersspezifischen Ursachen für die Intoxikationen sind in Abb. 22 schematisch dargestellt.

Nach Rettungsmitteln aufgeschlüsselt ergab sich, dass elf Alkohol-, zwei Drogen- und vier Chemikalienintoxikationen mit der Bodenrettung und neun Alkohol-, zwei Drogen- und fünf Chemikalienintoxikationen mit der Luftrettung ins Zielkrankenhaus transportiert wurden.

Bei der Untersuchung von Vergiftungen unterschieden sich diese beiden Rettungsmittel nicht signifikant (p=0,750), die Patienten wurden ebenso häufig mit der Boden- wie mit der Luftrettung transportiert.

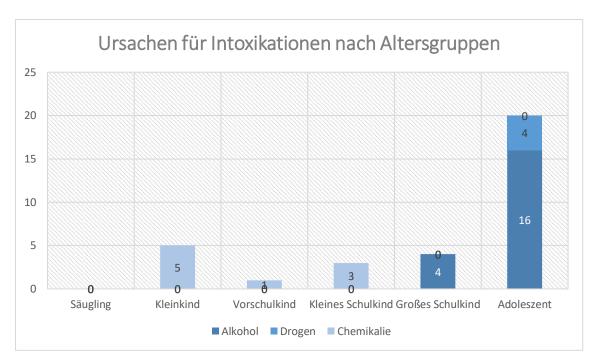


Abbildung 22: Intoxikationsursachen nach Altersklassen

3.3 Einteilung der pädiatrischen Notfälle nach Altersgruppen

Von den untersuchten Patienten waren 85 (7,3 %) Säuglinge, 251 (21,5 %) Kleinkinder, 101 (8,6 %) Vorschulkinder, 170 (14,5 %) kleine Schulkinder, 196 (16,8 %) große Schulkinder und 367 (31,4 %) Adoleszente. Adoleszente waren somit am häufigsten vertreten, gefolgt von den Kleinkindern, den großen Schulkindern, den kleinen Schulkindern, den Vorschulkindern und zuletzt den Säuglingen.

Dies unterschied sich auch in Flug und Bodenrettung, wie bereits in Kapitel 3.1 erläutert wurde.

Der Mittelwert des Patientenalters betrug 8,2±5,4. Das Altersminimum war 0 Jahre, das Altersmaximum waren 16 Jahre. In der Bodenrettung betrug der Mittelwert 8,5±5,5 Jahre, in der Flugrettung 8,9±5,4 Jahre. Die Altersverteilung war sowohl in der Flug- als auch in der Bodenrettung eine umgekehrte Normalverteilung, also bimodal mit zwei Höhepunkten in der Kleinkindzeit und in der Adoleszenz, wie auch in Abb. 23 zu erkennen ist [1].

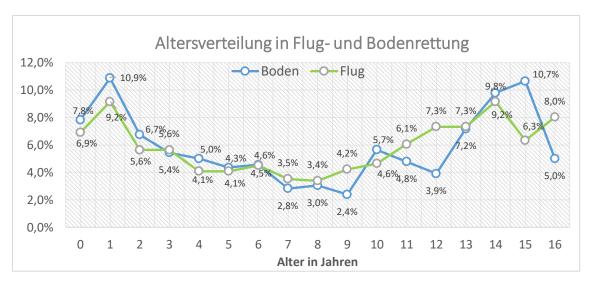


Abbildung 23: Altersverteilung von Boden- und Flugeinsätzen [1]

3.4 Einschätzung des Schweregrades präklinischer pädiatrischer Notfälle

Im folgenden Kapitel wird anhand von Werten wie den Vitalparametern, EKG- Auswertungen, NACA-Score, GCS, Neurologie und Schmerzangaben eine Einschätzung bezüglich des Schweregrades der Erkrankung/Verletzung der Patienten durchgeführt. Zudem werden die beiden Rettungsmittel anhand des Schweregrades verglichen.

Zunächst sollte ermittelt werden, ob sich die untersuchten Patienten in einem stabilen oder instabilen Zustand befanden.

Unabhängig vom Rettungsmittel wurden 78 Patienten (6,7 %) als instabil und 1092 (93,3 %) als stabil verzeichnet. In der bodengebundenen Rettungsmedizin wurden nur 3,9 % der Patienten als instabil, 96,1 % als stabil verzeichnet, in der Luftrettung waren 8,5 % instabil, 91,5 % stabil [1], Abb. 24.

Da es sich bei dieser Untersuchung um eine Kreuztabelle mit je zwei Variablen handelte, wurde hier der exakte Test nach Fisher durchgeführt. Dieser ergab, dass der Zustand des Patienten sich im Vergleich der beiden Rettungsmittel signifikant voneinander unterschied (p=0,009). Dies sagt aus, dass mehr Patienten der Luftrettung vom Notarzt als instabil eingeschätzt wurden als in der Bodenrettung.

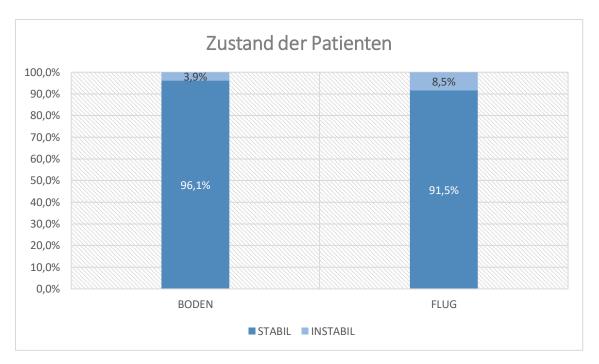


Abbildung 24: Zustand der Patienten in Boden- und Flugrettung

3.4.1 Vitalparameter

Eine einheitliche Untersuchung der Vitalparameter stellte sich als kompliziert heraus, da Kinder in unterschiedlichem Alter auch unterschiedliche Normwerte bezüglich Herzfrequenz, Blutdruck und Atemfrequenz haben. Bestimmte Vitalparameter, wie Herzfrequenz, Blutdruck und Sauerstoffsättigung wurden relativ oft erhoben und dokumentiert, andere, wie Blutzucker oder Temperatur nur, wenn eine Abweichung von der Norm erwartet wurde.

Zunächst soll die Herzfrequenz betrachtet werden. Die Herzfrequenz hatte einen Mittelwert von 104,1±26 in der Luftrettung und 108,7±27 in der Bodenrettung. Untersucht wurde die Herzfrequenz bei 858 Patienten.

Der systolische Blutdruck betrug bei der Rettung durch einen RTH 117±23 mmHg und in der bodengebundenen Rettungsmedizin 118±21 mmHg. Der diastolische Wert wurde sehr selten dokumentiert. Es lag im Test von Levene eine Varianzhomogenität vor, die Werte unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (p=0,936). Der systolische Blutdruck wurde bei 641 Patienten dokumentiert. Wie bereits erwähnt war eine Interpretation von Herzfrequenz und Blutdruck aufgrund der unterschiedlichen Altersklassen diffizil.

Der Blutzucker hatte einen Mittelwert von 108,7±68 in der Flugrettung und 104,3±39 in der Bodenrettung, die Werte unterschieden sich nicht signifikant voneinander (p=0,503). Der Blutzucker wurde bei 278 Patienten erhoben.

Der Mittelwert der Temperatur lag in der Luftrettung bei 38,0±2°C, in der Bodenrettung bei 38,2±2°C, die Merkmale unterschieden sich nicht signifikant nach Rettungsmittel aufgegliedert voneinander (p=0,377). Untersucht wurde die Temperatur bei 161 Patienten.

Die Sauerstoffsättigung wurde deutlich häufiger bestimmt. Hier ergab sich ein Mittelwert von 97,0±3,7 in der Luftrettung und 96,7±3,8 in der Bodenrettung. Es lag eine Varianzhomogenität vor, die Werte unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln (p=0,330). Dokumentiert wurde dieser Wert bei 819 Patienten.

Die durchschnittliche Atemfrequenz in der Flugrettung betrug 19,5 +/-8 pro Minute, in der Bodenrettung 18,8±6. Auch dieser Wert ist altersabhängig zu interpretieren. Die Werte unterschieden sich auch hier nicht signifikant zwischen den beiden Rettungsmöglichkeiten (p=0,424). Bezüglich der Atemfrequenz wurden 287 Patienten untersucht.

Ein EKG kam bei 74 Patienten in der bodengebundenen und 159 in der luftgebundenen Rettung zur Verwendung. Insgesamt wurden folglich 233 EKGs analysiert.

Unabhängig vom Rettungsmittel wurden 222 Sinusrhythmen (95,3 % der durchgeführten EKGs), vier Asystolien (1,7 %), vier Sinustachykardien (1,7 %) und je eine Sinuskonten-Reentry-Tachykardie, supraventrikuläre Tachykardie (SVT) und Sinusbradykardie (je 0,4 %) festgestellt.

Die Asystolien wurden in allen vier Fällen von der Flugrettung dokumentiert, was 0,6 % der Flugrettungsfälle ausmachte. Auch die Sinusknoten-Reentry-Tachykardie, die Sinusbradykardie, die SVT (je 0,1 % der Flugrettung) und drei der Sinustachykardien (0,4 %) wurden in der Flugrettung verzeichnet, allein eine Tachykardie kam in der bodengebundenen Rettung vor (0,2 % der Einsätze der bodengebundenen Rettung). Bei 83,9 % der Bodenrettungseinsätze und 77,6 % der Luftrettungseinsätze wurde auf die Aufzeichnung eines EKGs verzichtet.

Auch hier unterschieden sich die Untersuchungen zwischen den beiden Rettungsmitteln nicht signifikant (p=0,132). Es ist jedoch zu beachten, dass kritische Herzrhythmusstörungen wie die Asystolie und die SVT nur in der Flugrettung verzeichnet wurden.

3.4.2 NACA- Score und GCS

Der NACA-Score wurde bei nahezu allen Patienten durch den Notarzt dokumentiert. Allein bei fünf Patienten (0,4 %) wurde der Wert nicht dokumentiert. Diese Patienten wurden bei den Berechnungen zum NACA-Score ausgeschlossen.

Zunächst wurde ein t-Test für unverbundene Stichproben durchgeführt. Hier ergab sich ein Mittelwert von 3,1±0,9 in der Flugrettung und von 2,9±0,8 in der Bodenrettung [1]. Der Minimalwert betrug 1, der Maximalwert 7. Dieser Höchstwert wurde jedoch nur einmal in der Flugrettung dokumentiert. Der t-Test wies signifikante Ergebnisse auf, die beiden Rettungsmittel unterschieden sich bezüglich des NACA-Scores signifikant (p<0,001, Varianzhomogenität). Jedoch hatte der NACA Score in beiden Rettungsformen einen Modalwert von 3, dieser Wert zeigte zwischen den beiden Rettungsmitteln keinen signifikanten Unterschied (p=0,089) [1].

Bei weiteren Untersuchungen stellte sich heraus, dass in der bodengebundenen Rettungsmedizin 31 Patienten mit einem NACA von 1 (6,7 %), 96 mit einem NACA von 2 (21,0 %), 246 mit einem NACA von 3 (53,4 %), 77 mit einem NACA von 4 (16,7 %), 10 mit einem NACA von 5 (2,2 %) und keiner mit einem NACA von 6 oder 7 versorgt wurden.

In der Flugrettung wurden 28 Fälle mit einem NACA von 1 (4,0 %), 119 Fälle mit einem NACA von 2 (16,7 %), 397 Fälle mit einem NACA von 3 (55,9 %), 119 Fälle mit einem NACA von 4 (16,7 %), 42 Fälle mit einem NACA von 5 (6,0 %), 4 Fälle mit einem NACA von 6 (0,6 %) und ein Fall mit einem NACA von 7 (0,1 %) verzeichnet. (Abb. 25)

Es stellte sich heraus, dass viele Patienten, sowohl in der Flug- als auch in der Bodenrettung, mit einem NACA-Wert von 1 bzw. 2 transportiert wurden [1]. Zudem wurden 39,3 % der NACA-4-Patienten und 19,2 % der NACA-5-Patienten bodengebunden transportiert, wobei hier ein höhergewichtetes Transportmittel hätte verwendet werden können.

Der NACA- Score zeigte sowohl in der Luft- als auch in der Bodenrettung eine Normalverteilung mit einem Gipfel bei dem Wert 3 [1].

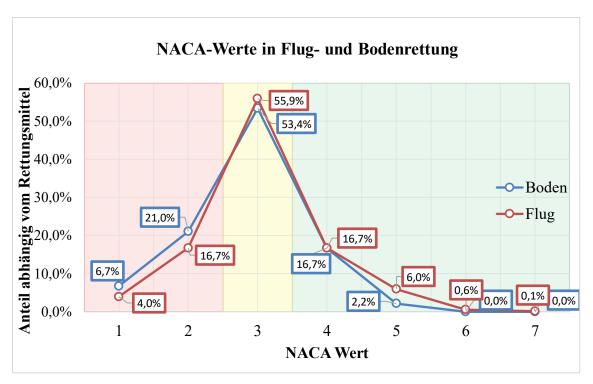


Abbildung 25: Der NACA-Score bei Boden- und Flugrettung im Vergleich [1]

Der NACA-Score wurde auch in unter Berücksichtigung der verschiedenen Altersklassen untersucht. Hier stellte sich heraus, dass sich der NACA-Score nicht signifikant unterschied (p=0,127). Dies bedeutet, dass sich die Verletzungsschwere anhand der Analyse des NACA-Scores zwischen den verschiedenen Altersstufen nicht signifikant unterschied.

Die Glasgow-Coma-Scale wurde bei 13 Patienten, was 1,1 % aller Notfälle entspricht, nicht erhoben. Diese Fälle wurden aus den Berechnungen ausgeschlossen.

Mittels t-Test für unverbundene Stichproben wurde ein Mittelwert von 14,1±2,0 in der Flugrettung und von 14,3±2,4 in der Bodenrettung errechnet. Im Levene-Test wurde eine Varianzhomogenität festgestellt, die Ergebnisse der beiden Rettungsarten unterschieden sich nicht signifikant voneinander (p=0,369), die Bewusstseinszustände unterschieden sich folglich nicht relevant voneinander [1].

Ein Patient, der mittels bodengebundener Fahrzeuge versorgt wurde und sechs Patienten der Luftrettung verstarben noch im Rahmen des Krankenhausaufenthaltes, ein Patient von Christoph 14 verstarb noch während des Rettungseinsatzes [1]. Die Ursachen hierfür waren bei vier Patienten ein Polytrauma mit schwerem SHT, bei zwei Patienten ein plötzlicher Kindstod (SIDS) und bei einem Patienten eine schwere Intoxikation in suizidaler Absicht.

3.4.3 Neurologischer Zustand der Patienten

Der neurologische Zustand der Patienten wurde im Notarzteinsatzprotokoll durch die bereits besprochene GCS, den neurologischen Zustand bei Ankunft des Notarztes (Initialzustand) sowie durch die Kategorie "Bewusstsein" näher definiert.

Falls sich der Initialzustand im Laufe der Behandlung oder des Transports verbesserte oder verschlechterte, wurde dies nicht dokumentiert.

Die initiale Neurologie konnte bei allen 1170 Patienten ermittelt werden. Hierfür wurde in die Kategorien "unauffällig", was keine Auffälligkeiten in der Neurologie bedeutet, "Amnesie", "Somnolenz", "Bewusstlosigkeit" und "DMS reduziert" unterschieden. "DMS reduziert" fasst alle Fälle zusammen, in denen Probleme in Durchblutung, Motorik und/oder Sensorik eines verletzten Patienten dokumentiert wurden. Probleme in dieser Kategorie führen oft zu Folgeschäden an der betroffenen Körperregion und sind mögliche Gründe für einen Repositionsversuch vor Ort. Diese Patienten wurden, der Thematik entsprechend, bei den Kapiteln zu Frakturen und Luxationen sowie den Repositionen näher untersucht und hier bei der Analyse der zentralnervösen Auffälligkeiten außen vor gelassen.

Unter Vernachlässigung der Transportart wiesen 961 Patienten (82,1 %) keine zentralnervösen neurologischen Auffälligkeiten auf, 144 waren initial somnolent (12,3 %), 40 bewusstlos (3,4 %) und 25 litten unter einer retrograden Amnesie (2,1 %).

Differenziert betrachtet hatten in der Bodenrettung 82,2 % keine Auffälligkeiten, 12,8 % eine Somnolenz, 2,8 % waren initial bewusstlos und 2,2 % hatten eine Amnesie. In der Luftrettung hingegen waren 82,1 % neurologisch unauffällig 12,0 % somnolent, 3,8 % bewusstlos und 2,1 % wiesen eine Amnesie auf. (Abb. 26)

Die initiale Neurologie generell unterschied sich zwischen den beiden Rettungsmitteln nicht signifikant (p=0,905). Einzig die Variable "Bewusstlosigkeit" war in der Flugrettung etwas häufiger vertreten. Alle anderen Werte waren nahezu identisch.

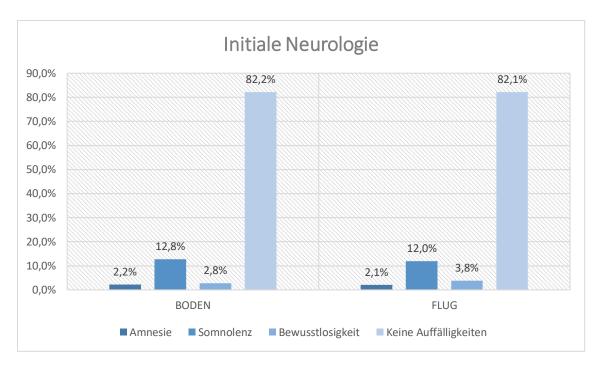


Abbildung 26: Initiale Neurologie in Boden- und Flugrettung

3.4.4 Schmerzen

Angaben zu den Schmerzen des Patienten wurden ab einem Alter von 5 Jahren anhand einer visuellen Analogskala dokumentiert [1].

Die Berechnungen bezüglich der Schmerzstärke wurden mittels t-Test für unverbundene Stichproben durchgeführt. Es ergab sich ein Mittelwert von 2,7±2,8 in der Flugrettung und von 1,6±2,6 in der Bodenrettung. Die Schmerzstärke unterschied sich in Flug- und Bodenrettung signifikant voneinander (p<0,001) [1].

Dieser Unterschied drückte sich auch in der Gabe von Analgetika aus, welche im Kapitel "Therapeutische Interventionen" näher besprochen wird.

3.5 Therapeutische Interventionen

3.5.1 Intubation und kardiopulmonale Reanimation

Unabhängig vom Rettungsmittel wurden 97,9 % der Patienten nicht intubiert, 1,6 % wurden oral intubiert, 0,2 % wurden assistiert beatmet und je 0,1 % wurden CPAP beatmet, nasal intubiert oder es erfolgte ein Freimachen der Atemwege.

In der Bodenrettung wurde bei 99,3 % keine dieser Maßnahmen durchgeführt, 0,4 % wurden assistiert beatmet und bei 0,3 % wurde der Atemweg freigemacht, kein Patient wurde oral

intubiert. In der Luftrettung erfuhren 97,0 % keine Intervention in diesem Bereich, 2,8 % wurden oral intubiert und je 0,1 % wurden CPAP beatmet bzw. nasal intubiert [1].

Die Untersuchungen hierzu unterschieden sich unter Einbeziehung aller Maßnahmen signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln (p=0,002).

40,0 % der Intubationen fanden bei Adoleszenten statt, 20,0 % bei Kleinkindern, je 15,0 % bei kleinen Schulkindern und Säuglingen, wobei eins der Säuglinge nasal intubiert wurde, und 10,0 % bei Vorschulkindern. Große Schulkinder wurden in dem beobachteten Zeitintervall nie intubiert. Hier war ersichtlich, dass die Maßnahme der Intubation unabhängig vom Alter durchgeführt wurde, die Werte unterschieden sich nicht signifikant voneinander (p=0,073).

Insgesamt erhielten 869 Patienten (74,3 %) keinen Sauerstoff, bei 301 Patienten (25,7 %) war die Gabe indiziert. Spezifisch betrachtet wurden in der bodengebundenen Rettungsmedizin 24,7 % der Patienten mit Sauerstoff versorgt, in der Flugrettung waren es 26,2 % [1]. (Abb. 27) Auch hier kam in der Auswertung zur Signifikanz der exakte Test nach Fisher zur Verwendung. In diesem erwiesen sich die Unterschiede zwischen Luft- und Bodenrettung als nicht signifikant (p=0,612).

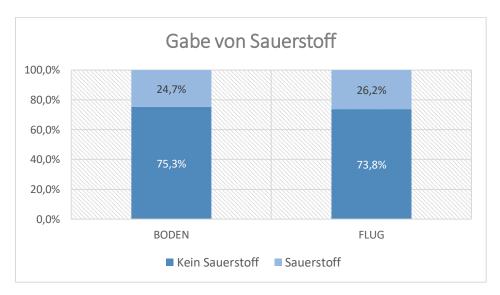


Abbildung 27: Sauerstoffgabe bei Flug- und Bodenrettung im Vergleich

Die Durchführung einer kardiopulmonalen Reanimation (CPR) wurde in 0,7 % der Fälle angegeben. Alle acht Reanimationen fanden in der Flugrettung statt (1,1 % der Flugrettungseinsätze). In der Bodenrettung wurde keine CPR dokumentiert. Der exakte Test nach Fisher ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln (p=0,025).

3.5.2 Intravenöser Zugang und Volumensubstitution

Bei allen 1170 Patienten wurde dokumentiert, ob ein Zugang gelegt wurde. Es wurde zwischen "kein Zugang", "periphervenösem Zugang", "intraossärem Zugang" und "zentralvenösem Zugang" (ZVK) unterschieden.

Von allen Patienten erhielten 50,9 % keinen Zugang, 48,7 % einen periphervenösen Zugang, 0,3 % einen intraossären Zugang und 0,1 % einen ZVK.

Unter Berücksichtigung der einzelnen Rettungsmittel ergaben sich folgende Werte: In der bodengebundenen Rettung erhielten 61,0 % der Kinder keinen Zugang, 38,4 % einen periphervenösen Zugang, 0,4 % einen intraossären Zugang und 0,2 % einen ZVK. In der Flugrettung hingegen wurden 44,7 % mit keinem Zugang, 55,0 % mit einem periphervenösen Zugang und 0,3 % mit einem intraossären Zugang versorgt, wie auch in Tabelle 6 zu erkennen ist.

	Kein Zugang	Periphervenös	Intraossär	Zentralvenös
BODEN	61,0 %	38,4 %	0,4 %	0,2 %
FLUG	44,7 %	55,0 %	0,3 %	-

Tabelle 6: Anlage eines Zugangs bei Boden- und Flugrettung im Vergleich

Unter Berücksichtigung der Altersklassen ergab sich, dass die Anlage eines Zugangs mit steigendem Alter zunahm. Während im Säuglingsalter nur 15,3 % einen peripheren Zugang erhielten, waren es im Kleinkindalter schon 19,9 %, im Vorschulalter 35,6 %, im jungen Schulkindalter 48,8 %, im älteren Schulkindalter 58,2 % und in der Adoleszenz bereits 74,7 %. Zwei der intraossären Zugänge wurden im Kleinkindalter gelegt, je einer in Vorschulkindalter und Adoleszenz. Die Anlage des ZVKs fand bei einem adoleszenten Patienten statt.

Die Gabe von Infusionen wurde bei 43,7 % aller Patienten durchgeführt. Unterschieden wurden hier Glukose (5 %), Hydroxyethylstärke (HAES), Jonosteril, Natrium-Chlorid (NaCl 0,9 %) und Ringeracetat. Unabhängig vom Rettungsmittel wurden bei 26,2 % der Patienten Jonosteril, 15,0 % Ringeracetat, 1,5 % NaCl, 0,5 % HAES und 0,4 % Glukose infundiert.

In der Bodenrettung erhielten 65,2 % der Patienten keine Infusion, 24,3 % Jonosteril, 8,3 % Ringeracetat, und 2,2 % NaCl. Die anderen Lösungen waren in der Bodenrettung nicht vertreten. In der Luftrettung erhielten insgesamt 50,6 % keine Infusion, 27,5 % Jonosteril, 19,3 % Ringeracetat, 1,1 % NaCl, 0,8 % HAES und 0,7 % Glukose. Insgesamt wurden folglich in der Bodenrettung bei 34,8 % der Patienten isotone Lösungen (Jonosteril, Ringeracetat, NaCl) und keine hypo- oder hypertonen Lösungen gegeben. In der Flugrettung wurden bei 47,9 % isotone, bei 0,8 % hypertone (HAES) und bei 0,7 % hypotone (Glukose) Infusionen zur

Anwendung gebracht (Tabelle 7). Die beiden Rettungsmittel unterschieden sich in der Volumensubstitution generell signifikant (p<0,001).

	Keine	Jonosteril	Ringeracetat	Natriumchlorid	HAES	Glukose
BODEN	65,2 %	24,3 %	8,3 %	2,2 %	-	-
FLUG	50,6 %	27,5 %	19,3 %	1,1 %	0,8 %	0,7 %

Tabelle 7: Volumensubstitution in Boden- und Flugrettung

3.5.3 Medikamentengabe

Im Folgenden soll die Applikation von Medikamenten genauer analysiert werden. Bei den verwendeten Medikamenten handelte es sich um Adenosin, Atropin, Adrenalin, Akrinor, Amiodaron, Atrovent, Buscopan, Diazepam, Dimenhydrinat, Etomidat, Fenistil, Furosemid, Glukose, Ketamin, Lidocain, Lorazepam, MCP, Midazolam, Ondansetron, Prednisolon, Propofol, Prostaglandine und Salbutamol. Um die Auswertung übersichtlicher zu gestalten, wurden diese Medikamente in ihre Wirkgruppen unterteilt.

Unabhängig vom Rettungsmittel wurden bei 33,3 % der Patienten Medikamente appliziert, 66,7 % erhielten keine Medikamente. 18,9 % aller Patienten bekamen Benzodiazepine, 8,5 % Narkotika (Propofol, Ketanest oder Etomidat), 7,2 % Antiemetika, 3,3 % Sympathomimetika, 2,3 % Antihistaminika, 0,9 % Parasympatholytika und 0,8 % Glukose.

In der Bodenrettung erhielten 68,9 % keine Medikamente, 15,2 % Benzodiazepine, 6,7 % Antiemetika, 6,3 % Narkotika, 4,3 % Sympathomimetika, 2,8 % Antihistaminika, 1,1 % Parasympatholytika und 0,9 % Glukose. In der Flugrettung erhielten 65,2 % keine Medikation, 21,5 % Benzodiazepine, 9,8 % Narkotika, 7,5 % Antiemetika, 2,5 % Sympathomimetika, 2,0 % Antihistaminika und je 0,7 % Glukose und Parasympatholytika. Zur besseren Übersicht wurden diese Ergebnisse in Tabelle 8 erneut aufgegliedert.

	BODEN	FLUG
Keine Medikamente	68,9 %	65,2 %
Benzodiazepine	15,2 %	21,5 %
Narkotika	6,3 %	9,8 %
Antiemetika	6,7 %	7,5 %
Sympathomimetika	4,3 %	2,5 %
Antihistaminika	2,8 %	2,0 %
Parasympatholytika	1,1 %	0,7 %
Glukose	0,9 %	0,7 %

Tabelle 8: Medikamentengabe bei Boden- und Flugrettung im Vergleich

Die Medikamentengabe im Allgemeinen unterschied sich nicht signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln (p=0,151).

Weitere Medikamente, die zu den oben genannten gegeben wurden, waren Antiarrhythmika (in 0,1 % der Flugrettungseinsätze), Antibiotika (in 0,1 % der Flugrettung), Lokalanästhetika (0,1 % der Flugrettungs- und 0,2 % der Bodenrettungseinsätze), Prostaglandine (in 0,1 % der Flugeinsätze) und Schleifendiuretika (in 0,1 % der Einsätze mit dem RTH). Auch hier unterschieden sich Luft- und Bodenrettung nicht signifikant voneinander (p=0,595).

In insgesamt 2,7 % der Einsätze, genauer in 3,9 % der Bodenrettungseinsätze und 2,0 % der Flugrettungseinsätze, wurde Prednison zur Verwendung gebracht, meist zusammen mit einem Antihistaminikum oder einem Sympathomimetikum. Der Einsatz von Prednison unterschied sich im Fisher-Test nicht signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln (p=0,065). Prednison wurde in den meisten Fällen im Rahmen einer anaphylaktischen Reaktion verabreicht.

Benzodiazepine wurden insgesamt bei 223 (19,1 %) der Patienten verabreicht. Dies betraf 15,2 % der Kinder in der bodengebundenen Rettungsmedizin und 21,5 % der Kinder, die mittels RTH versorgt wurden. (Abb. 28) Die Werte bezüglich der Gabe von Benzodiazepinen unterschieden sich hier signifikant voneinander (p=0,008).

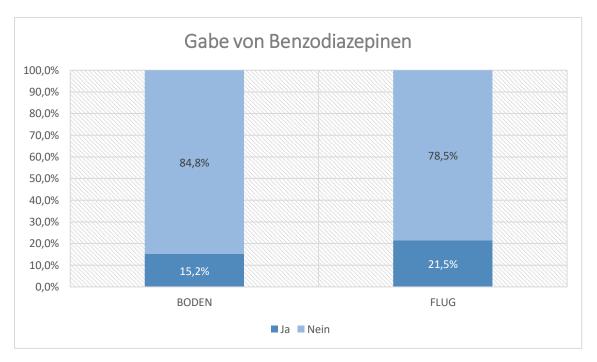


Abbildung 28: Gabe von Benzodiazepinen in der Boden- und Flugrettung

Die angewendeten Schmerzmittel waren Paracetamol und Metamizol in WHO-Klasse 1, sowie Piritramid, Morphin und Fentanyl in aufsteigender Potenz in WHO-Klasse 3. (Tabelle 10) Insgesamt erhielten 73,0 % der Kinder keine Schmerzmedikation, 12,0 % erhielten Fentanyl, 6,3 % Paracetamol, 5,4 % Piritramid, 3,0 % Metamizol und 0,3 % Morphin.

Rettungsmittelspezifisch wurden in der Bodenrettung bei 80,5 % der Patienten keine Schmerzmittel, bei 8,0 % Paracetamol, bei 5,9 % Fentanyl, bei 3,1 % Piritramid, bei 2,2 % Metamizol und bei 0,3 % Morphin verabreicht. In der Flugrettung erhielten 68,7 % keine Schmerzmedikation, 15,9 % erhielten Fentanyl, 6,8 % Piritramid, 5,0 % Paracetamol, 3,4 % Metamizol und 0,2 % Morphin. (Tabelle 9) Die beiden Rettungsmittel unterschieden sich in der Gabe von Analgetika generell signifikant voneinander (p<0,001), wobei in der Flugrettung außerdem Schmerzmedikamente einer höheren WHO-Klassifizierung verabreicht wurden als in bodengebundenen Fahrzeugen [1].

	Paracetamol	Metamizol	Piritramid	Morphin	Fentanyl
BODEN	8,0 %	2,2 %	3,1 %	0,3 %	5,9 %
FLUG	5,0 %	3,4 %	6,8 %	0,2 %	15,9 %

Tabelle 9: Schmerzmedikation in Boden- und Flugrettung

	WHO 1	WHO 2	WHO 3
BODEN	10,2 %	0,0 %	9,3 %
FLUG	8,4 %	0,0 %	22,9 %

Tabelle 10: Schmerzmedikation nach WHO-Klassen in Boden- und Flugrettung [1]

In der Bodenrettung erhielten 10,2 % der Patienten ein Nicht-Opioid, 9,3 % ein Opioid, in der Flugrettung waren es 8,4 %, die ein Nicht-Opioid und 22,9 %, die ein Opioid erhielten.

3.5.4 Rettungsmittel

Bei 76,1 % der Patienten mussten keine Rettungsmittel verwendet werden. 9,5 % wurden mit einer Cervikalstütze, 5,0 % mit einer Vakuummatratze, 3,3 % mit einem Verband, 3,1 % mit einem Samsplint, 1,1 % mit einer Schiene versorgt, 0,7 % mussten gekühlt werden, 0,6 % erhielten eine Vakuumschiene, je 0,2 % wurden via Schaufeltrage geborgen und erhielten Wärmeerhalt und je 0,1 % benötigten einen Druckverband, einen Inkubator oder wurden via Spineboard geborgen.

In der Bodenrettung kamen bei 82,6 % der Einsätze keine Hilfsmittel zum Einsatz, bei 6,5 % die Cervikalstütze, bei 3,7 % ein Verband, bei 2,1 % ein Samsplint, bei 1,7 % ein Spineboard, 1,5 % eine Vakuummatratze, bei 1,3 % Kühlung, bei 0,4 % Wärme und bei 0,2 % eine Vakuumschiene. In der Luftrettung wurden bei 71,8 % der Einsätze keine Hilfsmittel verwendet, bei 11,4 % eine Cervikalstütze, bei 7,3 % eine Vakuummatratze, bei 3,8 % ein Samsplint, bei 3,1 % ein Verband, bei 0,8 % eine Vakuumschiene, bei 0,7 % eine normale Schiene, bei je 0,4 % Kühlung oder eine Schaufeltrage und bei je 0,1 % ein Druckverband, ein Inkubator und ein Spineboard. Wärmeerhalt kam in der Flugrettung nicht zum Einsatz.

Auch die Analyse der Hilfsmittel generell unterschied sich in Flug- und Bodenrettung signifikant voneinander (p<0,001).

3.5.5 DMS und Reposition vor Ort

Wie bereits im Kapitel 3.2.2 erwähnt, wurden 86 (35,0 %) Frakturen und Luxationen als disloziert, 160 (65,0 %) als nicht disloziert angegeben. In der Bodenrettung waren 55,4 % der Frakturen und Luxationen disloziert, in der Flugrettung waren es nur 27,4 %. Hier zeigte sich eine signifikant höhere Zahl der dislozierten Verletzungen in der Bodenrettung.

Bei der Untersuchung der DMS (Durchblutung, Motorik, Sensorik) der Patienten mit peripheren Verletzungen zeigte sich folgendes Bild: 21 (4,6 %) Patienten der Bodenrettung und 35 (4,9 %) der Flugrettung wiesen in der DMS Auffälligkeiten auf. Es zeigte sich hier kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln.

Unter Vernachlässigung der Rettungsmittel wurden 44 Repositionen vor Ort durchgeführt, 198 Verletzungen wurden nur stabilisiert und erst im Krankenhaus weiterversorgt. Es wurden folglich 53,7 % der dislozierten Brüche/Luxationen reponiert.

Rettungsmittelspezifisch war erkennbar, dass in der Bodenrettung 61,3 % der dislozierten Verletzungen reponiert wurden, in der Flugrettung betrug diese Zahl nur 49,0 %, Abb. 29. Hieraus war ersichtlich, dass in der Bodenrettung signifikant häufiger Repositionen durchgeführt wurden (p<0,001).

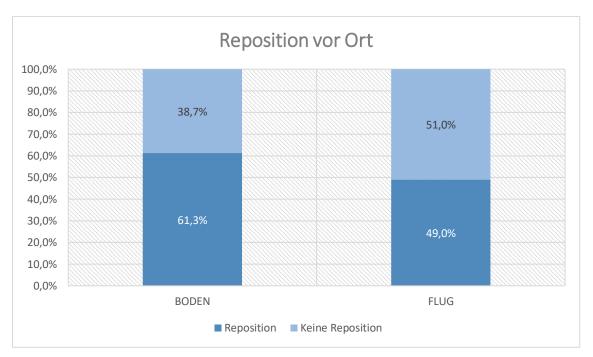


Abbildung 29: Reposition von dislozierten Verletzungen in Flug- und Bodenrettung

3.5.6 Thoraxdrainage

Die Anlage einer Thoraxdrainage wurde bei insgesamt vier Patienten durchgeführt (0,3 % aller Einsätze), die Patienten wurden ohne Ausnahme durch Christoph 14 versorgt (0,6 % aller Einsätze mit dem RTH). Alle betroffenen Patienten hatten als Diagnose ein Polytrauma. In der Bodenrettung wurde diese Maßnahme im Rahmen des untersuchten Patientenkollektivs nicht durchgeführt.

Aufgrund der Seltenheit der Fälle wurde hier keine Signifikanztestung durchgeführt.

3.6 Analyse von Transportzeiten

Im folgenden Kapitel werden die verschiedenen Zeitintervalle genauer analysiert. Die Definition der verwendeten Intervalle wurden bereits im Kapitel zur statistischen Auswertung besprochen.

Die Anfahrtszeit konnte aufgrund von fehlenden Werten nur in 61,8 % der Fälle bestimmt werden. Der Mittelwert in diesem Intervall lag in der Flugrettung bei 11:04±5 Minuten und in der Bodenrettung 09:50±4 Minuten. Es lag eine Varianzhomogenität vor, die Anfahrtszeiten unterschieden sich zwischen den beiden Rettungsmitteln signifikant (p=0,001), wobei die Bodenrettung schneller zum Einsatzort gelangte [1].

Die Behandlungszeit konnte in 48,1 % der Fälle ermittelt werden. Der Mittelwert lag in diesem Intervall B bei 19:35±10 Minuten in der Luftrettung und bei 17:46±39 Minuten in der Bodenrettung. Die Zeitintervalle waren bei Varianzhomogenität zwischen den beiden Rettungsmitteln nicht signifikant unterschiedlich (p=0,466). Dies bedeutet, dass die Behandlung der Patienten in beiden Rettungsmitteln in ihrer Dauer nahezu identisch ist [1].

Die Transportzeit konnte in 40,9 % der Fälle ausgewertet werden. Hier ergab sich ein Mittelwert von 26:07±44 Minuten in der Flugrettung und ein Mittelwert von 18:30±11 Minuten in der Bodenrettung. Es lag eine Varianzheterogenität vor, die Werte unterschieden sich signifikant voneinander in Flug- und Bodenrettung (p=0,011) [1].

Das letzte Intervall war eine Zusammenfassung der Zeiträume A, B und C. Diese Gesamtzeit konnte bei 40,9 % aller Patienten erhoben werden. Sie hatte einen Mittelwert von 50:31±35 Minuten in der Luftrettung und von 44:40±39 Minuten in der Bodenrettung. (Tabelle 11) Es lag eine Varianzhomogenität im Levene-Test vor, die Zeiten unterschieden sich zwischen den beiden Rettungsmitteln signifikant voneinander. Dies erschließt sich auch bereits aus den vorangegangenen Intervallen. Da sowohl die Anfahrtszeit als auch die Transportzeit in der Bodenrettung kürzer waren und die Behandlungszeit sich nicht signifikant von der Luftrettung unterschied, muss die Gesamtzeit in der Bodenrettung kürzer sein als in der Luftrettung.

	Intervall A	Intervall B	Intervall C	Intervall D
BODEN	09:50 min	17:46 min	18:30 min	44:40 min
FLUG	11:04 min	19:35 min	26:07 min	50:31 min

Tabelle 11: Vergleich der Zeitintervalle in Boden- und Flugrettung [1]

3.7 Analyse des Einsatzortes

Da Bergrettung und Wasserrettung den Einsatz des RTH Christoph 14 voraussetzen, soll der Einsatzort näher erläutert werden. Die Bodenrettung wurde in dieser Analyse vernachlässigt. Es fanden 98 Einsätze in alpinem Gelände statt, dies entspricht 8,4 % aller Rettungseinsätze, weitere vier Einsätze fanden in einem nicht näher bezeichneten Gelände statt (0,3 %), zwei auf einer Insel (0,2 %) und eine im See (0,1 %) [1]. In der Flugrettung waren es 13,6 % alpine Einsätze, 0,6 % Geländeeinsätze, 0,3 % Inseleinsätze und 0,1 % Einsätze im See [1]. All diese Einsätze wurden bei den Berechnungen zu den Fehleinsätzen ausgeschlossen, da der schwer zu erreichende Einsatzort eine Rettung mit dem Rettungstransporthubschrauber indiziert.

3.8 Analyse des Transportziels

Das Transportziel wurde in 97,6 % der Fälle dokumentiert, die restlichen 28 Patienten, davon sieben Bodenrettungs- und 21 Flugrettungspatienten, wurden aus den Berechnungen ausgeschlossen.

Zunächst wurden die Zielkliniken der beiden Rettungsmittel untersucht und miteinander verglichen. Sowohl in der Luftrettung als auch in der Bodenrettung war das Klinikum Traunstein das mit Abstand am häufigsten besuchte Krankenhaus (90,1 % der Bodeneinsätze, 76,8 % der Luftrettungseinsätze). In der Bodenrettung wurden des Weiteren 40 Patienten, also 8,8 %, vor Ort behandelt. Ein Weitertransport in ein Krankenhaus war nicht notwendig. Vier Patienten (0,9 %) wurden ins Kreisklinikum Trostberg transportiert, einer wurde an den RTW übergeben (0,2 %) und musste nicht von einem Notarzt begleitet werden.

Patienten der Flugrettung wurden in ein weiter gefächertes Netz von Zielkrankenhäusern geflogen. Das häufigste Krankenhaus war, wie bereits genannt, das Klinikum Traunstein. Auch in der Flugrettung wurden 40 Patienten (5,8 %) vor Ort behandelt. Je 20 Patienten (je 2,9 %) wurden nach Altötting und Salzburg transportiert. 17 Patienten (2,5 %) wurden nach Rosenheim, 13 (1,9 %) nach Bad Reichenhall, elf (1,6 %) nach Trostberg, sieben (1,0 %) in das Klinikum Schwabing in München, fünf (0,7 %) in sonstige Kliniken in München und je drei (je 0,4 %) nach Mühldorf und ins Dr. von Haunersche Kinderspital München transportiert. Je zwei Patienten (je 0,3 %) kamen ins Klinikum Berchtesgaden, Fridolfing, Großhadern, Harlaching und Murnau, je ein Patient (je 0,1 %) nach Achdorf, ins Klinikum Barmherzige Brüder in Regensburg, nach Braunau, nach Deggendorf, nach Landshut, nach Prien, nach Ramsau und nach St. Johann. Ein Patient wurde in eine Hausarztpraxis transportiert.

Im Gesamtüberblick unterschieden sich die Transportziele signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln (p<0,001). Durch den RTH wurden Patienten in viele verschiedene, teils weiter weggelegene Krankenhäuser, die über besondere Spezialisierungen insbesondere im pädiatrischen Bereich, in der Traumaversorgung oder in der Versorgung von Verbrennungen verfügen, transportiert.

Die Kilometerangabe der Fahrt-/Flugstrecken wurde in 31,0 % der Fälle dokumentiert. Es ergab sich ein Mittelwert von 53,3±39 Kilometer in der Flugrettung und 20,0±16 Kilometer in der Bodenrettung. Es lag eine Varianzheterogenität im Levene-Test vor, die Strecken unterschieden sich signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln (p<0,001), was sich durch die Verschiedenheit der Zielkrankenhäuser erklären lässt [1].

3.9 Dauer des Krankenhausaufenthaltes

Insgesamt wurden 390 Patienten am selben Tag wieder entlassen (33,4 %), dies betraf 38,6 % der Boden- und 28,2 % der Luftrettungspatienten. Nach einem Tag wurden weitere 30,0 % entlassen (31,1 % oder Boden- und 29,1 % der Luftrettungseinsätze), am zweiten Tag waren es 5,8 % (6,1 % und 5,6 %). In den Folgetagen wurden es immer weniger Patienten, die entlassen wurden, ab Tag acht waren es immer unter 1,0 % der Patienten (Abb. 30) [1].

Der Mittelwert des Krankenhausaufenthalts waren 2,8±6,3 Tage in der Flugrettung, sowie 1,6±3,7 Tage in der Bodenrettung, was einem signifikanten Unterschied entspricht [1]. Die Krankenhausaufenthaltsdauer konnte bei 82,2 % der Patienten festgestellt werden, da diese Patienten ins Klinikum Traunstein transportiert wurden. Die restlichen Patienten wurden von dieser Berechnung ausgeschlossen. Das Minimum des Krankenhausaufenthalts betrug 0 Tage, wenn der Patient noch an demselben Tag entlassen wurde. Das Maximum waren 66 Tage. Dies betraf einen Patienten der Flugrettung.

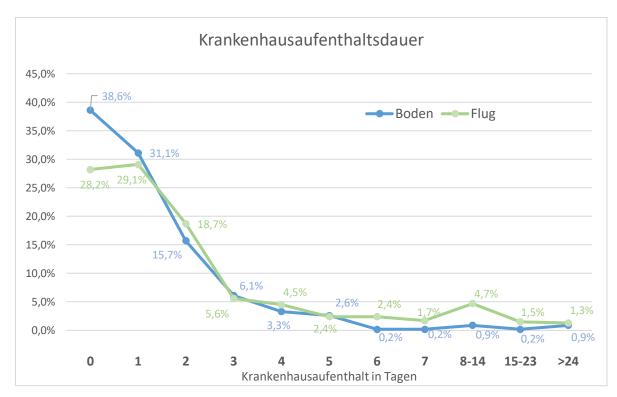


Abbildung 30: Krankenhausaufenthaltsdauer in Boden- und Flugrettung im Vergleich [1]

3.10 Übertriagierungen und deren Gründe

Es wurden in den Untersuchungen einige, nach den oben genannten Kriterien klassifizierte Fehleinsätze nachgewiesen.

In der Bodenrettung wurden sechs Patienten nicht genau genug beschrieben, um bestimmen zu können, ob es sich um eine Übertriagierung handeln könnte. Diese wurden von der Auswertung ausgeschlossen. 79,2 % wurden in der bodengebundenen Rettungsmedizin als "Keine Übertriagierung", 20,8 % als "Übertriagierung" klassifiziert. Hierfür wurden die einzelnen Fälle jeweils auf NACA-Score, Krankenhausaufenthaltsdauer und, ob der Patient nicht ins Krankenhaus transportiert werden musste, analysiert. Bei den 20,8 %, die eine Übertriagierung darstellten, handelte es sich folglich um Patienten, die keinen Notarzt benötigt hätten. In dieser Untersuchung wurde nicht betrachtet, ob ein RTW notwendig gewesen war.

In der Flugrettung waren die Übertriagierungen, wie bereits beschrieben, strenger klassifiziert. So fielen auch Patienten, die einen NACA-Score von 3 aufwiesen und bei denen kein anderer relevanter Grund für den Transport mittels RTH ersichtlich war, in die Kategorie der "Übertriagierung der Flugrettung". Es konnte durchaus sein, dass diese Patienten von einem Notarzt profitierten, ihr Zustand benötigte jedoch keine Versorgung durch den RTH. Auch die Krankenhausverweildauer wurde aus den eben genannten Gründen hier betrachtet: Nicht jeder

Patient, der einige Tage im Krankenhaus verbringen musste, musste auch mit einem RTH transportiert werden. Um diesen Unterschied besser differenzieren zu können, wurde bei der Analyse der Fehleinsätze des RTH eine weitere Variable eingefügt: "Luftrettungs-Übertriagierung". Diese Kategorie enthielt alle Patienten, die in der Bodenrettung keinen Fehleinsatz darstellen würden, in der Flugrettung jedoch als Übertriagierung klassifiziert wurden. Auch wenn ein Patient am selben Tag entlassen wurde, wurde dies als Übertriagierung gewertet. Jedoch wurden andere Kategorien, wie der NACA-Score oder die Rettung im alpinen Gelände als höhere Kategorien gewertet. Wenn also ein Patient einen für das Rettungsmittel adäquaten NACA-Score aufwies oder die Rettung mittels RTH im Gelände stattfand, wurde dies trotz Entlassung des Patienten am selben Tag nicht als Übertriagierung gesehen. Auch wenn die Transportstrecke bei Transport mittels RTH größer als 30 Kilometer war, wurde es nie als Übertriagierung gewertet. Dies lässt sich auch in Tabelle 2 im Kapitel 2.3 genauer erkennen.

Unter Berücksichtigung aller Kategorien konnte bei 54.5 % der Patienten keine Übertriagierung des RTH festgestellt werden, bei 13,5 % stellten eine klassische Übertriagierung dar, wären also auch in der Bodenrettung ein Fehleinsatz und ohne Notarzt behandelbar und 32 % der Patienten fielen in die Kategorie Luftrettungsübertriagierung [1].

4. Diskussion

4.1 Häufigkeiten des pädiatrischen Notfalls in Flug- und Bodenrettung

Laut der vorhandenen Literatur waren 2,9-13,6 % [2, 3, 5] der Notfälle in der bodengebundenen und 2-11,5 % [3, 5–7] in der luftgebundenen Rettungsmedizin pädiatrischer Natur. Dieser Wert kann mit der vorliegenden Dissertation nicht verglichen werden, da die Gesamtanzahl der Einsätze in Traunstein nicht eingesehen werden konnte. Durch die Seltenheit pädiatrischer Einsätze wird verhindert, dass allein durch die präklinische Notfallmedizin Routine aufgebaut werden kann [10, 11]. Durch diese mangelnde Routine wird die Wahrscheinlichkeit von Fehlern in der Behandlung der Patienten erhöht.

Die 1170 Patienten, die in die Untersuchungen miteinbezogenen wurden, teilten sich auf in 460, also 39,3 % der Patienten, die mit bodengebundenen Transportmitteln ins Zielkrankenhaus eingeliefert wurden und 710, also 60,7 % der Patienten, die mittels RTH transportiert wurden. Bereits hier zeigte sich eine Tendenz, Kinder mit dem Helikopter ins Krankenhaus zu transportieren. Auch in einer bundeslandweiten Studie im Saarland von Schlechtriemen et al. zeigte sich ein vermehrter Transport von Kindern mittels luftgebundener Rettungsmittel (12,9 % der Flugrettungseinsätze, 6,4 % der Bodeneinsätze) [5]. Die bereits im Kapitel "Kindernotfälle in der präklinischen Notfallmedizin" erwähnten Probleme bei der Versorgung von Kindern könnten Gründe für mögliche Fehleinsätze bzw. Übertriagierungen darstellen. So können die begrenzte Zahl der Kindernotfälle für die einzelnen Notärzte [10, 11] einhergehen mit einer großen emotionalen Belastungssituation, die durch die Eltern noch verstärkt werden kann [3, 4, 9, 10]. Die möglicherweise aggravierte Darstellung der Situation durch die Eltern kann zu einer Fehleinschätzung durch den Disponenten führen, der dann ein höhergewichtetes Einsatzfahrzeug anfordern würde. Auf diese Thematik wird im Kapitel "Übertriagierungen und mögliche Gründe" näher eingegangen.

Nach den bereits beschriebenen Altersklassen aufgegliedert zeigte sich ein Überwiegen der Luftrettung in den Altersgruppen "Kleine Schulkinder" und "Große Schulkinder", die Patienten zwischen 6 und 13 Jahren umfassten. Säuglinge, Kleinkinder, Vorschulkinder und Adoleszente hingegen wurden häufiger in der Bodenrettung transportiert. Besonders auffällig war die Divergenz zwischen den Rettungsmitteln in den Gruppen der großen Schulkinder, gefolgt von den kleinen Schulkindern und den Vorschulkindern. In einer Studie von Schlechtriemen et al. zeigte sich ein Überwiegen der Luftrettung in allen Altersklassen [5].

Eine mögliche Erklärung für den zunehmenden Transport von Patienten mittels Flugrettung in Traunstein mit steigendem Alter ist der in höheren Altersklassen ebenfalls steigende Anteil an Traumata, welcher auch in einer Studie von Silbereisen et al. nachgewiesen werden konnte, sowie dem notwendigen Transport in spezialisierte Traumazentren [11]. Widersprüchlich hierzu ist, dass Patienten ab einem Alter von 14 Jahren häufiger mittels bodengebundener Transportmittel versorgt wurden, obwohl der Traumaanteil in dieser Patientengruppe weiterhin hoch war. Dies lässt sich durch die Möglichkeit diese Patienten bereits auf Normalstationen unterzubringen erklären und auch durch die Abnahme der Skiunfälle im höheren Alter. Diese Überlegungen werden im Kapitel "Chirurgische Notfälle" noch weiter ausgeführt.

4.2 Einschätzung der Häufigkeit von Diagnosen pädiatrischer Patienten

4.2.1 Kindernotfälle

Die Analyse der Einsätze in Traunstein bezüglich der Notfallkategorien (chirurgisch, internistisch, neurologisch, Intoxikationen) zeigte einen Schwerpunkt der chirurgischen Fälle in der Flugrettung. Patienten mit internistischen oder neurologischen Erkrankungen sowie Patienten mit einer Intoxikation wurden vermehrt mittels bodengebundener Transportmittel ins Zielkrankenhaus gebracht. In der bodengebundenen Rettungsmedizin waren 39,9 % der Einsätze chirurgischer, 33,0 % internistischer sowie 23,0 % neurologischer Natur, 4,1 % der Patienten litten unter einer Intoxikation. In der Flugrettung hingegen waren es 63,9 % chirurgische, 17,5 % internistische und 16,6 % neurologische Fälle und außerdem 2,0 % Intoxikationen [1].

Eine diesen Ergebnissen sehr ähnliche Verteilung mit einem ausgeprägten Traumaschwerpunkt in der Luftrettung zeigte sich auch in Studien von Schlechtriemen et al. [5] und Albrech et al. [6]. Mögliche Gründe für einen vermehrten fluggebundenen Transport von Traumapatienten können die weiteren Strecken in spezialisierte Traumazentren, und auch die vermehrten Einsätze des RTH in alpinen Regionen sein.

Bei Kindernotfällen treten bestimmte Krankheitsbilder häufiger auf als bei Erwachsenen. Auch die Art der Kindernotfälle selbst divergiert stark zwischen den verschiedenen Altersklassen [2–4, 11, 12]. Das Spektrum umfasst unter anderem respiratorische Störungen (20,9 %), neurologische Erkrankungen (30,8 %) und Traumata (28,3 - 30,4 %) [2, 4], wobei bei Jüngeren die ersten beiden Kategorien überwiegen. Ab dem 6. Lebensjahr überwiegen die Traumata

(59,3 %) [2, 4]. 20 % aller Einsätze konnten keiner dieser drei Notfallkategorien zugeordnet werden [2].

4.2.2 Chirurgische Notfälle

Am Standort Traunstein stellten Traumata die häufigsten Alarmierungsgründe in der pädiatrischen Notfallmedizin dar.

Es wurde ein rettungsmittelunabhängiger Wert von 47,3 % bei Traumata und 4,0 % bei Polytraumata ermittelt. In der Bodenrettung lag dieser Wert bei 34,8 % (Polytrauma 1,5 %) und in der Flugrettung bei 55,4 % (5,6 %). Gemäß dem im Jahr 2015 von Silbereisen und Hoffmann veröffentlichten Paper "Kindernotfall im Notarztdienst" machen traumatologische Notfälle nur ein Drittel der pädiatrischen Notfälle aus. Die Häufigkeit steigt laut den Autoren mit dem Alter und der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr an [11]. Der höhere Traumaanteil in Traunstein kann möglicherweise durch die Nähe des Standorts zu den Alpen, den Skiregionen, den Badeseen und der ländlichen Umgebung, in welcher das Auto das häufigste Transportmittel darstellt, möglicherweise Unfälle mit schwereren Verletzungen nach sich ziehend, erklärt werden. Pädiatrische Patienten mit einem Trauma bzw. Polytrauma wurden in Traunstein in jeder Altersklasse häufiger mit der Luftrettung transportiert, was auch in einer Studie von Schlechtriemen et al. festgestellt wurde [5].

Die Traumata in dieser Dissertation wurden mit 25,1 % von den Schädelverletzungen dominiert, gefolgt von den Verletzungen der unteren Extremitäten (21,8 %), der oberen Extremitäten (20,9 %) und der Wirbelsäule (12,8 %), übrige genannte Lokalisationen wurden deutlich seltener dokumentiert. Gemäß Helm et al. fanden sich Verletzungen mit 88 % am häufigsten an der unteren Extremität, gefolgt vom SHT mit 54 % und der Wirbelsäule bzw. dem Rückenmark mit 25 %, die übrigen genannten Lokalisationen waren mit weniger als 20 % vertreten. Hierfür wurden auch polytraumatisierte Patienten miteinbezogen, ihre Verletzungen wurden alle einzeln für die Berechnungen verwendet [41]. In einer weiteren Studie von Albrech et al. zeigte sich eine ähnliche Verteilung wie in Traunstein: Am häufigsten waren Kopfverletzungen, gefolgt von Verletzungen an Rumpf und Extremitäten [6]. Die Werte dieser Studien bezogen jedoch nur pädiatrische Patienten, die mittels Luftrettung versorgt wurden, mit ein.

Sowohl in Traunstein als auch in den vorliegenden Studien zeigte sich ein Schwerpunkt von Verletzungen im Schädelbereich und Extremitätenverletzungen, wobei die untere Extremität häufiger betroffen war, gefolgt von Wirbelsäulenverletzungen. Die im Vergleich zur Literatur häufiger vorkommenden Schädelverletzungen in Traunstein wiederum könnten durch die Nähe

zum Gebirge mit häufigen Ski- oder Wanderunfällen und die häufig vorkommenden schweren Verkehrsunfälle bedingt sein. Die Studie von Helm et al. hingegen wurde im Bundeswehrkrankenhaus Ulm durchgeführt, weswegen sich die Werte nicht direkt vergleichen lassen. In der Studie wurde eine städtische Region ohne Bezug zur ländlicher oder alpiner Umgebung untersucht [41].

Die Untersuchung der Verletzungslokalisation in Bezug auf das verwendete Rettungsmittel konnte nicht mit der Literatur abgeglichen werden, da hier keine Werte vorhanden waren. In den vorliegenden Auswertungen unterschieden sich die beiden Rettungsmittel signifikant voneinander. Dies wurde besonders durch die Schädelverletzungen (9,9 % Bodenrettung, 14,0 % Flugrettung) und die Wirbelsäulenverletzungen (21,0 % Boden, 26,8 % Flug) verursacht, die deutlich häufiger mittels luftgebundener Rettungsmittel transportiert wurden. Dies lässt sich durch die Verletzungsschwere und die Gefahr von Folgeerkrankungen, die von Schädel- oder Wirbelsäulenverletzungen ausgehen, erklären. Auch wurden einige dieser Patienten in spezialisierte Zentren nach München transportiert, was den Transport mittels RTH zu erklären vermag.

Auch die Art der Verletzung, die in dieser Dissertation in Amputation, Distorsion, Fraktur, Kontusion, Luxation und SHT aufgegliedert wurde, konnte nicht mit der vorhandenen Literatur abgeglichen werden. Die Berechnungen ergaben, dass sich die Häufigkeit von Frakturen zwischen den Rettungsmitteln signifikant unterschied (p=0,002), wobei der RTH deutlich häufiger zum Einsatz kam. SHTs, Kontusionen, Distorsionen und Amputationen zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln. Auch die Luxationen unterschieden sich signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln, diese Patienten werden jedoch häufiger mittels bodengebundener Fahrzeuge ins Zielkrankenhaus verbracht. Bei der Analyse der Verletzungsart zeigte sich eine Divergenz zwischen den SHTs und der bereits besprochenen Lokalisation im Schädelbereich. Während ein SHT bei 20,4 % der Traumapatienten der Bodenrettung und bei 21,6 % der Traumapatienten in der Luftrettung notiert wurde, wurde die Lokalisation "Schädel" bei 21,0 % der Traumapatienten in der Bodenund 26,8 % in der Luftrettung vermerkt. Diese Divergenz lässt sich durch Schädelverletzungen ohne SHT wie Nasenfrakturen oder andere Verletzungen im Kopfbereich erklären.

Ob bei Frakturen ein Repositionsversuch unternommen wurde, unterschied sich auffällig zwischen den Rettungsmitteln, in der Bodenrettung wurden deutlich mehr Frakturen reponiert. Man muss das aber auch in Relation sehen: In der Bodenrettung gab es mehr dislozierte (55,4 %) als nicht dislozierte (44,6 %) Frakturen/Luxationen, in der Luftrettung war es umgekehrt (27,4 % dislozierte und 72,6 % nicht dislozierte). Dislozierte Frakturen sind häufig

schwieriger zu behandeln und sind oft gefolgt von Problemen in der weiteren Behandlung als nicht dislozierte, was die häufiger durchgeführten Reponationsversuche erklären kann.

Im Rahmen der Analyse der Unfallursache am Standort Traunstein dominierte der nicht näher definierte Sportunfall (26,4 %), gefolgt vom Sturz (23,7 %), dem Verkehrsunfall (18,7 %), wobei hier nicht zwischen Beifahrern und Fußgängern differenziert werden konnte, dem Skiunfall (14,4 %), dem Unfall im Haus (11,8 %), dem Reitunfall (2,5 %), dem nicht näher definierten Unfall (1,1 %), einer Schlägerei (0,9 %) und dem Suizidversuch (0,5 %).

In der Literatur überwogen bei der Analyse der Unfallart der Verkehrsunfall als Beifahrer (26,0 %) und als Fußgänger (22,1 %), der Sturz (18,3 %) und der Fahrradunfall (17,3 %). Sonstige Verkehrsunfälle (4,8 %), Unfälle im Haus (6,7 %) und Reitunfälle (4,8 %) waren in diesen Analysen von Schmidt et al. und Schlechtriemen et al. deutlich seltener [5, 15]. Auch in einer Studie von Albrech et al. wurden die Unfallursachen analysiert. Diese Studie bezog sich jedoch nur auf Patienten der Luftrettung. Auch in dieser Studie dominierten die Verkehrsunfälle, gefolgt von Stürzen und "Sonstigen Unfällen" [6]. Der Unterschied zwischen Literatur und den neu erhobenen Werten aus Traunstein war hier besonders auffällig. Möglicherweise wurden in diesen Analysen von Albrech et al. Sportunfälle nicht berücksichtigt. Das unterschiedliche Ergebnis mag sich aus der Tatsache erklären, dass in dieser Dissertation Sportunfälle und insbesondere Skiunfälle miteinbezogen wurden und, regional bedingt, häufiger vorkamen. In der Studie von Schmidt et al. wurden Sportunfälle unter der Kategorie "Sonstige Unfälle" dokumentiert. Die starke Divergenz zu den Werten aus Traunstein ist möglicherweise erklärbar durch die eher kleine Größe des Patientenkollektivs der Studie von Schmidt et al.

In den durchgeführten Berechnungen bezüglich der Unfallursachen unterschieden sich die beiden Rettungsarten signifikant (p<0,001). Ein möglicher Grund waren hierbei die Skiunfälle, die nahezu ausnahmslos mittels RTH geborgen wurden und auch die polytraumatisierten Patienten, die durch einen schnellen Transport mittels RTH in ein geeignetes Traumazentrum deutlich profitieren können. Auch die separat untersuchten Reitunfälle wurden signifikant häufiger mittels RTH ins Krankenhaus verbracht, die Zahl der beschriebenen SHTs nach Reitunfällen war hoch. Bezüglich der Unfallursache wurden Luft- und Bodenrettung in der Literatur nicht verglichen.

Von den 95 Patienten, die aufgrund eines Sturzes mittels RTH geborgen werden mussten, war die mittlere Sturztiefe 3,4±10,5 Meter. Die hohe Standardabweichung ergab sich aus den wenigen Fällen, bei denen eine sehr hohe Sturztiefe dokumentiert wurde (max. 80 Meter), hauptsächlich bei Stürzen im alpinen Gelände. In der Bodenrettung war die durchschnittliche

Sturztiefe 1,9±1,0 Meter. Patienten mit höheren Sturztiefen wurden signifikant häufiger mittels RTH ins Krankenhaus verbracht, diese Patienten wiesen außerdem höhere NACA-Werte auf. Die Divergenz zwischen den beiden Transportmitteln lässt sich möglicherweise durch den vermehrten Transport von schwerverletzten Kindern in weiter entfernte Traumazentren und die sich häufig in schwer erreichbarem Gelände ereignenden Stürze erklären. Die Sturztiefe wurde in keiner der vorliegenden Studien analysiert und kann somit nicht verglichen werden.

In Traunstein stellte die Kategorie der Verbrennungen und Verbrühungen 2,0 % aller Einsätze dar. Bei den bodengebundenen Einsätzen machten sie 1,7 % aller Einsätze, bei den fluggebundenen 2,1 % aus, zwischen den Transportarten zeigte sich kein signifikanter Unterschied. In den analysierten Protokollen waren nur wenige Kinder so schwer von Verbrennungen/Verbrühungen betroffen, dass sie in eine speziell dafür ausgestattete Klinik transportiert werden mussten. Murnau und München sind die nächsterreichbaren Kliniken in dieser Region. Bei diesen Kindern kam ausschließlich der RTH zum Einsatz. Die Analyse der Altersverteilung von Kindern mit Verbrennungen und Verbrühungen ergibt, dass besonders jüngere Kinder betroffen sind.

Verbrennungen und Verbrühungen werden laut Literatur fast 3-mal häufiger mittels RTH transportiert [5]. Ein möglicher Grund für die Divergenz der Ergebnisse aus Literatur und Traunstein ist, dass in der Studie von Schlechtriemen et al. Patienten aus dem gesamten Saarland untersucht wurden, sodass Zentren, in denen Kinder mit Verbrennungen versorgt werden, durchaus weit entfernt liegen können. Dies würde den Einsatz eines RTH rechtfertigen. Im Krankenhaus Traunstein hingegen, welches über eine Kinderintensivstation und eine Kinderchirurgie verfügt, können viele Kinder mit Verbrennungen versorgt werden, nur wenige, sehr schwer betroffene Kinder müssen in spezialisierte Zentren wie Murnau oder München transportiert werden, und dies ausschließlich mittels RTH.

4.2.3 Internistische Notfälle

Internistische Notfälle machten am Standort Traunstein 33,0 % aller bodengebundenen und 17,5 % aller luftgebundenen Rettungseinsätze aus.

Das häufigste Krankheitsbild stellte die akute Atemnot dar, gefolgt von anaphylaktischen Reaktionen und der Hyperventilation, weitere Krankheitsbilder fanden sich in dieser Kategorie sehr selten.

Zunächst sollen in der Kategorie der internistischen Notfälle die respiratorischen Notfälle untersucht werden, die sich in der Literatur unterteilen in Asthma, Pneumonie, Pseudokrupp, Aspiration, Hyperventilation und Sonstige Erkrankungen der Atemwege [5].

Am Standort Traunstein unterschieden sich die Ursachen bezüglich der akuten Atemnot zwischen den beiden Rettungsmitteln signifikant. In der Bodenrettung überwog das Krankheitsbild des Pseudokruppanfalls (41,1 % aller Atemnotpatienten), gefolgt von Atemnot durch ein anderes infektiöses Geschehen, Atemnot durch Aspiration und Atemnot durch Asthma. In der Flugrettung zeigte sich eine andere Verteilung: Am häufigsten fand man hier Atemnot durch Aspiration (46,5 %), gefolgt von Atemnot durch ein anderes infektiöses Geschehen, Asthma und Pseudokrupp, welche mit je unter 20 % vertreten waren. Dieser deutliche Unterschied könnte sich dadurch erklären, dass der Schweregrad der Atemnot in den Notarztprotokollen nicht näher erläutert wurde und die Patienten, die mittels RTW transportiert wurden, eventuell mildere Verläufe vorwiesen. Dafür spräche das Überwiegen von Aspirationsereignissen in der Flugrettung, welche potenziell lebensbedrohliche Krankheitsbilder darstellen.

Laut Schlechtriemen und Masson et al. sind Erkrankungen des respiratorischen Systems mit 10,3 % in der Bodenrettung häufiger als mit 7,6 % in der Luftrettung [5], eine Verteilung, die sich auch in den analysierten Notarztprotokollen widerspiegelte.

In der genannten Studie von Masson et al. wurden die Ursachen für Atemnot nach Altersklassen aufgeteilt. Wie am Standort Traunstein kamen auch in dieser Studie Fälle von Pseudokrupp, gefolgt von Asthmaanfällen und Hyperventilation gehäuft vor. Aspirationen hingegen wurden selten genannt. Es stellten sich deutliche Unterschiede innerhalb der verschiedenen Altersklassen dar. Während im Säuglingsalter sonstige Erkrankungen und Pneumonien sowie Aspirationen überwogen, war Atemnot im Kleinkindalter am häufigsten durch Pseudokruppanfälle, im Schulkindalter durch Asthma, etwas weniger durch Hyperventilation und im Jugendlichenalter besonders häufig durch Hyperventilation verursacht. Dies lässt sich durch die Altersschwerpunkte bestimmter Krankheiten erklären [5].

Kardiozirkulatorische Notfälle sind im Kindesalter seltener. Diese waren in Studien von Nagele et al. und Schlechtriemen et al. mit 3,2 - 3,6 % in der Luftrettung und 4,4 % in der bodengebundenen Rettung eher unterrepräsentiert und beinhalten Krankheitsbilder wie orthostatische Dysregulationen, die sich meist als Synkope ausdrückten oder kardiozirkulatorische Veränderungen infolge allergischer Reaktionen [4, 5]. Synkopen werden meist als NACA 1 oder 2 eingeteilt. Oft konnte dabei auf den Transport verzichtet oder der Patient nach ambulanter Betreuung noch am selben Tag entlassen werden [4].

Allergische Reaktionen stellen ein gefährliches Krankheitsbild in der präklinischen Notfallmedizin dar und wurden meist als NACA 3-4 eingestuft. In den untersuchten Protokollen kam die Anaphylaxie 45-mal vor, was 3,8 % aller Einsätze entsprach. 24 Patienten wurden mittels RTW und NEF, 21 Patienten mittels RTH weitertransportiert. Die beiden Rettungsmittel unterschieden sich hierbei nicht signifikant voneinander.

Das Krankheitsbild Anaphylaxie bietet ein breites Spektrum an Symptomen. Hierdurch lässt sich möglicherweise auch der nicht signifikante Unterschied zwischen den Rettungsmitteln erklären. Patienten mit einer schweren anaphylaktischen Reaktion benötigten aufgrund ihrer lebensbedrohlichen Erkrankung sofortige Hilfe, wobei das Rettungsmittel, das den Einsatzort am schnellsten erreicht, vorgezogen wird. Patienten mit einer weniger ausgeprägten Reaktion benötigten keinen Transport mittels RTH.

4.2.4 Neurologische Notfälle

Unter den neurologischen Fällen dominierte am Standort Traunstein das Krankheitsbild des Krampfanfalls und ist eine der häufigsten Alarmierungsgründe für einen Notarzteinsatz. Weitere in dieser Kategorie vorkommende Krankheitsbilder sind Synkopen und Schwindel.

In den untersuchten Notarzteinsatzprotokollen kamen 203 Krampfanfälle vor, davon wurden 103 mittels bodengebundener (22,6 % der Einsätze) und 100 mittels luftgebundener (14,1 % der Einsätze) Rettungsmittel transportiert. Krampfanfälle wurden signifikant häufiger mittels bodengebundener Transportmittel versorgt, wobei der Fieberkrampf (56,8 % aller Krampfanfälle) und Krämpfe aufgrund von Epilepsie (40,2 %) unter den neurologischen Erkrankungen in beiden Rettungsmitteln deutlich überwogen.

Fieberkrämpfe wurden signifikant häufiger mittels bodengebundener Fahrzeuge transportiert (p=0,009). Bei der Untersuchung der betroffenen Altersklassen zeigte sich das zu erwartende Bild: Während bei Kindern bis fünf Jahre der Fieberkrampf überwog, dominierte ab einem Alter von sechs Jahren der Krampfanfall durch Epilepsie, ab dem Kleinkindalter traten auch die selten vorkommenden Affektkrämpfe sowie Krampfanfälle durch Intoxikationen auf.

Gemäß einem 2015 veröffentlichten Paper von Silbereisen et al. werden Notfälle im Kindesalter von tonisch-klonischen Anfällen, wie sie bei beispielweise im Rahmen eines Fieberkrampfes auftreten, dominiert (82,4 % aller neurologischen Erkrankungen, 27,7 % aller pädiatrischen Notarzteinsätze). Eine transitorische ischämische Attacke (TIA), eine Blutung im ZNS Bereich sowie Insulte sind bei Kindern im Säuglingsalter etwas häufiger, dann steigt die Prävalenz erst ab dem Jugendalter langsam wieder an [11]. Generell kommen diese Krankheitsbilder bei

Kindern jedoch sehr selten vor [5]. Die Analysen vom Standort Traunstein ergaben nur einen einzigen Fall einer intrakraniellen Blutung, diese betraf einen 14-jährigen Patienten.

Die Diagnose Synkope wurde bei 3,7 % aller Patienten gestellt, sie kam bei 5,7 % aller Bodenund 2,4 % aller Flugeinsätze vor. Synkopale Geschehen wurden signifikant häufiger mittels bodengebundener Fahrzeuge transportiert. Dieser Umstand erklärt sich möglicherweise daraus, dass Synkopen nur selten schwerwiegende Krankheitsbilder mit akuten Verläufen darstellen und somit nur selten ein RTH benötigt wird. Synkopen wurden in der Literatur in der Kategorie der "kardiozirkulatorischen Notfälle" analysiert. Die orthostatische Dysregulation dominierte in der bodengebundenen Rettungsmedizin sowohl im Schulkindalter (2,9 %) als auch bei Jugendlichen (4,5 %) [5]. Synkopen wurden meist als NACA 1 oder 2 eingestuft und stellten somit in der Regel keine Indikation für den Einsatz eines Notarztes dar, oft konnte dabei auf den Transport verzichtet, oder der Patient nach ambulanter Betreuung noch am gleichen Tag entlassen werden [4]. Auch in Traunstein wurden 40 der 43 Patienten, die eine Synkope hatten, als NACA-1 oder 2 Patienten eingestuft.

4.2.5 Intoxikationen

Intoxikationen traten im Kindesalter mit 2,8 % eher selten auf. Ursachen waren bei jüngeren Patienten akzidentelle Intoxikationen, bei älteren Kindern und Jugendlichen überwogen Alkohol- und Medikamentenintoxikationen. Die Häufigkeit von Intoxikationen stieg mit dem Alter an, die Transportart unterschied sich bei dieser Patientengruppe nicht signifikant. In einer Analyse von Schlechtriemen T. et al. hingegen wurden Patienten mit Intoxikationen signifikant häufiger mittels bodengebundener Transportmittel ins Zielkrankenhaus transportiert [5]. Da Fälle von Intoxikationen im untersuchten Patientenkollektiv nur sehr selten vorkamen, können hier nur schwer Rückschlüsse auf mögliche Gründe für den nicht signifikanten Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln gezogen werden. Ein möglicher Grund könnte die kurze Transportdistanz oder eine nur leichte Symptomatik der betroffenen Patienten sein. Es handelt sich hier um Annahmen, die in einer prospektiven Studie näher untersucht werden könnten. In den ausgewerteten Protokollen lautete bei 33 Patienten die Erstdiagnose Intoxikation, was 2,8 % der Einsätze entspricht. Dies stellt 4,1 % der Bodeneinsätze und 2,0 % aller Flugeinsätze dar. Die Ursachen der Intoxikationen in Bezug auf die Altersklassen unterscheiden sich signifikant voneinander: 15 Adoleszente litten unter einer Alkoholintoxikation, drei unter einer Drogenintoxikation. Auch drei große Schulkinder wiesen eine Alkoholintoxikation auf. Bei

Kindern unter zehn Jahren kam nur eine Intoxikation durch Chemikalien vor, welche zwei

kleine Schulkinder, ein Vorschulkind sowie drei Kleinkinder betraf. Diese Intoxikation wird dadurch verursacht, dass Kinder ab dem Kleinkindalter in der Lage sind, giftige Stoffe selbstständig, jedoch akzidentell zu sich zu nehmen. Ab einem gewissen Alter beginnen Kinder Alkohol zu konsumieren, in diesem Alter sind Vergiftungen dann nicht mehr durch Chemikalien, sondern durch bewusst eingenommene Stoffe häufiger. Diese Altersverteilung zeigt sich auch in einer Studie von Nagele et al. [4].

4.3 Einteilung der pädiatrischen Notfälle nach Altersgruppen

Bezüglich der verschiedenen Altersgruppen ergaben die Untersuchungen am Standort Traunstein, dass in der Bodenrettung etwas häufiger Säuglinge, Kleinkinder und Vorschulkinder und auch Adoleszente transportiert wurden, in der Flugrettung dominierten Patienten der Altersgruppen "Kleine Schulkinder" und "Große Schulkinder", also zwischen sechs und 13 Jahren. Dies erklärt sich mit der bereits erwähnten Häufung der Traumadiagnose in diesem Alter. Traumapatienten wurden viel häufiger mittels RTH ins Zielkrankenhaus transportiert. Von den untersuchten Patienten waren 85 (7,3 %) Säuglinge, 251 (21,5 %) Kleinkinder, 101 (8,6 %) Vorschulkinder, 170 (14,5 %) kleine Schulkinder, 196 (16,8 %) große Schulkinder und 367 (31,4 %) Adoleszente. Adoleszente waren somit am häufigsten vertreten, gefolgt von den Kleinkindern, den großen Schulkindern, den kleinen Schulkindern, den Vorschulkindern und zuletzt den Säuglingen. Die Altersverteilung stellte sowohl in Flug- als auch Bodenrettung eine umgekehrte Normalverteilung mit zwei Gipfeln im Adoleszenten- und im Kleinkindalter dar. Diese Verteilung wurde auch in der Analyse von Albrech et al. beschrieben, in dieser Studie wurden jedoch nur Luftrettungspatienten miteinbezogen [6]. In weiteren Studien waren Einsätze bei Säuglingen (0 - 1 Jahr) mit 22,7 % vertreten, Kleinkindern (3 - 6 Jahre) mit 36,6 % und Schulkindern (7 - 14 Jahre) mit 40,8 % [2, 3]. Die Einteilung der Altersklassen war jedoch sehr unterschiedlich. So wurden in einer Studie von Bernhard, Helm et al., wie auch in der vorliegenden Untersuchung aus Traunstein, die Schulkinder noch in kleine (6 - 9 Jahre) und große (10 - 13 Jahre) Schulkinder aufgeteilt und durch die Gruppe der Adoleszenten (14 - 17 Jahre) ergänzt [3]. Auch Neugeborene (1. Lebensmonat) wurden in manchen Studien einer eigenen Altersklasse zugeteilt [4].

Der Mittelwert des Alters betrug im Gesamtkollektiv 8,2±5,4 Jahre, nur auf die Bodenrettung bezogen 8,5±5,5 Jahre, in der Flugrettung 8,9±5,4 Jahre. Die Analyse der Altersgruppen zeigte, dass sich in dieser Hinsicht die transportierten Patienten zwischen den beiden Rettungsmitteln nicht signifikant unterschieden. In einer Studie von Schmidt et al. wurde ein Durchschnittsalter

von 7,3 Jahren ermittelt. Da diese Studie jedoch nur Kinder bis zum 13. Lebensjahr mit einschloss, mag dies den Unterschied zu den Daten aus Traunstein erklären [15].

4.4 Einschätzung des Schweregrades präklinischer pädiatrischer Notfälle

Zur Ermittlung des Schweregrades der Notfälle wurde zunächst beurteilt, ob sich der Patient in einem stabilen oder instabilen, vital gefährdeten Zustand befand. Diese Analyse konnte nicht mit der Literatur verglichen werden, da es sich ausschließlich um eine Angabe auf den analysierten Notarztprotokollen handelt, die sich so in der Literatur nicht fand.

Unabhängig vom Rettungsmittel befanden sich 6,7 % der Patienten in einem instabilen Zustand, 93,3 % waren stabil. In der bodengebundenen Rettungsmedizin waren 3,9 % instabil, 96,1 % stabil, in der Flugrettung waren es 8,5 % und 91,5 %. Gemäß dem Fisher-Test unterschieden sich die beiden Rettungsmittel hierbei signifikant voneinander. Patienten, die mittels RTH transportiert wurden, befanden sich folglich häufiger in einem instabilen Zustand (p=0,009).

4.4.1 Vitalparameter

Im Rahmen der Analyse der Notarztprotokolle am Standort Traunstein zeigte sich, dass einige Vitalparameter häufiger, manche weniger häufig ermittelt wurden. Werte wie Blutzucker oder die Körpertemperatur wurden meist nur erhoben, wenn Auffälligkeiten zu erwarten waren. Herzfrequenz, Blutdruck und Sauerstoffsättigung wurden, wie auch in der Studie von Albrech et al. bei den meisten Patienten dokumentiert [6].

Vorliegende Studien beschrieben, dass Temperatur und Atemfrequenz nur selten dokumentiert wurden, die Häufigkeit der Dokumentation jedoch entsprechend dem Schweregrad der Erkrankung anstieg. Herzfrequenz oder Sauerstoffsättigung wurden deutlich häufiger notiert, was mit den Werten aus Traunstein übereinstimmt [6].

Eine einheitliche Untersuchung der Vitalparameter stellte sich als sehr schwierig heraus, da pädiatrische Patienten je nach Alter sehr unterschiedliche Normwerte haben und somit eine Analyse oft nicht möglich ist. Hier sollen somit nur die altersunabhängigen Werte diskutiert werden.

Die Analyse des Blutzuckers, der Sauerstoffsättigung und der Temperatur unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln. Es fällt auf, dass die Temperatur nur bei insgesamt 161 Patienten untersucht wurde. Allein die Diagnose Fieberkrampf wurde bei 113

Patienten gestellt, ein Krampfanfall generell bei 203 Patienten. Hier würde sich grundsätzlich die Frage stellen, ob bestimmte Werte zu selten dokumentiert bzw. erhoben wurden.

Ein EKG wurde bei 74 Patienten in der Bodenrettung und 159 Patienten in der Flugrettung aufgezeichnet. Die Analyse der EKGs ergab, dass sich beide Rettungsmittel nicht signifikant voneinander unterschieden, es fiel jedoch auf, dass alle vier Fälle von Asystolien und die supraventrikuläre Tachykardie bei Patienten, die mittels Helikopter gerettet wurden, auftraten. Folglich wurden alle schwerwiegenden Herzrhythmusstörungen mittels RTH transportiert.

4.4.2 NACA-Score und GCS

Zur Einschätzung der Verletzungsschwere wurde der NACA-Score zur Anwendung gebracht. In den ausgewerteten Protokollen aus Traunstein wurde der NACA-Score wie auch der GCS bei fast jedem Patienten dokumentiert. Mittels t-Test ergab sich ein Mittelwert von 3,1±0,9 in der Flug- und 2,9±0,8 in der Bodenrettung, die beiden Werte unterschieden sich signifikant voneinander. Es war zu erkennen, dass sich in beiden Rettungsformen die NACA-Werte ähnlich verteilten mit einem Gipfel bei 3, dieser Wert unterschied sich zwischen beiden Rettungsmitteln nicht signifikant und auch der NACA-Wert 4 unterschied sich nicht signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln, wie in Tabelle 12 zu erkennen ist. Die Differenz sollte sich jedoch zwischen beiden Rettungsmitteln deutlicher abzeichnen, da es sich bei der Luftrettung um eine wichtige Ressource handelt, die besonders schweren Fällen, der Bergrettung, der Wasserrettung oder dem Transport in weiter entfernte Kliniken vorbehalten sein sollte. Aus diesem Grund hätte man einen höheren Unterschied zwischen den NACA-Werten erwarten sollen.

	1	2	3	4	5	6	7
FLUG	4,0 %	16,7 %	55,9 %	16,7 %	6,0 %	0,6 %	0,1 %
BODEN	6,7 %	21,0 %	53,4 %	16,7 %	2,2 %	0 %	0 %

Tabelle 12: NACA-Score in Boden- und Flugrettung

Aus der Tabelle 12 wird ersichtlich, dass, sowohl in der Flug- als auch in der Bodenrettung, deutlich zu viele Kinder mit einem NACA-Wert von 1 bzw. 2 notarztbegleitet transportiert wurden [1]. Zudem wurden 39,3 % der NACA-4-Patienten und 19,2 % der NACA-5-Patienten bodengebunden transportiert, wobei hier ein höheres Transportmittel hätte verwendet werden können. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass die Überlegungen, die zur Auswahl des Transportmittels durch den Disponenten geführt hatten, nicht zurückzuverfolgen waren. Es kann durchaus gute Gründe für einen bodengebundenen Transport geben, wie zum Beispiel

Wetterverhältnisse, Straßenverhältnisse oder auch der Einsatz des RTH im Rahmen eines anderen Notfalleinsatzes.

Sowohl der NACA 1 und 2 bei beiden Rettungsmitteln als auch der NACA 3 in der Flugrettung wurden in dieser Dissertation als Fehleinsatz bzw. Übertriagierung des Notarztes bzw. Rettungsmittels gewertet.

Auch in einer Studie von Albrech M. et al. wurde beschrieben, dass sehr häufig ein NACA-Score von 2, der lediglich einer ambulanten Versorgung bedarf, bei Luftrettungseinsätzen verzeichnet wird [6]. Diese Studie bezog sich ausschließlich auf Luftrettungseinsätze.

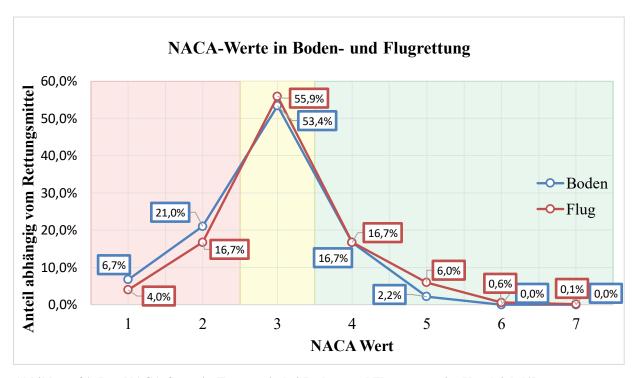


Abbildung 31: Der NACA-Score in Traunstein bei Boden- und Flugrettung im Vergleich [1]

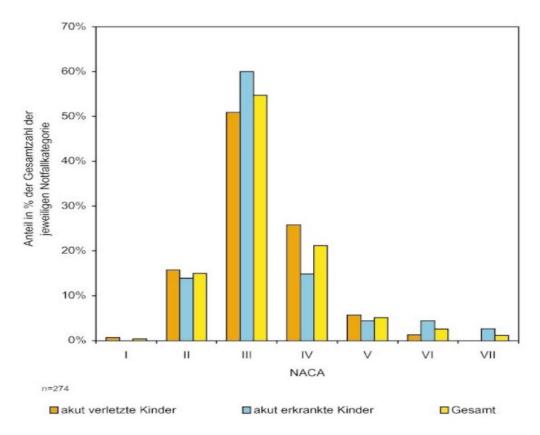


Abbildung 32: Albrech et al.: Der NACA-Score pädiatrischer Patienten im Luftrettungsdienst [6]

In den Abbildungen 31 und 32 sind die NACA-Werte aus Traunstein, sowie die Ergebnisse von Albrech et al. zu erkennen [6]. Hier ist besonders auf die Ähnlichkeit der Verteilung zu achten. Beide Studien weisen einen Höhepunkt bei NACA-Wert 3 auf, auch 2 und 4 sind häufig vertreten.

In Studien von Bernhard et al. sowie Nagele et al. wurden auch die bodengebundenen Rettungsmittel miteinbezogen. Es wurde deutlich, dass der Anteil schwerverletzter Kinder mit einem NACA-Score >4 in der Luftrettung deutlich höher war als in der bodengebundenen Rettungsmedizin [3]. Bei beiden Rettungsmitteln war der Anteil der Einsätze ohne vitale Bedrohung äußerst hoch (87,4 %) [4]. Eine Studie von Schlechtriemen et al. ergab, dass alle NACA-Werte von 4-7 in der Luftrettung signifikant häufiger vorkamen, was ab einem NACA-Wert von 5 auch mit den Werten aus Traunstein übereinstimmt, der NACA-Wert von 4 wurde in Traunstein allerdings genauso häufig mittels bodengebundener Fahrzeuge transportiert [5]. Eine weitere Studie, durchgeführt von Schmidt et al., zeigte eine starke Divergenz zu den bereits genannten Studien und auch zu den Ergebnissen aus Traunstein: Der Durchschnittswert des NACA-Scores lag hier bei 4,6. Im Rahmen dieser Studie wurden jedoch nur Traumapatienten untersucht, was eine ausgeprägtere Verletzungsschwere erklären kann. In dieser Studie zeigte sich außerdem kein signifikanter Unterschied zwischen Luft- und

Bodenrettung, was bei den Werten 3 und 4 auch den Ergebnissen aus Traunstein entspricht [15]. Es existieren viele mögliche Gründe, weswegen Kinder mit einem NACA-Score von 3 und 4 ebenso häufig mittels bodengebundener Fahrzeuge transportiert wurden. In der Umgebung um Traunstein existieren nur wenige luftgebundene Transportmittel, möglicherweise waren diese bereits im Einsatz. Möglicherweise war durch den Disponenten abzusehen, dass der Transport mittels bodengebundener Fahrzeuge aufgrund der Nähe zum Zielkrankenhaus schneller sein würde als einen Transport mittels RTH in die Wege zu leiten. In Zusammenarbeit mit der Leitstelle könnten mögliche Gründe im Rahmen einer prospektiven Studie ermittelt werden.

Bei der Untersuchung des NACA-Wertes abhängig von den Altersklassen stellte sich heraus, dass diese sich nicht signifikant voneinander unterschieden. Die Verletzungsschwere war somit nicht abhängig vom Alter der Patienten.

Die GCS wurde sowohl in der Luft- als auch in der Bodenrettung regelmäßig verwendet. Auch am Standort Traunstein wurde die GCS sehr konsequent dokumentiert. Nur bei 13 Patienten (1,1 %) wurde kein Wert verzeichnet. Mittels t-Test wurde ein Mittelwert von 14,1±2,0 in der Flugrettung und von 14,3±2,4 für die Bodenrettung errechnet. Die GCS unterschied sich zwischen den beiden Rettungsmitteln nicht signifikant voneinander. Da die GCS einen wichtigen Parameter für den Zustand des Patienten darstellt, spricht dies für die Hypothese, dass sich Flug- und Bodenrettung bezüglich des Krankheitszustandes des Patienten nicht so relevant unterscheiden wie es zu erwarten gewesen wäre.

In einer Studie von Schmidt et al. fand sich ein Durchschnittswert der GCS von 8,6 unter Einbeziehung beider Rettungsmittel. Beim RTH wiesen 50,6 % der Patienten eine GCS von 3 bis 8 auf, was eine Intubation erforderlich macht, 12,6 % hatten eine GCS von 9 bis 12, 32,2 % von 13 bis 15. Beim NEF hatten 41,2 % der Patienten eine GCS zwischen 3 und 8, 17,6 % lagen zwischen 9 und 12, die restlichen 23,5 % wiesen eine GCS von 13 und mehr auf. Laut Literatur ließen sich hier keine signifikanten Unterschiede nachweisen [15].

Eine Studie von Bernhard et al. kam zu dem Ergebnis, dass der Anteil an Kindern mit schweren Bewusstseinsstörungen (GCS < 9) in der präklinischen Rettungsmedizin je nach Altersgruppe zwischen 7 % und 14 % lag. Außer bei den Säuglingen und Kindern zwischen 6-9 Jahren lag der Anteil der schwer bewusstseinseingetrübten Kinder in der Luftrettung signifikant höher als bei der Rettung mittels bodengebundener Transportmittel [3].

Die große Varianz zwischen Traunstein und den Werten von Schmidt und Geerling et al. erklärt sich durch die Tatsache, dass in deren Studie allein Traumapatienten betrachtet wurden, in Traunstein hingegen wurden auch Patienten mit anderen Krankheitsbildern miteinbezogen.

Besonders Patienten mit Polytrauma und schweren neurologischen Einschränkungen weisen häufig eine geringere GCS auf. Da in der oben genannten Studie allein Traumapatienten analysiert wurden und diese besonders schwere Verletzungen aufwiesen, führt dies zu niedrigen Werten in der GCS. In Traunstein hingegen war das Patientenkollektiv breiter gefächert. Die Patienten waren, wie bereits im Kapitel 3.4.2 besprochen, weniger schwer verletzt als im Kollektiv von Schmidt et al.. In Traunstein kommen viele internistische und neurologische Krankheitsbilder hinzu, wobei im Rahmen der neurologischen Fälle am häufigsten Fieberkrämpfe auftraten, die häufig nach Sistieren des Anfalls keinerlei Verminderungen der GCS aufweisen.

In der gesamten Zeitspanne der untersuchten Protokolle verstarb ein einziger Patient der Luftrettung während des Rettungseinsatzes, ein Patient der Bodenrettung sowie sechs Patienten der Luftrettung verstarben im Laufe ihres Klinikaufenthalts [1]. Vier der Patienten wiesen ein Polytrauma auf, zwei ein SIDS, ein Patient eine schwere Intoxikation in suizidaler Absicht. In bereits durchgeführten Studien zeigten sich hier Parallelen: In einer Studie von Albrech et al. wurden insgesamt 12 Kinder prähospital reanimiert, zwei konnten nicht weiter analysiert werden, bei zwei weiteren war die Reanimation erfolgreich [6]. Die häufigsten Todesursachen waren SIDS und Traumata [6]. Bei Schmidt et al. hingegen, die pädiatrische Traumapatienten untersuchten, musste bei 11,5 % der Patienten eine Reanimation durchgeführt werden, bei 16,7 % war die Reanimation erfolgreich. Diese hohe Zahl an Reanimationen war möglicherweise durch die geringen Fallzahlen in dieser Studie und die Verletzungsschwere begründet [15].

4.4.3 Neurologischer Zustand der Patienten

Der initial durch den Notarzt dokumentierte neurologische Befund wies bei 82,2 % der Patienten keine Auffälligkeiten auf, 12,3 % waren initial somnolent, 3,4 % bewusstlos und 2,1 % wiesen eine retrograde Amnesie auf. Diese Werte unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln, einzig die Bewusstlosigkeit kam bei Patienten der Flugrettung etwas häufiger vor. Es kann kein Vergleich mit bereits vorliegender Literatur gezogen werden, da diese Analyse nur anhand vorliegender Protokolle durchgeführt wurde, diese Notarzteinsatzprotokolle wurden in früheren Studien nicht zur Datenerhebung verwendet. Es könnte wiederum für eine zu großzügige Disposition von übergeordneten Rettungsmitteln sprechen, dass sich die Werte in dieser Analyse zwischen den beiden Rettungsmitteln nicht signifikant unterschieden.

In einer Studie von Bernhard et al. war der Anteil der schwer bewusstseinsgetrübten Kinder, außer bei den Säuglingen und den Kindern zwischen sechs und neun Jahren, in der Luftrettung signifikant höher als bei der Rettung durch bodengebundene Transportmittel [3]. Dies stimmt mit den Ergebnissen aus Traunstein überein, die Bewusstlosigkeit kam hier in der Flugrettung etwas häufiger vor. Auch die Studie von Schmidt et al. beschäftigte sich mit dem neurologischen Zustand der Patienten. Hier waren in der Flugrettung initial 19,5 % orientiert, in der Bodenrettung 23,5 %. Im gesamten Kollektiv zeigte sich eine veränderte Bewusstseinslage bei 65,4 % (kein signifikanter Unterschied zwischen Flug- und Bodenrettung) [15]. Es zeigt sich, dass in dieser Studie deutlich mehr Patienten Bewusstseinseintrübungen aufwiesen als in dem Kollektiv aus Traunstein. Diese Divergenz lässt sich dadurch erklären, dass die Studie von Schmidt et al. sich allein auf traumatologische Patienten bezog, ein kleineres Kollektiv behandelte sowie schwerer verletzte Patienten transportierte.

4.4.4 Schmerzen

Die Mittelwerte der Schmerzen lagen in den Untersuchungen aus Traunstein bei 2,7±2,8 in der Flugrettung und 1,6±2,6 in der Bodenrettung, diese Werte unterschieden sich signifikant voneinander. In der Flugrettung wurden folglich deutlich mehr Patienten mit stärkeren Schmerzen transportiert, was auch die regelmäßigere Dokumentation der Schmerzen erklärt. Diese Divergenz zeigte sich auch in der Analgetikagabe. Die Schmerzen wurden in den untersuchten Notarzteinsatzprotokollen ab einem Alter von fünf Jahren dokumentiert und anhand einer visuellen Analogskala von 1 bis 10 eingetragen. Die Aufzeichnung der Schmerzen wurde in der Luftrettung deutlich konsequenter durchgeführt. Dies ist möglicherweise dadurch zu erklären, dass in der Flugrettung häufiger traumatologische Patienten transportiert wurden. Im Kindesalter hat eine zeitnahe und adäquate Schmerztherapie hohe Priorität. Dennoch weist die Behandlung von Schmerzen im Rahmen eines Kindernotfalls häufig Defizite auf, Kinder erhalten gemäß einer Studie von Silbereisen et al. oft deutlich weniger gewichtsadaptierte Analgesie als Erwachsene [11].

Diese Aussage von Silbereisen et al. kann mittels der Werte aus Traunstein weder bestätigt noch negiert werden, da der Vergleich zu den Erwachsenen fehlt und keine Aussage dazu gemacht werden kann, ob Kinder weniger Analgesie erhalten.

4.5 Therapeutische Interventionen

4.5.1 Intubation und kardiopulmonale Reanimation

In den analysierten Fällen am Standort Traunstein wurden 1,6 % der Patienten oral intubiert, 0,2 % wurden assistiert beatmet und je 0,1 % erhielten eine CPAP Beatmung, wurden nasal intubiert oder es erfolgte ein Freimachen der Atemwege. Diese Maßnahmen zum Airwaymanagement wurden signifikant häufiger in der Luftrettung durchgeführt. Hieraus lässt sich folgern, dass deutlich mehr Patienten der Luftrettung auf eine Intubation angewiesen waren. Man könnte diskutieren, ob die Notärzte der Luftrettung aufgrund der höheren Qualifikation eine geringere Hemmschwelle bezüglich der Intubation von Kindern haben. Die verschiedenen Altersklassen unterschieden sich hierbei nicht signifikant voneinander. Die oben genannten Werte unterschieden sich deutlich von den in der Literatur angegebenen Häufigkeiten. Eine Intubation wurde laut den analysierten Quellen in 1,6-4,6 % der bodengebundenen und in 17,5 % der fluggebundenen Einsätze durchgeführt [2-4]. Mögliche Gründe für diese Divergenz sind die im Rahmen der Flugrettung häufiger transportierten Polytraumata, die Schwere der Erkrankungen und eventuell auch die Schwierigkeit, während eines Fluges zu intubieren. Aus diesem Grund werden Patienten des RTH bereits vor Ort versorgt. Eine Studie von Schmidt et al. zeigte jedoch keinen signifikanten Unterschied in den Maßnahmen des Airwaymanagements zwischen Flug- und Bodenrettung. Diese Studie bezieht sich jedoch ausschließlich auf traumatologische Kindernotfälle, hat ein kleineres Kollektiv von 104 Patienten und untersuchte nur Kinder unter 13 Jahren [15]. Somit kann diese Studie nicht direkt mit den Ergebnissen aus Traunstein verglichen werden.

Sauerstoff wurde in der Flugrettung bei 26,2 % und in der Bodenrettung bei 24,7 % der Patienten appliziert. Die beiden Rettungsmittel unterschieden sich in dieser Untersuchung nicht signifikant voneinander. In einer Studie von Bernhard et al. zeigte sich ein anderes Bild: Hier unterschieden sich Flug- und Bodenrettung signifikant voneinander, während in der Bodenrettung 32,1 % der Patienten Sauerstoff erhielten waren es in der Flugrettung 73,0 % [3]. Die genannte Studie wies mit 3 Notarztstandorten sowie 20.386 ausgewerteten Fällen ein sehr großes Spektrum an Patienten auf [3].

Eine kardiopulmonale Reanimation war in 0,7 % der untersuchten Fälle notwendig, was acht Patienten entspricht. Diese wurden ohne Ausnahme mittels luftgebundener Transportmittel ins Zielkrankenhaus gebracht. Möglicherweise wird ein Herzstillstand auch durch Laien sehr gut erkannt, sodass die Disponenten gezielt das höhergeordnete Rettungsmittel auswählen konnten. Ziel beim Einsatz eines RTH ist es stets, die Patienten schnellstmöglichst in ein Krankenhaus

zu transportieren. Man könnte sich durchaus die Frage stellen, ob in einem RTW, in dem sich aus Platzgründen Interventionen deutlich einfacher gestalten, die optimale Versorgung von reanimationsbedürftigen Kindern besser gewährleistet sein könnte. Auch in der Literatur kam die CPR bei Kindern mit 0,9-3,0 % der Einsätze ausgesprochen selten vor. Dies wurde auch in Studien von Bernhard et al., Tiesmeier et al. sowie Nagele et al. untersucht und bestätigt [2–4]. Eine Studie von Schmidt et al. weist eine Reanimationsrate von 11,5 % auf, was sich erneut durch die Erkrankungsschwere der Patienten in dieser Studie sowie durch das kleine Patientenkollektiv erklären lässt [15].

4.5.2 Intravenöser Zugang und Volumensubstitution

Von allen 1.170 Patienten erhielten 50,9 % keinen Zugang, 48,7 % einen periphervenösen Zugang, 0,3 % einen intraossären Zugang und 0,1 % einen zentralvenösen Zugang. Hier unterschieden sich die beiden Rettungsmittel signifikant. In der Bodenrettung erhielten 61,0 % der Kinder keinen Zugang, in der Flugrettung waren es 44,7 %. Es gilt jedoch zu beachten, dass drei der vier dokumentierten intraossären Zugänge und auch der ZVK in der Bodenrettung zum Einsatz kamen. Die ausgewerteten Ergebnisse ähneln den Ergebnissen, die in einer Studie von Nicolai et al. zu finden sind: Hier wurde angegeben, dass in der Luftrettung 78,9 %, in der Bodenrettung 45,6 % einen PVK erhielten [16]. In einer Studie von Schmidt et al. wurde bei 92 % der Patienten ein Zugang etabliert. Da hier jedoch nur traumatologische Patienten untersucht wurden, die häufiger Analgetika benötigen, kann dies nicht direkt mit den Werten aus Traunstein verglichen werden [15].

Mit steigendem Alter nahm die Häufigkeit der Zugänge zu. Während im Säuglingsalter nur 15,3 % der Patienten einen Zugang erhielten, waren es im älteren Schulkindalter bereits 58,2 % und in der Adoleszenz 74,7 %. Zwei der intraossären Zugänge wurden im Kleinkindalter gelegt und jeweils einer im Vorschulalter und in der Adoleszenz. Der ZVK wurde bei einem adoleszenten Kind zur Anwendung gebracht. Diese mit dem Alter steigende Tendenz kann durch eine zunehmende Sicherheit des Notarztes bei höherem Patientenalter bedingt sein. Die Venen werden größer, die Compliance der Kinder steigt und sie werden ruhiger, was die Arbeit des Rettungsdienstpersonals erleichtert. Auch die verschiedenen Krankheitsbilder in verschiedenen Altersgruppen können einen möglichen Grund darstellen: Während jüngere Kinder besonders häufig unter neurologischen oder internistischen Erkrankungen litten, die häufig keiner medikamentösen Therapie bedurften, wiesen ältere Kinder eher Traumata mit Analgetikabedarf auf. Der Unterschied zwischen Flug- und Bodenrettung wiederum könnte mit

einer höheren Schwierigkeit der Anlage eines Zugangs im RTH erklärt werden. Alle Patienten, die eventuell im Laufe des Transports auf Medikamente angewiesen sind, benötigen einen Zugang. Auch waren insgesamt mehr Patienten in der Flugrettung auf Medikamente angewiesen.

Die Gabe von Infusionen wurde in Traunstein bei 43,7 % aller Patienten durchgeführt, die verwendeten Lösungen waren Glukose (5 %), Hydroxyethylstärke, Jonosteril, Natrium-Chlorid und Ringer-Acetat. Die beiden Rettungsmittel unterschieden sich auch hier signifikant voneinander, was, wie auch die Anlage eines Zugangs, durch die höhere Qualifikation der Notärzte in der Flugrettung oder auch schwerer erkrankte Kinder bzw. Unterschiede in den Krankheitsbildern erklärt werden kann. Eine Volumenersatztherapie wurde im Patientenkollektiv der Studie von Schmidt et al. bei allen analysierten Patienten durchgeführt. In dieser Studie wurden 104 traumatologische beziehungsweise schwerer verletzte Patienten untersucht, was die starke Divergenz zu den Werten in Traunstein erklären kann [15].

4.5.3 Medikamentengabe

Am Standort Traunstein erhielten 33.3 % aller Patienten Medikamente. In der Bodenrettung erhielten 30,1 % Medikamente, in der Flugrettung 34,8 %. Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Rettungsmitteln bezüglich der Art der Medikamente.

In der Gabe von Schmerzmitteln hingegen unterschieden sich die beiden Rettungsmittel signifikant voneinander. Während in der Flugrettung 31,3 % der Patienten Analgetika erhielten, waren es in der Bodenrettung nur 19,5 %. Auch wurden in der Flugrettung häufiger Medikamente der WHO Stufe 3 appliziert. Besonders die Gabe von Fentanyl zeigte eine ausgeprägte Divergenz zwischen den beiden Rettungsmitteln: Während in der Flugrettung bei 15,9 % der Patienten dieses Medikament zum Einsatz kam, waren es in der Bodenrettung nur 5,9 % der Patienten. Fentanyl stellte in den analysierten Notarztprotokollen das Analgetikum mit der höchsten Potenz dar. Dieser Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln wurde durch die stärker ausgeprägten Schmerzen der Patienten in der Flugrettung und den deutlich höheren Anteil an Traumapatienten erklärt.

Unabhängig vom Rettungsmittel bekamen 18,9 % der Patienten Benzodiazepine, 8,5 % Narkotika, 7,2 % Antiemetika, andere Medikamente wurden bei weniger als 5 % der Patienten verabreicht. Benzodiazepine und Narkotika wurden signifikant häufiger in der Flugrettung verabreicht, was für schwerere Verläufe in der Flugrettung spricht. Sympathomimetika, Prednisolon und Antihistaminika wurden signifikant häufiger in der Bodenrettung verabreicht,

was durch die häufiger mittels Bodenrettung transportierten internistischen Notfälle erklärt werden konnte.

Die Medikamentengabe bei pädiatrischen Patienten wurde auch in einigen Publikationen analysiert. 49,0-64,4 % der Kinder in der Bodenrettung und 80,4 % in der Flugrettung erhielten Medikamente [2, 3]. Der Anteil an Patienten, die Medikamente erhielten, stieg mit dem Alter an, außerdem wurden im höheren Alter andere Applikationsarten zur Anwendung gebracht. Während Säuglinge und Kleinkinder die Medikamente meist rektal erhielten, dominierte ab dem Schulkindalter die intravenöse Gabe. Eine Studie von Albrech et al. untersuchte allein pädiatrische Luftrettungspatienten. In diesem Patientenkollektiv wurden am häufigsten Sedativa, gefolgt von Analgetika, Narkotika und Antiepileptika verabreicht [6].

Die Ergebnisse aus Traunstein zeigten in ihrer Verteilung Ähnlichkeiten zu den bereits genannten Studien, es wurden jedoch generell weniger Medikamente verabreicht, insbesondere im Rahmen der Flugrettung zeigte sich eine große Divergenz zu den Ergebnissen oben genannter Studien. Dies lässt sich möglicherweise durch die weniger stark ausgeprägte Verletzungsschwere sowie die häufig in Traunstein transportierten Fieberkrämpfe, die meist keinerlei Medikation bedürfen, erklären.

4.5.4 Rettungsmittel

Die Verwendung von Hilfsmitteln zur Bergung und Versorgung der Patienten wurde in der Literatur nicht genauer ausgewertet. In Traustein kamen diese bei 23,9 % der Patienten zum Einsatz. Besonders die Cervikalstütze und die Vakuummatratze wurden häufig verwendet. Luft- und Bodenrettung unterschieden sich auch in dieser Kategorie signifikant voneinander, was einerseits durch die in der Flugrettung deutlich häufigeren Traumata bzw. Polytraumata, andererseits durch die häufigeren Einsätze in schwierigem Gelände, in dem der Patient zur optimalen Bergung gut stabilisiert werden muss, erklärt werden konnte. Eine Studie von Tiesmeier et al. untersuchte ebenfalls die Notfallversorgung der Traumata. In diesem Patientenkollektiv erfolgten in 10,3 % der traumatologischen Fälle Immobilisationen, bei 5,9 % Repositionen und bei 4,7 % primäre Wunderversorgungen [2]. Generell stiegen mit dem Lebensalter weitergehende Maßnahmen der Traumaversorgung an, was auch am Standort Traunstein zutraf [2]. Dies lässt sich durch den steigenden Anteil an Traumapatienten in höherem Lebensalter erklären. Diese benötigten signifikant häufiger Rettungsmittel zur Stabilisierung bzw. Bergung aus dem Gelände.

4.5.5 DMS und Reposition vor Ort

35,0 % der analysierten Frakturen und Luxationen wurden als disloziert angegeben, 65,0 % als nicht disloziert. In der Bodenrettung waren mit 55,4 % dislozierte Frakturen und Luxationen deutlich häufiger vertreten als in der Flugrettung mit 27,4 %.

Bei der Betrachtung von Durchblutung, Motorik und Sensorik (DMS), welche bei dislozierten Frakturen oder Luxationen Auffälligkeiten zeigen können, war kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln festzustellen.

Ohne Beachtung der Rettungsmittel wurden 53,7 % der Dislokationen direkt vor Ort reponiert, die restlichen Patienten wurden erst im Krankenhaus versorgt. Die Flugrettung und die Bodenrettung unterschieden sich auch hier signifikant voneinander, wobei die Repositionen in der Bodenrettung deutlich überwogen (61,3 % vs. 49,0 % Repositionen).

Im Rahmen dieser Untersuchung ergab sich ein Widerspruch insofern, als die DMS zwischen den beiden Rettungsmitteln keinen signifikanten Unterschied aufwies, in der Bodenrettung jedoch signifikant häufiger dislozierte Verletzungen auftraten und diese auch signifikant häufiger reponiert wurden. Es lässt sich nicht zurückverfolgen, aus welchem Grund die Notärzte hier bereits vor Ort Reponationsversuche durchführten. Die Ergebnisse konnten nicht mit bestehenden Studien verglichen werden, da diese Untersuchungen bisher nicht analysiert wurden.

4.5.6 Thoraxdrainage

Laut Literatur wird die Thoraxdrainage sehr selten durchgeführt [3, 15]. Dies korrelierte auch mit den Zahlen aus Traunstein: Hier wurde die Anlage einer Thoraxdrainage bei vier von 1.170 Patienten (0,3 % aller Einsätze) durchgeführt, alle vier Patienten wurden durch einen Notarzt von Christoph 14 versorgt. Auch in einer Studie von Schmidt et al. wurden alle Thoraxdekompressionen im RTH durchgeführt [15]. Aus der Tatsache, dass im Rahmen der Flugrettung deutlich mehr Polytraumata transportiert wurden, erklärt sich die häufigere Durchführung von Thoraxdrainagen in diesem Rettungsmittel. Patienten mit Polytraumata haben infolge multipler Verletzungen häufiger auch einen Pneumothorax, der die Anlage einer Thoraxdrainage notwendig macht.

4.5.7 Vergleich der Interventionen bei Hubschrauber und RTW+NEF

Insgesamt lässt sich sagen, dass im Rahmen der Flugrettung zahlreiche Maßnahmen, zum Beispiel die Anlage einer Thoraxdrainage und von periphervenösen Zugängen oder auch die Volumensubstitution, die Gabe von Medikamenten und speziell auch von Analgetika sehr viel häufiger erfolgten. Dies kann durch die bessere Ausbildung bzw. die größere Erfahrung der Notärzte im Rettungshubschrauber, durch die höhere Anzahl von Traumapatienten und von Patienten mit schwereren Krankheitsbildern und die Schwierigkeit der Versorgung eines Patienten während des Flugs, was eine bestmögliche Versorgung vor dem Flug notwendig macht, erklärt werden. Im Christoph 14 ist es während des Fluges infolge von Platzmangel und Vibrationen sehr schwierig, weitere Maßnahmen durchzuführen. Im RTW hingegen kann jederzeit interveniert werden, da ausreichend Platz um den Patienten zur Verfügung steht und der Fahrer jederzeit die Möglichkeit hat stehenzubleiben, bis bestimmte Maßnahmen durchgeführt worden sind.

4.6 Analyse von Transportzeiten

Die Berechnungen anhand der Notarzteinsatzprotokolle aus Traunstein ergaben eine mittlere Anfahrtszeit von 11:04±5 Minuten in der Luft- und 09:50±4 Minuten in der Bodenrettung. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Anfahrtszeit zwischen den beiden Rettungsmitteln, wobei die Bodenrettung schneller zum Einsatzort kam. Dies war eventuell durch die Suche nach Landemöglichkeiten, die sich besonders im alpinen Gelände, in dieser Studie ein sehr häufiger Einsatzort, als schwierig gestaltet, bedingt. Auch war die Bergung von Patienten im alpinem oder nicht leicht erreichbarem Gelände deutlich zeitaufwändiger. Gemäß zweier Studien von Günkel et al. und Gies et al. zu Transportzeiten in Luft- und Bodenrettung betrug die Dauer, bis die Rettungskräfte nach Alarmierung am Patienten ankamen, in der Luftrettung 10,4-17 Minuten und in der Bodenrettung 10,7-11 Minuten. Auch hier war eine längere Anfahrtszeit des RTH zu erkennen [18, 19].

Die Behandlungsdauer lag im Kollektiv aus Traunstein in der Luftrettung bei 19:35±10 Minuten und in der Bodenrettung bei 17:46±39 Minuten, diese Werte unterschieden sich, im Gegensatz zur Literatur, nicht signifikant voneinander. Auffallend war eine sehr hohe Standardabweichung von 38 Minuten in der Bodenrettung, was auf einige Fälle mit deutlich längerer Versorgungszeit hinweist. Die Behandlungszeit wurde auch in einer Studie von

Schmidt et al. untersucht, hier ergab sich eine Behandlungsdauer des Patientenkollektivs der Flugrettung von 22 Minuten [15].

Die Transportzeit unterschied sich mit 26:07±44 Minuten in der Luftrettung und 18:30±11 Minuten in der Bodenrettung signifikant voneinander. Diese Divergenz war vermutlich durch den Transport in spezialisierte Kliniken, die teilweise weiter entfernt liegen, bedingt. Besonders polytraumatisierte und vital gefährdete Kinder sowie einige Kinder mit schweren Verbrennungen wurden in spezialisierte Zentren in München, Murnau oder Salzburg transportiert, die Transportstrecken in der ländlichen Region sind deutlich weiter. Die Studie von Günkel et al. wurde in Zürich durchgeführt, eine Umgebung, in der die Maximalversorgung von Kindern aufgrund der Universitätsklinik ermöglicht wird, die Studie von Gries et al. bezog verschiedene Rettungsdienstbereiche in Hessen mit ein, was längere Transportzeiten bedingen kann [18, 19].

Die Gesamtzeit, die in der Flugrettung im Mittel 50:31±35 Minuten und in der Bodenrettung 44:40±39 Minuten ergaben, unterschied sich signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln. Dies erklärt sich aus den vorausgegangenen Intervallen. Da sowohl die Anfahrtszeit als auch die Transportzeit in der Bodenrettung kürzer waren, und die Behandlungsdauer sich nicht signifikant von der Luftrettung unterschied, musste die Gesamtzeit in der Bodenrettung kürzer sein als in der Luftrettung.

In den vorliegenden Studien war die Behandlungsdauer in der Luftrettung signifikant kürzer als in der Bodenrettung, die Gesamtdauer betrug 50 Minuten für den gesamten Einsatz in der Luftrettung und 59 Minuten in der Bodenrettung [18, 19]. In den genannten Studien wurden auch noch weitere Werte bezüglich Nachalarmierungen analysiert, was in der vorliegenden Dissertation infolge fehlender Daten im verwendeten Notarztprotokoll nicht untersucht werden konnte.

4.7 Analyse des Einsatzortes

Der Einsatzort wurde ausschließlich in der Kategorie Flugrettung analysiert. Bei 13,6 % aller Flugrettungseinsätze (98 Fälle), fand die Bergung des Patienten aus einer alpinen Region statt. 0,6 % der Flugeinsätze fanden im nicht näher bezeichneten Gelände, 0,3 % auf einer Insel und weitere 0,1 % direkt im See statt. Diese Analyse zeigte, dass sehr viele Einsätze des RTH in einer schwer bzw. mittels bodengebundener Fahrzeuge überhaupt nicht erreichbaren Region stattfanden. Hier war der Einsatz des RTH obligat, weswegen diese Fälle in späteren Untersuchungen nie als Übertriagierung des RTH eingeschätzt wurden.

4.8 Analyse des Transportziels

Die Kliniken, in die die Patienten transportiert wurden, unterschieden sich signifikant zwischen Luft- und Bodenrettung, die Kinder aus beiden Kategorien wurden jedoch am häufigsten ins Klinikum Traunstein transportiert. Die durch Christoph 14 versorgten Patienten wurden häufiger in spezialisierte Zentren transportiert, wie bereits im Kapitel "Analyse der Transportzeit" erläutert wurde.

Anhand der ausgewerteten Protokolle ergab sich in Traunstein ein Mittelwert von 53,3±39 Kilometern in der Flugrettung und 20,0±16 Kilometern in der Bodenrettung. Auch diese Werte unterschieden sich, wie bereits ausgeführt, signifikant voneinander.

Die Distanz wurde in bereits bestehenden Untersuchungen nur anhand des Krankheitsbildes Trauma beim pädiatrischen Patienten untersucht. Hier ergaben sich aus Studien von Schmidt et al. und Günkel et al. eine durchschnittliche Transportstrecke von 5,9-10 Kilometern beim NEF und 20-34 Kilometer beim RTH, bis zu 70 km Transportdistanz wurde beim RTH verzeichnet. [15, 18].

Die Diskrepanz der Ergebnisse aus Traunstein im Vergleich zu oben genannten Ergebnissen aus früheren Studien mag sich partiell durch die ländliche Umgebung der Stadt Traunstein erklären. Während RTHs, die in einer größeren Stadt positioniert sind, oft einige Kliniken mit pädiatrischer Maximalversorgung in der Nähe haben, ist das Klinikum Traunstein in der Region das einzige, das eine pädiatrische Abteilung sowie eine pädiatrische Intensivstation aufweist. Weitere Spezialkliniken liegen deutlich weiter entfernt in Murnau, Salzburg und München.

4.9 Dauer des Krankenhausaufenthaltes

Bei den untersuchten Patienten aus Traunstein wurden 33,4 % der Patienten bereits am selben Tag wieder entlassen. Am 2. Tag wurden am Standort Traunstein weitere 30,0 % nach Hause entlassen, in den Folgetagen nahm die Zahl immer weiter ab, bis ab dem 8. Tag immer unter 1 % der Patienten entlassen wurden.

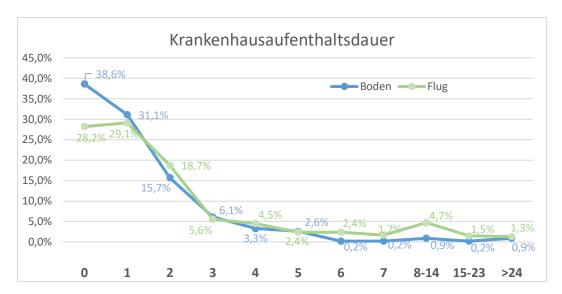


Abbildung 33: Krankenaufenthaltsdauer in Boden- und Flugrettung im Vergleich [1]

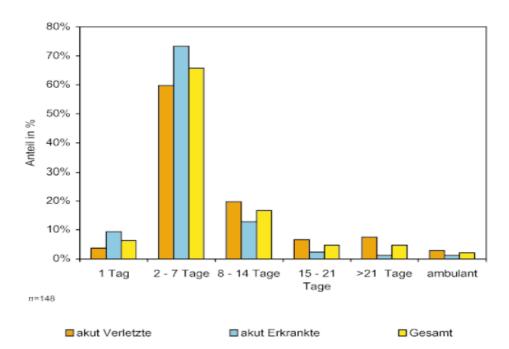


Abbildung 34: Albrech et al.: Krankenhausverweildauer pädiatrischer Patienten in der Luftrettung [6]

Der Mittelwert des Krankenhausaufenthalts betrug 2,8±6,3 Tage in der Flugrettung und 1,6±3,7 Tage in der Bodenrettung. Diese Werte unterschieden sich signifikant voneinander. Man erkennt, dass innerhalb der ersten drei Tage keine große Diskrepanz zwischen beiden Rettungsmitteln vorlag, wie es eigentlich zu erwarten gewesen wäre. Diese Ergebnisse fanden sich so auch in den Studien von Albrech et al., Schmidt et al. und Nagele et al. Auch hier wurden Patienten teilweise nicht stationär aufgenommen oder nach einem sehr kurzen Krankenhausaufenthalt wieder entlassen [4, 6, 15]. Aus Abbildung 33 und 34 kann man jedoch erkennen, dass Patienten aus Traunstein im Vergleich zu Albrech et al. häufiger noch am Aufnahmetag entlassen wurden [6]. Gemäß der Studie von Nagele et al. wurden 61,3 % der

Kinder nach dem Transport stationär aufgenommen, 2 % mussten intensivmedizinisch versorgt werden. Diese Werte stimmen mit den Ergebnissen aus Traunstein überein [4]. Durchschnittlich verblieben die von Nagele et al. untersuchten Kinder 4,9 Tage im Krankenhaus [4]. In einem sich ganz der Luftrettung widmenden Paper von Albrech et al. wurde zudem zwischen akut Verletzten und akut Erkrankten unterschieden. Hier zeigte sich, dass viele Patienten bereits am ersten Tag und der Großteil der Patienten zwischen dem 2. und 7. Tag entlassen wurden [6]. Dies spiegelte sich auch in den Ergebnissen des Krankenhauses Traunstein wider.

Trotz Verwendung eines Notarztindikationskatalogs und genauen Abwägungen zum Einsatz eines RTH wurden sehr viele Patienten, sowohl in der Luft- als auch in der Bodenrettung, noch an demselben Tag entlassen. Auch gab es in beiden Rettungsmöglichkeiten einige Kinder, die sehr lange Krankenhausaufenthaltszeiten haben. Auch Kinder, die mit RTW und NEF versorgt wurden blieben bis zu 37 Tagen im Krankenhaus. So wies auch diese Untersuchung auf Schwierigkeiten in der Disposition bezüglich des Einsatzes von Notärzten bzw. des RTH hin.

4.10 Übertriagierungen und mögliche Gründe

Einer der Gründe für einen übermäßigen Einsatz eines Notarztes oder eines höhergeordneten Rettungsmittels könnte ein fehlender einheitlicher Indikationskatalog zur Disposition des Rettungshubschraubers sein. Ein Rettungstransporthubschrauber ist eine seltene und kostspielige Ressource, deren Einsatz gut abgewägt werden sollte. Ein Indikationskatalog würde hierbei die Entscheidung des Disponenten in manchen Fällen erleichtern. Jedoch ist die Verwendung dieses Katalogs, wie auch des Notarztindikationskatalogs, nicht bei jedem Einsatz uneingeschränkt möglich. Für den Disponenten, eine bestens geschulte und erfahrene Fachkraft, muss ausreichend Spielraum vorhanden sein, bei jedem Einsatz individuell zu entscheiden. Ein Indikationskatalog kann immer nur eine Entscheidungshilfe darstellen, jedoch niemals die Erfahrung eines Menschen ersetzen. Für den Einsatz eines Notarztes existiert solch ein Katalog bereits (siehe Kapitel 1.6.3), der jedoch nicht auf pädiatrische Notfälle spezialisiert ist.

Für diese Dissertation wurden Fehleinsätze bzw. Übertriagierungen wie folgt definiert: Fehleinsätze, bezogen auf den Einsatz des Notarztes selbst, beinhalten generell Patienten, die noch vor Ort therapiert werden konnten beziehungsweise keine Behandlung benötigten und zuhause verbleiben durften [1]. Auch Patienten, die noch am Umfall-/Erkrankungstag wieder entlassen werden konnten oder Patienten, die einen NACA-Score von 1 oder 2 aufwiesen, wurden zu der Gruppe der Fehleinsätze/Übertriagierungen gezählt [1]. Diese Patienten

benötigten keine notärztliche Versorgung, somit war der Einsatz eines Notarztes, unabhängig vom Rettungsmittel, eine Ressource, die hier nicht notwendig war. Auf die Dauer des Krankenhausaufenthalts wurde dennoch geachtet. War der Patient mindestens eine Nacht im Krankenhaus, kann man nicht automatisch von einer Übertriagierung eines Notarztes ausgehen. Möglicherweise wurde der NACA-Wert falsch notiert oder der Patient musste überwacht werden, wie es beispielsweise nach einer Commotio, die durchaus einen NACA-Wert von 1 oder 2 haben kann, durchgeführt wird. Diese Patienten gelten folglich trotz eines niedrigen NACA-Wertes nicht als Übertriagierung.

Zu den Übertriagierungen wurden auch Einsätze gezählt, die durch böswillige Alarmierung verursacht wurden oder wenn kein Patient aufgefunden werden konnte.

Der Rettungstransporthubschrauber stellt eine kostspielige Ressource dar, die bei schwereren Fällen und weiteren Transportstrecken verwendet werden sollte [1]. Bei diesem Transportmittel wurden die Kriterien für eine Übertriagierung strenger bewertet. So wurden in dieser Arbeit, immer unter Beachtung des Transportziels, auch NACA-3 Patienten als Fehleinsatz für die Luftrettung gewertet. NACA-3 Patienten haben, gemäß der Definition, mäßige bis schwere, aber keine lebensbedrohlichen Erkrankungen bzw. Verletzungen [1]. Bei diesen Patienten kann eine stationäre Behandlung erforderlich sein. Diese Patienten könnten durchaus von einer Behandlung durch einen Notarzt profitieren, sie könnten jedoch meist auch mittels bodengebundener Rettungsmittel transportiert werden [1]. Auch die Transportstrecke wurde in die Untersuchungen miteinbezogen: Nur Patienten mit einem NACA-Score von 3, deren Transportstrecke 30 km nicht überstieg galten auch als Fehleinsatz [1]. Für weitere Strecken ist ein RTH durchaus eine Ressource, die verwendet werden kann.

Ein Ausschlusskriterium für einen Fehleinsatz des RTH war der Einsatz im alpinen oder anderweitig für einen RTW/NEF nicht erreichbaren Gelände [1].

Was in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt werden konnte, sind die Straßenverhältnisse wie Staus oder Bauarbeiten, die die Fahrtzeiten der bodengebundenen Transportmittel deutlich verzögern und den Einsatz eines RTH begründen würden, die Wetterverhältnisse sowie ob eine Landemöglichkeit für den RTH vorhanden war und das der Grund für den Einsatz eines RTWs und NEFs war.

In der Bodenrettung ergab sich aus oben genannten Kriterien, dass es sich bei 20,8 % der Patienten um einen Fehleinsatz des Notarztes handelte. Im Rahmen dieser Analyse wurde nicht untersucht, ob ein RTW benötigt wurde oder nicht.

Unter Verwendung derselben Kriterien wie in der Bodenrettung ergaben sich in der Flugrettung 13,5 % Einsätze, die keinen Notarzt bedurft hätten und weitere 32,0 %, die einen Fehleinsatz für den RTH darstellten, also auch mit notärztlicher Begleitung mittels RTW hätten ins Zielkrankenhaus transportiert werden können. Die Übertriagierungen des Notarztes bzw. der Rettungsmittel sind in Abb. 35 zu erkennen.

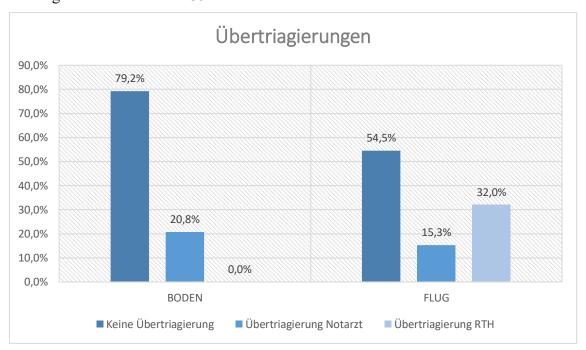


Abbildung 35: Übertriagierung für Notärzte sowie RTH

Ein Fehleinsatz ist in der Literatur durch die Kategorie "kein Notfall", "Einsatzstorno", "kein Patient vorhanden", "Patient von anderen Kräften versorgt", "Einsatzabbruch aus anderen Gründen", "Böswillige Alarmierung" und "nicht transportfähig" charakterisiert [31]. In einer Studie aus Niederösterreich wurden Flugrettungseinsätze und Fehleinsätze untersucht. Es stellte sich heraus, dass die Zahl der Fehleinsätze jedes Jahr weiter angestiegen war, im Jahr 2005 waren es zuletzt 14,7 % aller Einsätze [31].

In der Literatur wurde nicht anhand derselben Kriterien nach Übertriagierungen bzw. Fehleinsätzen gesucht. Allerdings erfolgten bei 26,8 % der Einsätze weder eine Medikamentengabe noch die Durchführung weiterer Maßnahmen [2], 44,6 % der Einsätze stellten keine Indikation zum Einsatz eines Notarztes dar [2, 4], 87,4 % der Kinder waren nicht vital gefährdet [2, 4].

Bei Betrachtung der einzelnen Altersgruppen beträgt der Anteil der Notarzteinsätze ohne jegliche Durchführung von Maßnahmen bei Säuglingen 40,3 %, bei Kleinkindern 29,1 % und bei Schulkindern 17,4 % [2]. Auch wird in einer Studie von Albrech et al. beschrieben, dass nur 61,3 % der Kinder nach dem Transport stationär aufgenommen wurden [6]. Diese Werte,

wie auch die Ergebnisse aus dem Patientenkollektiv aus Traunstein lassen darauf schließen, dass die Triagierung von Kindernotfällen problematisch ist.

Sowohl in der Luft- als auch in der Bodenrettung sind diese Zahlen eindeutig zu hoch. Mögliche Lösungsansätze könnten eine Anpassung des Notarzteinsatzkatalogs an pädiatrische Einsätze, um die Fehleinsätze in der Bodenrettung zu reduzieren, und ein Entwurf eines Indikationskatalogs für den Einsatz des RTHs, auch unter Berücksichtigung pädiatrischer Patienten darstellen, um die Entscheidung der Disponenten zu erleichtern. Es stellt sich jedoch die Frage, ob diese Kataloge in der Kindernotfallmedizin sehr viel verwendet würden, da Kindernotfälle für alle Beteiligten ein sehr schwieriges und mit Angst behaftetes Thema sind.

4.11 Analyse des Einsatzes von Helikoptern und bodengebundener Rettungsmittel

4.11.1 Vor- und Nachteile der genannten Rettungsmittel

Man kann die Vorteile eines Transports mittels RTH besonders an Transportzeiten in weiter entfernte Zentren bei Patienten, die eine Maximalversorgung bzw. aufgrund ihres Krankheitsbildes den Transport in eine Spezialklinik benötigen, erkennen. Mittels eines RTH können auch weitere Strecken in kürzester Zeit zurückgelegt werden [42–46]. Diese Ergebnisse wurden auch in den Untersuchungen am Standort Traunstein bestätigt. Jedoch waren die Versorgungs- und die Anfahrtszeiten genauso lang bzw. teilweise länger als bei der Versorgung mittels bodengebundener Fahrzeuge. Bei Kurzstrecken waren die Anfahrts-, die Versorgungs- und die Alarmierungszeit länger, hier zeigten sich keine Vorteile.

Disponenten können beim Einsatz eines Rettungsmittels auf aktuelle Stauzeiten und auch Baustellen im Straßenverkehr, die viel Zeit in Anspruch nehmen und die Anfahrts- und Transportzeit eines RTWs verlängern würden, Rücksicht nehmen und im Notfall auf einen RTH zurückgreifen, der unabhängig vom Verkehr zum Einsatzort gelangt. Dies konnte anhand der vorliegenden Protokolle nicht zurückverfolgt werden.

Ein weiterer Vorteil einer Bergung mittels RTH ist die Möglichkeit, Patienten, die an mit bodengebundenen Rettungsmitteln nicht anfahrbaren Lokalisationen verunglücken, wie zum Beispiel im alpinen Gelände, zu erreichen. Generell ist die Personengruppe, die von der Luftrettung profitiert, jedoch eher klein [44–46].

Auch den Bewegungsspielraum in den beiden Rettungsmitteln gilt es zu berücksichtigen. Während sich in einem RTW ausreichend Raum für Interventionen findet, ist dieser in einem RTH kaum vorhanden. Der Transport im RTW bietet auch die Möglichkeit stehenzubleiben, so dass der Notarzt notwendige Maßnahmen ergreifen kann. Dies ist bei einem RTH nicht möglich. Hier muss der Notarzt unter engeren räumlichen Verhältnissen und trotz Vibrationen und Bewegungen des Hubschraubers intervenieren. Aus diesem Grund müssen Patienten, die mittels RTH transportiert werden, möglichst schon vor Beginn des Flugs gut versorgt werden.

Die Kosten für den Einsatz eines luftgebundenen Rettungsmittels betragen ein Vielfaches der Kosten eines bodengebundenen Rettungseinsatzes [42, 47]. So wurden in einer US-Studie aus dem Jahr 2002 4.236\$ für Luftrettung und 1.566\$ für Bodenrettung errechnet [48].

Eine Rettung mittels RTH gestaltet sich häufig gefährlicher als eine Rettung mittels RTW/NEF. In Deutschland sind bereits einige, teils tödlich verlaufende Unfälle, vor allem im Start- und Landeanflug, verzeichnet worden. [49]

Abschließend seien noch die Lautstärke und die Vibrationen während eines Flugs genannt. Diese Faktoren sind jedoch nur bei Neugeborenen von Relevanz, dem kann mit Gehörschützern abgeholfen werden. Die Lautstärke wurde jedoch in den Studien von Karlsson et al. und Prehn et al. nur in Bezug auf die Luftrettung untersucht. Es ist ungewiss, ob Lautstärke und Vibrationen in bodengebundenen Transportmitteln geringer ausfallen würden [50, 51].

4.11.2 Entwurf eines Indikationskatalogs

Aus der Analyse der Informationen aus den Notarzteinsatzprotokollen am Standort Traunstein lässt sich folgern, dass der Entwurf eines Indikationskatalogs zum Einsatz eines Rettungstransporthubschraubers und auch eine Anpassung des Indikationskatalogs zum Einsatz eines Notarztes für pädiatrische Patienten hilfreich wäre.

Wichtige Informationen, die mit einbezogen werden sollten, sind das Krankheitsbild bzw. der Unfallhergang, der eingeschätzte Zustand des Kindes, aktuelle Verkehrsinformationen und, wenn möglich, das Zielkrankenhaus, in das das Kind voraussichtlich transportiert werden soll. Für diese Information muss wiederum das Krankheitsbild verwendet werden.

Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit hier ein Katalog den Disponenten tatsächlich unterstützen würde. Ein möglicher, nicht veränderbarer Grund für Fehleinsätze sind die emotionalen und den Zustand ihrer Kinder oft aggravierend darstellenden Anrufe der Eltern. Ein Indikationskatalog wäre hier nur begrenzt hilfreich. Der Entwurf eines Fragenkatalogs

hingegen könnte dem Disponenten möglicherweise helfen, die Eltern differenzierter und gezielter zu befragen, um den wirklichen Zustand des Kindes zu erfassen. Zunächst würde man Fragen zur Stabilität des Kindes stellen, gefolgt zu Fragen zum Unfallhergang, Bewusstseinszustand des Kindes, zu Herzkreislaufparametern wie Atmung und Puls, zu neurologischen Auffälligkeiten wie Pupillenweite und Isokorität sowie Verletzungsmustern und anderem. Notwendig sind klare Instruktionen des Disponenten für die Eltern, sodass er in Ruhe die notwendigen Informationen von den Eltern erhält und telefonische Anweisungen von den Eltern umgesetzt werden können. Würde die Kommunikation mit den Eltern in dieser Weise gelingen, sollte der Disponent eine klarere Entscheidung zur Notwendigkeit eines Notarztes bzw. RTH treffen können.

Einige Verletzungs- und Unfallarten sollten obligat für den Einsatz eines RTHs sprechen. Beispiele hierfür wären Hochrasanztraumata, Sturz aus großer Höhe, Verbrennungen, die für einen Transport in ein Verbrennungszentrum sprechen, Ertrinkungsunfälle und Polytraumata. Dies sollte anhand von prospektiven Studien noch weiter untersucht werden.

4.12 Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Rahmen der am Klinikum Traunstein durchgeführten Studie wurden neue Erkenntnisse zu den pädiatrischen Patienten in Flug- und Bodenrettung gefunden sowie bereits bestehende Ergebnisse aus früheren Studien bestätigt, manche Ergebnisse unterscheiden sich sehr von bereits bestehenden Studien. Ursachen für die unterschiedlichen Ergebnisse sind uneinheitliche Altersgruppendefinitionen, Unterschiede bezüglich der untersuchten Rettungsmittel und die subjektive Einschätzung des Krankheitszustandes beziehungsweise der Notwendigkeit einer Intervention durch den Notarzt. Zudem existieren viele Statistiken zur Luftrettung und Bodenrettung im Vergleich, aber nicht pädiatrischer Patienten sowie Traumaversorgung pädiatrischer Patienten unter Ausschluss anderer Krankheitsbilder. Einige Ergebnisse können für eine mögliche Verbesserung in der Disposition und der Behandlung von Kindern in der präklinischen Notfallmedizin verwendet werden. Im Verlauf sollte nun eine prospektive Studie angestrebt werden, in der weitere wichtige Informationen gesammelt werden könnten. Das Ziel ist eine Optimierung der Disposition von Rettungskräften und Rettungsmitteln durch weitere Überarbeitung bestehender bzw. Einführung neuer Indikationskataloge, insbesondere für pädiatrische Patienten. Auch die Verwendung von Telemedizin bei pädiatrischen Patienten könnte in Zukunft von großer Bedeutung sein und sollte in weiteren Studien untersucht werden.

4.13 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie aus dem Klinikum Traunstein wurden 1.170 pädiatrische Patienten der Luft- und Bodenrettung anhand ihrer Altersgruppen, Krankheitsbilder, Schweregrade der Erkrankungen, Interventionen sowie einsatztaktischen Werten untersucht. Es wurde eine bimodale Verteilung der Altersstufen mit einem Gipfel zwischen 0-2 Jahren und einem weiteren zwischen 13-15 Jahren festgestellt, das Durchschnittsalter beträgt in der Bodenrettung 8,5±5,5 Jahre und in der Flugrettung 8,9±5,4 Jahre. In der Flugrettung wiesen die Patienten signifikant häufiger die Diagnose "Chirurgische Notfälle" auf, die weiteren Kategorien "Internistische Notfälle", "Neurologische Notfälle" sowie "Intoxikationen" zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln.

Bei einer detaillierteren Untersuchung der chirurgischen Patienten zeigten sich folgende Ergebnisse: Am häufigsten kamen in der Flugrettung SHTs sowie Wirbelsäulenverletzungen vor, wohingegen in der Bodenrettung Verletzungen der Extremitäten überwogen. Frakturen wurden signifikant häufiger mittels RTH transportiert, andere Verletzungsarten wie Distorsionen oder Amputationen zeigten keinen signifikanten Unterschied, Luxationen wurden häufiger mittels bodengebundener Fahrzeuge ins Krankenhaus gebracht. Verbrennungen und Verbrühungen kamen in beiden Rettungsmitteln ähnlich häufig vor, es waren besonders jüngere Kinder von diesem Krankheitsbild betroffen.

Bei den internistischen Fällen stellte das häufigste Krankheitsbild die akute Atemnot, welche signifikant häufiger mittels bodengebundener Fahrzeuge transportiert wurde, dar. Diese wurde in der Bodenrettung meist durch einen Pseudokruppanfall, in der Flugrettung meist durch Aspiration verursacht. Anaphylaktische Reaktionen wiesen keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Rettungsmitteln auf.

Neurologische Notfälle wurden in beiden Rettungsmitteln von Krampfanfällen dominiert, diese wurden signifikant häufiger mittels bodengebundener Rettungsmittel versorgt. Am häufigsten kam der Fieberkrampf vor, welcher besonders häufig bei jüngeren Patienten verzeichnet wurde, gefolgt von der Epilepsie, die eher ältere Patienten betraf. Synkopen, die häufiger mittels bodengebundener Fahrzeuge transportiert wurden, kamen generell selten vor.

Intoxikationen zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln. Dieses Krankheitsbild stieg mit dem Alter an und veränderte sich: Während in jüngeren Jahren noch häufiger akzidentelle Intoxikationen vorkamen, wurden sie im höheren Alter meist durch Alkohol oder Drogen verursacht.

Die Untersuchung der Schweregrade der Verletzungen/Erkrankungen zeigte folgende Ergebnisse: In der Flugrettung wurden signifikant häufiger instabile Patienten als in der Bodenrettung transportiert, die Gesamtzahl dieser Patienten war jedoch im Kollektiv generell gering. Der NACA-Score zeigte in der Bodenrettung einen Mittelwert von 2,9±0,8 und in der Flugrettung von 3,1±0,9, die Häufigkeit des NACA-Werts von 3 und 4 unterschied sich nicht signifikant zwischen den beiden Rettungsmitteln. Der GCS-Wert der Patienten war sowohl in Flug- als auch in der Bodenrettung hoch, es zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Von den insgesamt acht im Verlauf verstorbenen Patienten wurde nur einer mittels bodengebundener Fahrzeuge versorgt.

Der Mittelwert der Schmerzen auf einer visuellen Analogskala lag bei 2,7±2,8 in der Flugrettung und 1,6±2,6 in der Bodenrettung. Kinder bekamen in der Flugrettung signifikant häufiger Analgetika appliziert, auch der WHO-Grad der verabreichten Analgetika war in der Flugrettung signifikant höher.

In den analysierten Protokollen zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Anfahrtszeit und Transportzeit, die Bodenrettung kam schneller zum Einsatzort und zum Zielkrankenhaus. Dies lässt sich durch die alpine Region, die erschwerten Bergungs- und Landemöglichkeiten des RTH sowie weitere Transportstrecken in spezialisierte Krankenhäuser durch die Flugrettung erklären. Allein die Behandlungszeit zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Rettungsmitteln.

Intubation, Anlage einer Thoraxdrainage und CPR kamen bei sehr wenigen Patienten vor, meist Patienten der Flugrettung. In der Flugrettung bekamen signifikant mehr Patienten einen intravenösen Zugang, diese Maßnahme stieg mit dem Alter des Patienten an. In der Flugrettung wurden häufiger Analgetika, Narkotika sowie Benzodiazepine verabreicht, Sympathomimetika, Prednison und Antihistaminika wurden häufiger in der Bodenrettung verabreicht. Dies lässt sich durch die Schwerpunkte in den Krankheitsbildern der Transportmittel erklären.

Viele Kinder, sowohl in der Flug- als auch in der Bodenrettung, wurden noch am Einsatztag aus dem Krankenhaus entlassen, was für eine geringe Verletzungs- bzw. Erkrankungsschwere der Patienten sprechen kann. Die Patienten der Flugrettung blieben im Schnitt 2,8±6,3 Tage im Krankenhaus, die der Bodenrettung 1,6±3,7 Tage.

Eine Zusammenfassung der Untersuchungen wurde für eine Analyse zu möglichen Übertriagierungen von Notärzten bzw. des RTH verwendet. Hier zeigte sich eine hohe Zahl an

Patienten, die gemäß dieser Analysen auch ohne einen Notarzt versorgt werden könnten, sowie eine weitere hohe Zahl der Flugrettungspatienten, die auch mittels bodengebundener Fahrzeuge transportiert werden könnten. Um diese Aussage näher analysieren zu können, müsste in Zusammenarbeit mit der Leitstelle eine prospektive Studie angestrebt werden, in der weitere relevante Werte, wie Straßen- und Wetterverhältnisse sowie die individuellen Begründungen von Notärzten und Disposition miteinbezogen werden müssten. Im weiteren Verlauf könnte dann eine Überarbeitung der bestehenden Indikationskataloge stattfinden sowie ergänzende Indikations- bzw. Fragenkataloge für pädiatrische Fälle in der Notfallmedizin und den Einsatz eines RTH hinzugefügt werden.

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: AVPU-Schema zur einfachen Beurteilung der kindlichen Bewusstseinslage,
adaptiert an Heinzel et al. [13]3 -
Abbildung 2: Die Glasgow-Coma-Scale, adaptiert an Kühn et al., Rettungsdienst heute [14]
- 4 -
Abbildung 3: Der NACA-Score, adaptiert an Schlechtriemen et al. [5] 5 -
Abbildung 4: Traumaanteil an pädiatrischen Notfällen 2001-2003 [5] 6 -
Abbildung 5: Interventionen zur Diagnostik im Luftrettungsdienst [6] 9 -
Abbildung 6: Mittlere Zeitintervalle in Minuten [min] in Abhängigkeit vom Transportmittel
[18] 11 -
Abbildung 7: Übersicht der Rettungsdienstbereiche und der zugehörigen Gebietskörperschaften
n Bayern [20]
Abbildung 8: Kindernotarzt-Einsätze 1988-2008 in München [25] 14 -
Abbildung 9: Einsatzgebiet des RTH Christoph 14, adaptiert an BRK, Christoph 14 [28] - 16 -
Abbildung 10: Prozess der Notrufabfrage und Fahrzeugdisposition, adaptiert an Kumpch et al.
[21] 17 -
Abbildung 11: Indikationskatalog für den Notarzteinsatz – notfallbezogene Indikationen,
adaptiert an den Indikationskatalog der Bundesärztekammer [33] 21 -
Abbildung 12: DIVI-Protokoll 4.2 30 -
Abbildung 13: Verteilung der Altersgruppen in Boden- und Flugrettung 36 -
Abbildung 14: Notfallkategorien im Vergleich bei boden- und fluggebundenen
Rettungseinsätzen [1] 37 -
Abbildung 15: Lokalisation der Verletzungen differenziert nach den Rettungsarten 39 -
Abbildung 16: Verletzungsarten bei Boden- und Flugrettung im Vergleich 40 -
Abbildung 17: Frakturarten bei Boden- und Flugrettung im Vergleich 41 -
Abbildung 18: Ursachen für Atemnot in Boden- und Flugrettung 44 -
Abbildung 19: Ursachen für Anaphylaxie bei Kindernotfällen 45 -
Abbildung 20: Arten von Krampfanfällen in Boden- und Flugrettung 46 -
Abbildung 21: Krampfart in verschiedenen Altersklassen 47 -
Abbildung 22: Intoxikationsursachen nach Altersklassen 49 -
Abbildung 23: Altersverteilung von Boden- und Flugeinsätzen [1] 50 -
Abbildung 24: Zustand der Patienten in Boden- und Flugrettung 51 -

Abbildung 25: Der NACA-Score bei Boden- und Flugrettung im Vergleich [1] 54 -
Abbildung 26: Initiale Neurologie in Boden- und Flugrettung 56 -
Abbildung 27: Sauerstoffgabe bei Flug- und Bodenrettung im Vergleich 57 -
Abbildung 28: Gabe von Benzodiazepinen in der Boden- und Flugrettung 61 -
Abbildung 29: Reposition von dislozierten Verletzungen in Flug- und Bodenrettung 63 -
Abbildung 30: Krankenhausaufenthaltsdauer in Boden- und Flugrettung im Vergleich [1]- 67 -
Abbildung 31: Der NACA-Score in Traunstein bei Boden- und Flugrettung im Vergleich [1]
81 -
Abbildung 32: Albrech et al.: Der NACA-Score pädiatrischer Patienten im Luftrettungsdienst
[6] 82 -
Abbildung 33: Krankenaufenthaltsdauer in Boden- und Flugrettung im Vergleich [1] 94 -
Abbildung 34: Albrech et al.: Krankenhausverweildauer pädiatrischer Patienten in der
Luftrettung [6] 94 -
Abbildung 35: Übertriagierung für Notärzte sowie RTH 97 -

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Indikationskatalog für den No	tarzteinsatz unter Bezug auf den Patientenzustand,
adaptiert an den Indikationskatalog der Bu	ndesärztekammer [33] 20 -
Tabelle 2: Definition von Übertriagierunge	n, wobei immer die linke Kategorie höher gewichtet
wird	- 31 -
Tabelle 3: Verletzungsarten bei Boden- und	d Flugrettung im Vergleich 39 -
Tabelle 4: Unfallart in Boden- und Flugret	tung im Vergleich 42 -
Tabelle 5: Sturztiefe bei Boden- und Flugr	ettung im Vergleich 42 -
Tabelle 6: Anlage eines Zugangs bei Boder	n- und Flugrettung im Vergleich 58 -
Tabelle 7: Volumensubstitution in Boden-	und Flugrettung 59 -
Tabelle 8: Medikamentengabe bei Boden-	und Flugrettung im Vergleich 60 -
Tabelle 9: Schmerzmedikation in Boden- v	and Flugrettung61 -
Tabelle 10: Schmerzmedikation nach WHO	O-Klassen in Boden- und Flugrettung [1] 61 -
Tabelle 11: Vergleich der Zeitintervalle in	Boden- und Flugrettung [1] 64 -
Tabelle 12: NACA-Score in Boden- und F	lugrettung80 -

IV. References

- [1] Koc L, Wolf G. Luft- versus Landrettung bei Kindernotfällen. Der Notarzt. 2020; 36(03): 143–50. https://doi.org/10.1055/a-1120-8011
- [2] Tiesmeier J, Hilgefort S, Ueckermann F, Jakob T, Emmerich M, Henzler D. Mit welchem Spektrum und Maßnahmen muss der Notarzt bei präklinischen Kindernotfällen rechnen? Der Notarzt. 2016; 32(05): 222–7. https://doi.org/10.1055/s-0042-109459
- [3] Bernhard M, Helm M, Luiz T, Biehn G, Kumpch M, Hainer C, Meyburg J, Gries A. Pädiatrische Notfälle in der prähospitalen Notfallmedizin. Notfall Rettungsmed. 2011; 14(7): 554–66. https://doi.org/10.1007/s10049-010-1402-z
- [4] Nagele P, Kroesen G. Kindernotfälle im Notarztdienst. Der Anaesthesist. 2000; 49(8): 725–31. https://doi.org/10.1007/s001010070067
- [5] Schlechtriemen T, Masson R, Burghofer K, Lackner C K, Altemeyer K H. Pediatric cases in preclinical emergency medicine: critical aspects in the range of missions covered by ground ambulance and air rescue services. Der Anaesthesist. 2006; 55(3): 255–62. doi: 10.1007/s00101-005-0922-2
- [6] Albrech M, Berner J, Altemeyer K H. Kindernotfälle im Luftrettungsdienst. Notfall & Rettungsmedizin. 2000; 3(3): 156–69. https://doi.org/10.1007/s100490050221
- [7] Helm M, Biehn G, Lampl L, Bernhard M. Pädiatrischer Notfallpatient im Luftrettungsdienst. Einsatzrealität unter besonderer Berücksichtigung "invasiver" Maßnahmen. Der Anaesthesist. 2010; 59(10): 896–903. https://doi.org/10.1007/s00101-010-1759-x
- [8] Heimberg E, Heinzel O, Hoffmann F. Typische Probleme bei Kindernotfällen: Mögliche Lösungsstrategien. Med Klin Intensivmed Notfmed. 2015; 110(5): 354–9. https://doi.org/10.1007/s00063-015-0037-8
- [9] Zink W, Bernhard M, Keul W, Martin E, Völkl A, Gries A. Invasive Notfalltechniken in der Notfallmedizin: Praxisorientierte Ausbildungskonzepte für die Sicherung der notärztlichen Qualifikation. Der Anaesthesist. 2004; 53(11): 1086–92. doi:10.1007/s00101-004-0762-5
- [10] Nicolai T, Hoffmann F. Kindernotfall-ABC. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014.
- [11] Silbereisen C, Hoffmann F. Kindernotfall im Notarztdienst. Der Anaesthesist. 2015; 64(1): 73–84. https://doi.org/10.1007/s00101-014-2383-y

- [12] Heinzel O, Hoffmann F. Der Kindernotfall eine große Herausforderung. Med Klin Intensivmed Notfmed. 2015; 110(5): 326–7. https://doi.org/10.1007/s00063-015-0038-7
- [13] Heinzel O, Eppich W J, Schwindt J C, Hoffmann F. Der lebensbedrohliche Kindernotfall im Notarztdienst. Notfall Rettungsmed. 2011; 14(2): 151–66. https://doi.org/10.1007/s10049-010-1338-3
- [14] Kühn D, Luxem J, Runggaldier K. Rettungsdienst heute. München, Jena: Elsevier, Urban/ Fischer; 2007.
- [15] Schmidt U, Geerling J, Fühler M, Hubrich V, Richter M, Krettek C. Pediatric prehospital trauma care. A retrospective comparison of air and ground transportation. Der Unfallchirurg. 2002; 105(11): 1000–6. doi: 10.1007/s00113-002-0520-6
- [16] Nicolai T. Airwaymanagement bei Kindern in Notfallsituationen. Monatsschr Kinderheilkd. 2001; 149(5): 466–9. https://doi.org/10.1007/s001120050791
- [17] Proquitté H, Hoffmann F, Dawczynski K, Nicolai T. Neue Behandlungskonzepte in der pädiatrischen Notfallversorgung. Monatsschr Kinderheilkd. 2014; 162(8): 701–10. https://doi.org/10.1007/s00112-014-3102-0
- [18] Günkel S, König M, Albrecht R, Brüesch M, Lefering R, Sprengel K, Werner C M L, Simmen H-P, Wanner G A. Deployment and efficacy of ground versus helicopter emergency service for severely injured patients. Analysis of a nationwide Swiss trauma center. Der Unfallchirurg. 2015; 118(3): 233–9. doi: 10.1007/s00113-014-2567-6
- [19] Gries A, Lenz W, Stahl P, Spiess R, Luiz T, BoLuS-Studiengruppe. On-scene times for helicopter services. Influence of central dispatch center strategy. Der Anästhesist. 2014; 63(7): 555–62. doi: 10.1007/s00101-014-2340-9
- [20] Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM), Klinikum der Universität München. Rettungsdienstbericht Bayern 2019 [Internet]. 2019 [zitiert am 15.11.2020]. URL: https://www.inm-online.de/de/aktuelles/358-rettungsdienstbericht-bayern-2019#:~:text=Der%20Rettungsdienstbericht%20Bayern%202019%20steht%20ab%20sof ort%20im,den%20rettungsdienstlichen%20Strukturen%20und%20dem%20Einsatzgesche hen%20in%20Bayern
- [21] Kumpch M, Luiz T. Integrierte Leitstelle als Logistikzentrale. Notfall Rettungsmed. 2011; 14(3): 192–6. https://doi.org/10.1007/s10049-010-1398-4
- [22] Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Sport und Integration. Rettungsdienst in Bayern [Internet]. [zitiert am 12.12.2018]. URL: https://www.stmi.bayern.de/sus/rettungswesen/index.php

- [23] Schlechtriemen T, Dirks B, Lackner C-K, Moecke H, Stratmann D, Krieter H, Altemeyer K H. Leitstelle Perspektiven für die zentrale Schaltstelle des Rettungsdienstes. Notfall Rettungsmed. 2007; 10(1): 47–57. https://doi.org/10.1007/s10049-006-0871-6
- [24] Bayerl R E. Das Münchner Kindernotarztsystem: 1553 Einsätze aus zwei der vier Kinderkliniken in den Jahren 1998-2000 [Dissertation]: München: Dr. von Haunerschen Kinderspital-Innenstadt der Universität München; 2007. doi: 10.5282/edoc.6362
- [25] Dr. von Haunerschen Kinderspital-Innenstadt der Universität München. Kindernotarzt [Internet]. [zitiert am 10.12.2019]. URL: http://www.klinikum.unimuenchen.de/Kinderklinik-und-Kinderpoliklinik-im-Dr-von-Haunerschen-Kinderspital/de/stationen/KIPS/kindernotarzt/index.html.
- [26] Kliniken Südostbayern. Notarztgemeinschaft am Klinikum Südostbayern [Internet]. [zitiert am 10.12.2019]. URL: http://www.klinikensuedostbayern.de/de/leistungsspektrum/weitere-angebote/notaerztlicheversorgung/notarztgemeinschaft-traunstein.htm.
- [27] Viergutz T, Rohrer O, Weiss C, Braun J, Kalenka A. Einsatzspektrum eines Rettungshubschraubers. Veränderung in einem süddeutschen Ballungsgebiet in den letzten 25 Jahren. Der Anaesthesist. 2014; 63(12): 932–41. https://doi.org/10.1007/s00101-014-2380-1
- [28] Bayrisches Rotes Kreuz. Rettungshubschrauber Christoph 14 [Internet]; [zitiert am 15.08.2019]. URL: http://www.christoph14.brk.de/.
- [29] Tomazin I, Ellerton J, Reisten O, Soteras I, Avbelj M, International Commission for Mountain Emergency Medicine. Medical standards for mountain rescue operations using helicopters: official consensus recommendations of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). High Alt Med Biol. 2011; 12(4): 335– 41. doi: 10.1089/ham.2010.1096
- [30] ILS Traunstein. Integrierte Leitstelle Traunstein [Internet]; [zitiert am 14.08.2019]. URL: http://www.ils-ts.de/.
- [31] Trimmel H, Wodak A, Voelckel W. Hubschrauberdisposition mit dem Advanced-Medical-Priority-Dispatch-System Erwartungen erfüllt? Notfall Rettungsmed. 2006; 9(5): 437–45. https://doi.org/10.1007/s10049-006-0837-8
- [32] Tiamfook-Morgan T O, Kociszewski C, Browne C, Barclay D, Wedel S K, Thomas S H. Helicopter scene response: regional variation in compliance with air medical triage guidelines. Prehosp Emerg Care. 2008; 12(4): 443–50. doi: 10.1080/10903120802290794

- [33] Bundesärztekammer. Indikationskatalog für den Notarzteinsatz: Handreichung für Telefondisponenten in Notdienstzentralen und Rettungsleitstellen [Internet]; 2013 [zitiert am 15.08.2019]. URL: http://www.bundesaerztekammer.de/aerzte/versorgung/notfallmedizin/notarzt/indikations katalog-fuer-den-notarzteinsatz/.
- [34] Kliniken Südostbayern. Zentrale Notaufnahme Traunstein [Internet]. [zitiert am 14.08.2019] URL: http://www.kliniken-suedostbayern.de/de/leistungsspektrum/klinikum-traunstein/zentrale-notaufnahme.htm.
- [35] Kliniken Südostbayern. Kliniken Südostbayern AG [Internet]. [zitiert am 14.08.2019]. URL: http://www.kliniken-suedostbayern.de/.
- [36] Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin. Verbrennungszentren in Deutschland [Internet]. [zitiert am 15.08.2019]. URL: http://www.verbrennungsmedizin.de/zentren.php.
- [37] Koncz V, Kohlmann T, Bielmeier S, Urban B, Prückner S. Telenotarzt: Neues Versorgungskonzept in der Notfallmedizin. Der Unfallchirurg. 2019; 122(9): 683–9. doi: 10.1007/s00113-019-0679-8
- [38] Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin. Notfalleinsatzprotokoll 5.0 [Internet]; 2013 [zitiert am 14.02.2019]. URL: www.divi.de/empfehlungen/notarztprotokoll-mind/176-divi-notarzteinsatzprotokoll-version-5-0.html
- [39] Notärzte Klinikum Traunstein. Notarzteinsatzprotokoll DIVI Version 4.2. Klinikum Traunstein; 2011-2014.
- [40] Notärzte Klinikum Traunstein. Notarzteinsatzprotokolle DIVI Version 5.0. Klinikum Traunstein; 2014-2016.
- [41] Helm M, Hauke J, Frey W, Lampl L. Der pädiatrische Traumapatient im Luftrettungsdienst: Altersspezifische Besonderheiten. Notfall Rettungsmed. 1999; 2: 150-157. https://doi.org/10.1007/s100490050117
- [42] Mommsen P, Bradt N, Zeckey C, Andruszkow H, Petri M, Frink M, Hildebrand F, Krettek C, Probst C. Comparison of helicopter and ground emergency medical service: a retrospective analysis of a German rescue helicopter base. Technol Health Care. 2012; 20(1): 49–56. doi: 10.3233/THC-2011-0655
- [43] Svenson J E, O'Connor J E, Lindsay M B. Is air transport faster? A comparison of air versus ground transport times for interfacility transfers in a regional referral system. Air Med J. 2006; 25(4): 170–2. doi: 10.1016/j.amj.2006.04.003

- [44] Hofer G, Voelckel W G. Importance of helicopter rescue. Med Klin Intensivmed Notfmed. 2014; 109(2): 95–9. doi: 10.1007/s00063-013-0306-3
- [45] Hotvedt R, Kristiansen I S, Førde O H, Thoner J, Almdahl S M, Bjørsvik G, Berge L, Magnus A C, Mamen K, Sparr T, Ytre-Arne K. Which groups of patients benefit from helicopter evacuation? Lancet. 1996; 347(9012): 1362–6. doi: 10.1016/s0140-6736(96)91010-7
- [46] Kirchhoff H W. 29. Hubschrauber am Unfallort Indikationen, Kontraindikationen, Organisation, Finanzierung. Langenbecks Arch Chiv. 1969; 325(1): 253–7. https://doi.org/10.1007/BF01255916
- [47] Stewart K E, Cowan L D, Thompson D M, Sacra J C, Albrecht R. Association of direct helicopter versus ground transport and in-hospital mortality in trauma patients: a propensity score analysis. Acad Emerg Med. 2011; 18(11): 1208–16. doi: 10.1111/j.1553-2712.2011.01207.x
- [48] Safford S D, Hayward T Z, Safford K M, Georgiade G S, Rice H E, Skinner M A. A cost and outcomes comparison of a novel integrated pediatric air and ground transportation system. J Am Coll Surg. 2002; 195(6): 790–5. doi: 10.1016/s1072-7515(02)01489-8
- [49] Hinkelbein J, Dambier M, Viergutz T, Genzwürker H. A 6-year analysis of German emergency medical services helicopter crashes. J Trauma. 2008; 64(1): 204–10. doi: 10.1097/01.ta.0000239256.28393.e2
- [50] Karlsson B-M, Lindkvist M, Lindkvist M, Karlsson M, Lundström R, Håkansson S, Wiklund U, van den Berg J. Sound and vibration: effects on infants' heart rate and heart rate variability during neonatal transport. Acta Paediatr. 2012; 101(2): 148–54. doi: 10.1111/j.1651-2227.2011.02472.x
- [51] Prehn J, McEwen I, Jeffries L, Jones M, Daniels T, Goshorn E, Marx C. Decreasing sound and vibration during ground transport of infants with very low birth weight. J Perinatol. 2015; 35(2): 110–4. doi: 10.1038/jp.2014.172

V. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich jenen Menschen danken, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation fachlich, aber auch persönlich, unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt PD Dr. Gerhard Wolf für die ausgezeichnete Betreuung und für die enorme Unterstützung bei der Durchführung der gesamten Arbeit.

Außerdem möchte ich mich bei Dr. Müller, sowie dem gesamten Team vom Notarztstandort Traunstein und vom Team des RTH Christoph 14 bedanken, die mir bei der Datenakquisition eine große Hilfe waren, dem Sekretariat der Kinderklinik Traunstein, sowie bei den Statistikern der LMU, die mich bei der Auswertung dieser Daten begleitet haben.

Bei dieser Gelegenheit will ich zudem meinem Freund Martin und meinen Eltern danke sagen, die meine Arbeit durch ihre Unterstützung und Gedanken geprägt haben.

Meiner Familie und meinen Freunden danke ich für ihre Geduld und Ermutigungen während meines gesamten Studiums sowie der Arbeit an dieser Doktorarbeit.

VI. Affidavit



Ort, Datum





UNIVERSITÄT MÜNCHEN	Medizinische Fakultät	MMRS MATORISTICAL MEMBACH SCHOOL	
	Eidesstattliche Versiche	rung	
Koc, Lisa Katharina			
Name, Vorname			
Ich erkläre hiermit an Eide	s statt, dass ich die vorliege	nde Dissertati	on mit dem Titel:
Eine retrospektive Daten	analyse von Luft- bzw. La	andrettung b	ei Kindernotfällen im
Klinikum Traunstein in o	len Jahren 2011 bis 2016		
Erkenntnisse, die aus der	n Schrifttum ganz oder a	nnähernd übe	Hilfsmittel bedient und alle ernommen sind, als solche ng der Fundstelle einzeln
Ich erkläre des Weiteren, d Form bei einer anderen Ste			nt in gleicher oder in ähnlicher rades eingereicht wurde.
München, 28.04.2022	L	isa Katharina 1	Koc

Unterschrift Doktorandin bzw. Doktorand