

ALTAR IV: Epidemiologie des präklinischen Airwaymanagements

Inaugural- Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus- Liebig- Universität Gießen

vorgelegt von Martin Schürtz
aus Düsseldorf
Gießen 2023

Aus dem Fachbereich Medizin der Justus- Liebig- Universität Gießen

Abteilung Anästhesiologie und operative Intensivmedizin

Gutachter: Prof. Dr. med. Michael Sander

Gutachter: Priv.- Doz. Dr. med. Valesco Mann

Tag der Disputation: 22.11.2023

Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus- Liebig- Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware, bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm, erkläre ich mich einverstanden.“

Gießen, 1.2.2023

Inhalt

1	EINLEITUNG.....	1
1.1	DIE BEDEUTUNG DES PRÄKLINISCHEN ATEMWEGSMANAGEMENTS IM RETTUNGSDIENST	1
1.2	FRAGESTELLUNGEN.....	2
1.2.1	EPIDEMIOLOGIE (DESKRIPTIV)	2
1.2.2	TECHNIKEN UND MEDIKATION	3
1.2.3	EFFIZIENZ UND OUTCOME	3
2	MATERIAL UND METHODEN.....	4
2.1	RETTUNGSDIENSTBEREICH GIEßEN	4
2.1.1	DIE STRUKTUR DES RETTUNGSDIENSTBEREICHES GIEßEN (STAND 31.12.2016)	4
2.1.2	AUSBILDUNGSSTAND DES RETTUNGSDIENSTPERSONALS IM RETTUNGSDIENSTBEREICH GIEßEN	6
2.1.3	VORHALTUNG VON ATEMWEGSHILFEN IM RETTUNGSDIENSTBEREICH GIEßEN.....	6
2.1.3.1	Hilfsmittel zum elementaren Atemwegsmanagement.....	6
2.1.3.2	Hilfsmittel zum erweiterten Atemwegsmanagement	8
2.1.4	VORGABEN ZUM AWM IM RETTUNGSDIENSTBEREICH GIEßEN	10
2.1.5	STUDIENPARAMETER	11
	AWM ASSOZIIERTE SYSTEMVARIABLEN UND KERNVARIABLEN	12
	KERNVARIABLEN NACH DURCHFÜHRUNG DES AWM	14
2.1.6	ERLÄUTERUNG ZU DER DATENERHEBUNG UND DEN DATENQUELLEN IM RDB GIEßEN.....	15
3	ERGEBNISSE.....	19
3.1	EPIDEMIOLOGIE.....	19
3.1.1	DIE INZIDENZ DER INDIKATION ZUR ATEMWEGSSICHERUNG IM RDB GIEßEN, DIE VORERKRANKUNGEN (NACH ASA KLASSIFIKATION), GESCHLECHT UND LETALITÄT	19

3.1.2	VERTEILUNG DER ALTERSGRUPPEN INNERHALB DER NOTFALLPATIENTEN MIT INDIKATION ZUM AWM	20
3.2	INZIDENZ DES AWM	21
3.2.1	INDIKATIONEN FÜR DAS AWM IM RDB GIEßEN.....	21
3.2.2	HÄUFIGKEIT UND DAUER DER SELBSTSTÄNDIGEN ATEMWEGSSICHERUNG DURCH DAS NICHT-ÄRZTLICHE RD- PERSONAL VOR EINTREFFEN DES NA	22
3.3	TECHNIKEN UND MEDIKATION	23
3.3.1	VERWENDUNG DER HILFSMITTEL ZUM AWM (GETRENNT NACH BERUFGSRUPPEN)	23
3.3.2	DER MEDIKAMENTENEINSATZ ZUM AWM.....	26
3.3.3	ANGEWANDTE VENTILATIONSARTEN	27
3.3.4	METHODEN ZUR LAGEKONTROLLE NACH ENDOTRACHEALER INTUBATION	27
3.4	EFFIZIENZ DES AWM IM RDB GIEßEN	28
3.4.1	KOMPLIKATIONEN BEIM AWM IM RDB GIEßEN (GETRENNT NACH BERUFGSRUPPEN).....	28
3.4.2	ERFOLGSQUOTEN BEI DER ANWENDUNG DER ENDOTRACHEALEN INTUBATION (GETRENNT NACH BERUFGSRUPPEN) IM RDB GIEßEN	29
3.4.3	DIE INZIDENZ DES VERFAHRENSWECHSELS BEIM INITIALEN AWM DURCH NICHT- ÄRZTLICHES RD- PERSONALS NACH ÜBERNAHME DER PATIENTENVERSORGUNG DURCH NOTÄRZTE IM RDB GIEßEN.....	30
4	DISKUSSION.....	32
4.1	EPIDEMIOLOGIE DES AWM IM RDB GIEßEN.....	32
4.1.1	INZIDENZ DER INDIKATION ZUM ATEMWEGSMANAGEMENT	32
4.1.2	BIOMETRIE DER NOTFALLPATIENTEN AUS DEM RDB GIEßEN MIT INDIKATION ZUM AWM.....	33
4.2	KENNZAHLEN ZUM AWM IM RDB GIEßEN	35
4.2.1	INZIDENZ DES EIGENSTÄNDIGEN AWM DURCH NICHT- ÄRZTLICHES RDP.....	35
4.2.2	INZIDENZ DER INDIKATIONEN ZUM AWM IM RD	35
4.2.3	INZIDENZ DER PROBLEMLLOSEN INSERTION DES ENDOTRACHEALTUBUS IM RDB GIEßEN.....	35
4.2.4	INZIDENZ VON KOMPLIKATIONEN BEI DEM AWM IM RDB GIEßEN.....	36

4.3	MATERIAL, TECHNIKEN UND MEDIKATION BEI NOTFALLEINSÄTZEN MIT INDIKATION ZUM AWM IM RDB GIEßEN	36
4.3.1	ATEMWEGSSICHERUNG.....	36
4.3.2	MEDIKATION BEI NOTFALLEINSÄTZEN MIT INDIKATION ZUM AWM.....	37
4.3.3	LAGEKONTROLLE DER ATEMWEGSHILFEN NACH ERWEITERTEM AWM IM RD	37
4.4	WELCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN LASSEN DIE ERGEBNISSE DER VORLIEGENDEN STUDIE HINSICHTLICH DER FESTLEGUNG DER LERNZIELE (EVM) DES NICHT- ÄRZTLICHEN RDP IM RDB GIEßEN ZU?	37
4.5	LIMITATIONEN DER VORLIEGENDEN ERHEBUNG	40
4.6	FAZIT.....	40
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	41
6	SUMMARY	42
7	ANHANG	43
7.1	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	43
7.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	46
7.3	GRAFIKVERZEICHNIS	47
7.4	TABELLENVERZEICHNIS	49
7.5	LITERATURVERZEICHNIS	50
7.6	DANKSAGUNG	55
7.7	LEBENS LAUF	56

1 Einleitung

1.1 Die Bedeutung des präklinischen Atemwegsmanagements im Rettungsdienst

Die in dieser Dissertation verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich immer gleichermaßen auf weibliche und männliche Personen. Auf eine Doppelnennung und gegenderte Bezeichnungen wird zugunsten einer besseren Lesbarkeit verzichtet.

Ohne Zweifel gehört ein effektives Atemwegsmanagement (AWM) zur Sicherung eines offenen Atemwegs bei der Behandlung von Notfallpatienten zu den entscheidenden Aufgaben des Rettungsdienstfachpersonals. Muss ein Atemweg bei Notfallpatienten gesichert werden, dann beeinflusst die Effektivität des AWM aufgrund der zeitkritischen Bedingungen maßgeblich das Outcome. Von daher wundert es nicht, dass das AWM einen zentralen Stellenwert innerhalb der modernen algorithmenbasierten Behandlungsleitlinien für verschiedene Notfallszenarien genießt [1;2]. Die besonderen Bedingungen in der präklinischen Notfallmedizin erschweren jedoch das Atemwegsmanagement von Notfallpatienten deutlich [3]: Zusätzlich zu den auch in der Klinik vorhandenen patientenbezogenen Risikofaktoren (z.B. reduzierte funktionale Residualkapazität des Notfallpatienten) erschweren am Einsatzort kaum beeinflussbare situations- und/ oder umfeldbedingte Umstände (z.B. ein schwer zugänglicher eingeklemmter Patient nach Verkehrsunfall) das AWM [4]. Es bestehen aber auch beeinflussbare Risikofaktoren des präklinischen AWM, wobei in diesem Zusammenhang in erster Linie der Ausbildungsstand des Rettungsdienstfachpersonals zu nennen ist [5]. Aus Studien zur Anwendungssicherheit verschiedener Hilfsmittel zum erweiterten AWM ist bekannt, dass diese mit dem Training und der Routine steigt [6]. Dabei zeigen die vorhandenen Daten, dass man bei der Anwendung von Maßnahmen zum erweiterten AWM von einem exponentiellen Verlauf der Lernkurve ausgehen muss, so dass zum Erreichen von adäquaten Erfolgsquoten, welche an sich bereits schwer zu definieren sein dürften, ein erheblicher Ausbildungsaufwand betrieben werden muss [7;8]. Da die Indikation zum (erweiterten) AWM im Rettungsdienst (RD) zu selten vorliegt, um die Ausbildung oder lediglich den Routineerhalt im Regelbetrieb zu ermöglichen [3], und da bei der Organisation der Aufgaben des Rettungsdienstes das Gebot der Wirtschaftlichkeit gilt (z.B. §1 Hessisches Rettungsdienst Gesetz (HRDG)), stehen die im föderal strukturierten deutschen Rettungsdienst für das Qualitätsmanagement und die

Konzeption von Behandlungspfaden für das nicht- ärztliche RD- Fachpersonal Verantwortlichen, in der Regel die ärztlichen Leiter/ -innen RD (ÄLRD), vor einer großen Herausforderung: Es müssen für die jeweils lokalen Anforderungen des eigenen RD-Bereichs medizinisch sinnvolle und wirtschaftlich vertretbare Vorgaben und Konzepte für eine seltene und ausbildungsintensive, aber im Bedarfsfall auch zeitkritische und alternativlos überlebenssichernde Maßnahme konzipiert werden. Stellen sich die Verantwortlichen dieser schwierigen Aufgabe, offenbart sich ihnen ein weiteres Dilemma: Die Organisation des deutschen Rettungsdienstes ist im internationalen Vergleich aufgrund der im System fest integrierten arztbesetzten Rettungsmittel einzigartig, so dass insbesondere für die Maßnahmen mit sehr geringer Inzidenz, wie das AWM, kaum auf eine belastbare Datenlage zurückzugreifen ist. Deshalb wurde für das Qualitätsmanagement im Rettungsdienstbereich (RDB) Gießen die im Folgenden vorgestellte Erhebung initiiert, welche die Epidemiologie, die Wahl der angewendeten Techniken, die dazugehörigen medizinischen Strategien und die Effizienz der präklinischen Atemwegssicherung für die jeweils am RD beteiligten Berufsgruppen des RDB Gießen von 2010- 2016 näher untersucht.

1.2 Fragestellungen

Mit der vorliegenden Erhebung sollen folgende Fragen zu den Themen Epidemiologie, Techniken/ Medikation und Erfolg beantwortet werden:

1.2.1 Epidemiologie (deskriptiv)

- Wie hoch ist die Inzidenz der Indikation zur Atemwegssicherung bei Notfalleinsätzen?
- Welche biometrischen Daten liegen bei Notfallpatienten mit der Indikation zum AWM vor (Alter, Geschlecht, Grunderkrankungen, Krankheitsschwere (gemäß der Klassifikation der American Society of Anesthesiologists (ASA))?
- Welche Indikationen lagen zu dem AWM vor?

- Wie häufig und über welchen Zeitraum muss das nicht- ärztliche RD- Personal selbstständig Atemwege vor Eintreffen des Notarztes (NA) sichern?

1.2.2 Techniken und Medikation

- Welche Hilfsmittel zum AWM werden (getrennt nach Berufsgruppen) eingesetzt?
- Welche medikamentöse Strategie wird zum AWM verfolgt?
- Wie hoch ist die Adhärenz beim Einsatz der Kapnographie?

1.2.3 Effizienz und Outcome

- Welche Komplikationen treten beim AWM auf (getrennt nach Berufsgruppen)?
- Wie hoch ist die Erfolgsquote bei der Anwendung der jeweiligen Atemwegshilfen (getrennt nach Berufsgruppen)?
- Wie hoch ist die Letalität von Notfallpatienten mit der Indikation zum AWM in der Präklinik?

2 Material und Methoden

2.1 Rettungsdienstbereich Gießen

2.1.1 Die Struktur des Rettungsdienstbereiches Gießen (Stand 31.12.2016)

Der Rettungsdienstbereich (RDB) Gießen umfasst den Landkreis Gießen. Er hat eine vorwiegend ländliche Struktur, umfasst aber auch einzelne Ballungsräume bzw. Städte, wie Gießen, Grünberg, Reiskirchen, Lich und weitere.

Der RDB Gießen hat eine Gesamteinwohnerzahl von 265699. Die Fläche umfasst 854,64 km². Der RDB Gießen weist zehn Städte und acht Gemeinden auf.

Zur präklinischen Versorgung der Bevölkerung des RDB Gießen stehen in dreizehn Rettungswachen und fünf Notarztstandorten folgende Rettungsmittel zur Verfügung: drei Notarzteinsatzfahrzeuge (NEF), ein Intensivtransportwagen (ITW), ein Rettungshubschrauber (RTH) und 20 Rettungswagen (KTW Typ C), sowie sechs Krankentransportfahrzeuge (KTW Typ B). Diese leisten unter der Koordination der zentralen Leitstelle Gießen jährlich über 44.000 Einsätze. Die Leistungserbringer im Rettungsdienst sind das Deutsche Rote Kreuz (DRK)- Rettungsdienst Mittelhessen (gGmbH) und die Johanniter- Unfall- Hilfe (JUH), e.V. Regionalverband Mittelhessen. Angrenzende Rettungsdienstbereiche sind der Lahn- Dill- Kreis, der Wetteraukreis, der Vogelsbergkreis und der Landkreis Marburg- Biedenkopf.

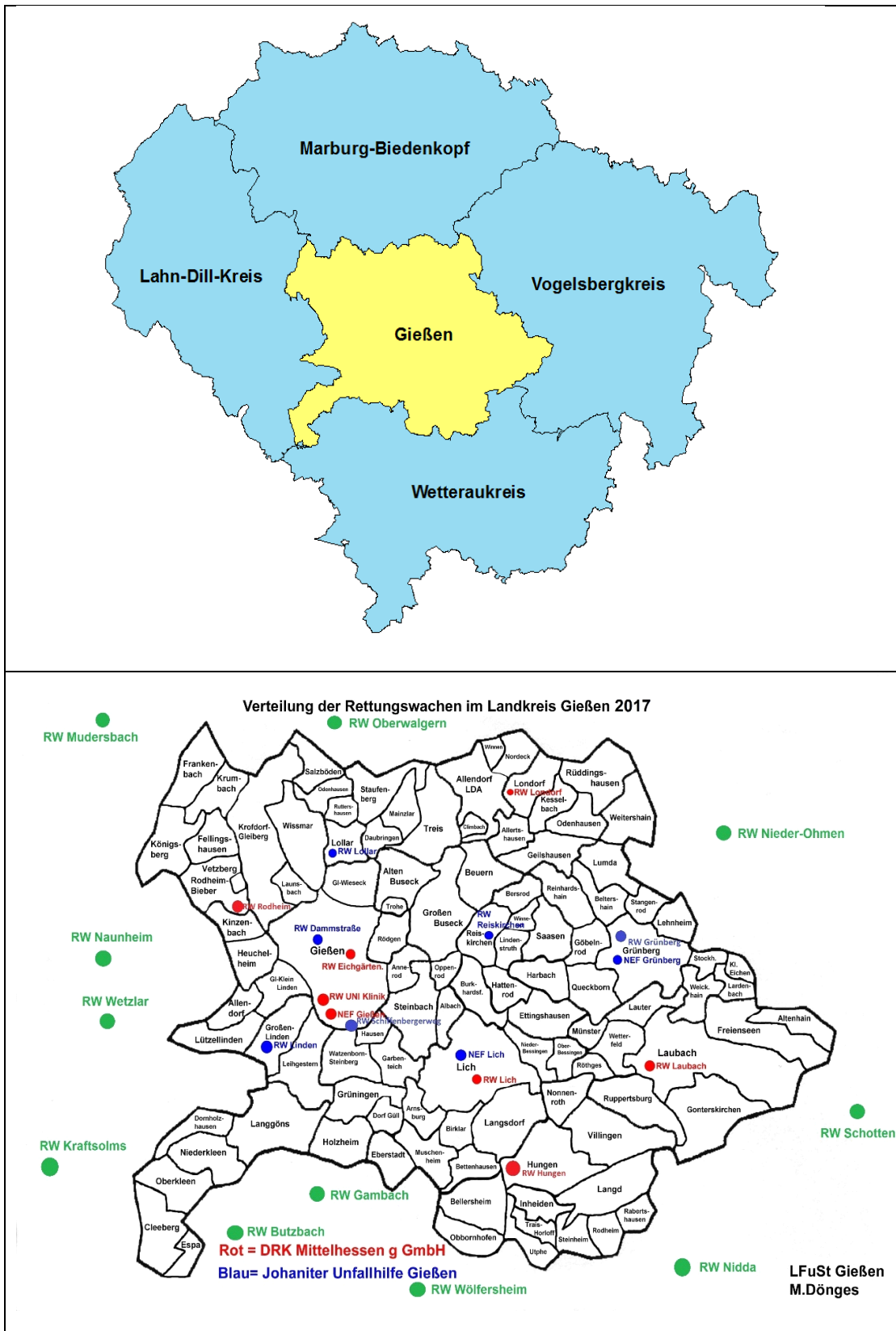


Abbildung 1: Übersicht Landkreis Giessen (oben) und Rettungsdienstbereich Giessen incl. der Rettungswachenstandorte (unten).
Freundlich überlassen von M. Dönges (Leitfunkstelle Giessen)

2.1.2 Ausbildungsstand des Rettungsdienstpersonals im Rettungsdienstbereich Gießen

Nicht- ärztliches Rettungsdienstpersonal Beispiel Notfallsanitäter (NFS):

Die Erlaubnis zum Führen der Berufsbezeichnung „Notfallsanitäter“ erhält man nach erfolgreicher Absolvierung einer dreijährigen Berufsausbildung nach dem Gesetz über den Beruf der Notfallsanitäterin und des Notfallsanitäters („Notfallsanitätergesetz“ (NotSanG) [9]). Die Berufsausbildung umfasst theoretischen und praktischen Unterricht an staatlich anerkannten Schulen, sowie eine praktische Ausbildung an genehmigten Lehrrettungswachen und geeigneten Krankenhäusern. Sie schließt mit einer staatlichen Prüfung ab.

Notärztin/ Notarzt:

Um in Hessen die Zusatzbezeichnung Notfallmedizin zu führen und als Notarzt tätig sein zu können, müssen Ärzte eine 24- monatige Weiterbildung in einem Gebiet der stationären Patientenversorgung neben einer Weiterbildung von sechs Monaten in den Bereichen Intensivmedizin, Anästhesiologie, oder in der Notfallaufnahme nachweisen. Zudem muss ein 80- stündiger Weiterbildungskurs zur allgemeinen und speziellen Notfallbehandlung, sowie 50 Einsätze auf dem Notarzteinsatzfahrzeug, oder Rettungshubschrauber unter Anleitung eines verantwortlichen Notarztes absolviert werden.

2.1.3 Vorhaltung von Atemwegshilfen im Rettungsdienstbereich Gießen

Nachfolgend werden die zur Sicherung der Atemwege im RDB Gießen benutzten Hilfsmittel dargestellt.

2.1.3.1 Hilfsmittel zum elementaren Atemwegsmanagement

Beatmungsbeutel

Der Beatmungsbeutel wurde 1956 von der Firma Ambu® und dem Anästhesisten Henning Ruben entwickelt (s. Abb. 2; <https://www.ambu.de/unternehmen/unsere-geschichte>). Er wird zur Beutel- Masken- Beatmung, oder zur manuellen Beatmung bei endotracheal intubierten Patienten eingesetzt.



Abbildung 2: Beatmungsbeutel mit Maske

Oropharyngeal-, bzw. Guedeltubus

Der Guedel- Tubus wurde 1933 von dem amerikanischen Anästhesisten Arthur Guedel entwickelt (<https://www.thieme.de/de/aerzte-in-weiterbildung/sicherung-der-atemwege-49181.htm>). Als Oropharyngealtubus dient er zum Offenhalten der oberen Atemwege.



Abbildung 3: Guedeltubus

2.1.3.2 Hilfsmittel zum erweiterten Atemwegsmanagement

Larynxmaske

Im Rettungsdienstbereich Gießen wird eine Larynxmaske der 2. Generation (LMA®-Supreme, Fa. Teleflex, Irland) zur supraglottischen Atemwegssicherung eingesetzt. Larynxmasken der 2. Generation besitzen zusätzlich zum Ventilationskanal einen Drainagekanal zur Entlastung des Gastrointestinaltraktes. Über diesen Drainagekanal sollte zur Verbesserung des Aspirationsschutzes bzw. zur Lagekontrolle [10] eine Magensonde eingelegt werden.



Abbildung 4: Larynxmaske LMA Supreme mit zusätzlichem Absaugkanal

Endotrachealtubus

Der Endotrachealtubus (ET) gilt als Goldstandard der Atemwegssicherung (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-18701-8_30). Eingeführt in den 1950er Jahren wird er fortwährend in zahlreichen Varianten zur AWS eingesetzt. Die Abbildung 5 zeigt einen Magilltubus, wie er im RD in Gießen Verwendung findet.

Konventionelles Laryngoskop

Das Intubationslaryngoskop wird zur endotrachealen Intubation eingesetzt. Es kommen verschiedene Spatelformen zur Verwendung. Die Abbildung 6 zeigt den vorwiegend verwendeten Macintosh- Spatel (nach Robert Macintosh), wie er auch im RD Gießen

eingesetzt wird. Seltener und insbesondere bei der Atemwegssicherung von Kindern wird der gerade Miller- Spatel eingesetzt.

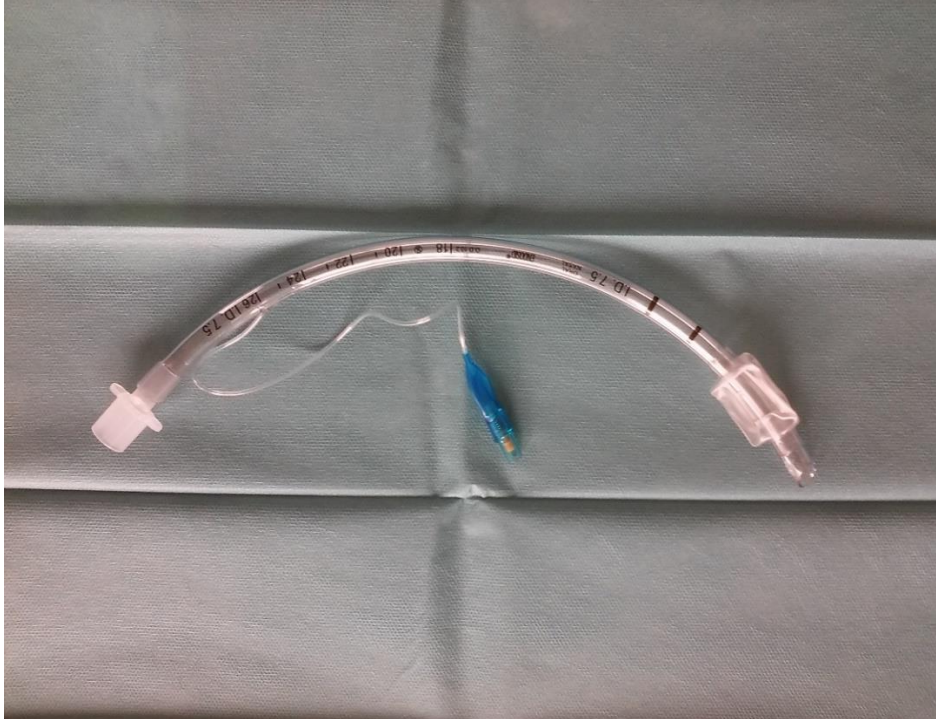


Abbildung 5: Magill Endotrachealtubus



Abbildung 6: Laryngoskop mit Macintoshspatel

Videolaryngoskope

Videolaryngoskope sind in verschiedenen Ausführungen verfügbar. Ein Kamerachip an der Spitze der unterschiedlich geformten Spatel erlaubt die indirekte Laryngoskopie, bei der das Bild des Atemwegs auf Monitoreinheiten, welche je nach Hersteller unterschiedlich positioniert sind, dargestellt wird. Einige Systeme erlauben aufgrund ihrer Spatelform zudem die sogenannte direkte Laryngoskopie wie bei konventionellen Laryngoskopen. Videolaryngoskope bieten eine bessere indirekte Sicht auf die Glottis (Abbildungswinkel, Spatelform), als konventionelle Laryngoskope und erlauben eine endotracheale Intubation ohne ausgeprägte Reklination und somit einer geringeren Achsabweichung der Halswirbelsäule (bei erschwerten Intubationen (z.B. bei Halswirbelsäulentrauma)) [11].



Abbildung 7: Glidescope (Glidescope®, Fa Verathon, USA)

2.1.4 Vorgaben zum AWM im Rettungsdienstbereich Gießen

Im RDB Gießen werden für das nichtärztliche Rettungsdienstpersonal „Erweiterte Versorgungsmaßnahmen (EVM)“ als quasi vorweggenommene Delegation durch den ÄLRD vorgegeben. Die für das Atemwegsmanagement geltenden Vorgaben sind in Abbildung 8 dargestellt.

Die Notärzte orientieren sich an den gängigen Leitlinien zum präklinischen AWM [4;12;13].

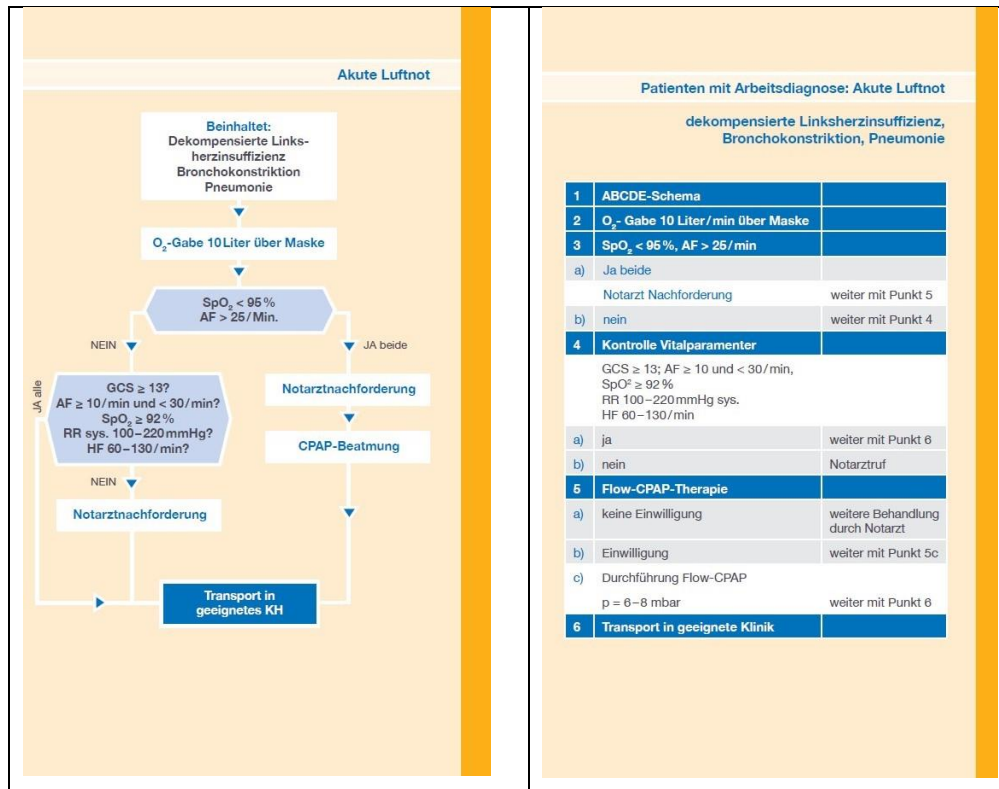


Abbildung 8: Algorithmus „Akute Luftnot“ aus dem Katalog der „Erweiterten Versorgungsmaßnahmen (EVM)“ des Rettungsdienstbereichs Mittelhessen

2.1.5 Studienparameter

Die vorliegende Erhebung orientiert sich an den Empfehlungen von Lossius et al für präklinische Atemwegsmanagementstudien [14;15].

Als AWM- assoziierte System- und Kernvariablen wurden die Qualifikation des Anwenders, die Hilfsmittel zum AWM, Medikamente zum AWM, Transportmittel, Erkrankungsschwere (ASA- Klassifikation), Alter, Geschlecht, Notfallart, AWM Indikation, Atemfrequenz, systolischer Blutdruck (RR), Herzfrequenz, Glasgow Coma Scale (GCS) und die Sauerstoffsättigung erfasst. Die jeweiligen Parameter und die dazu erfassten Codes werden nachfolgend dargestellt.

Als Kernvariablen nach AWM wurden die Beatmungsart, RR nach AWM, Sauerstoffsättigung (Sp- O₂) nach AWM, Einsatz der Kapnographie nach AWM, RR bei

Eintreffen im Krankenhaus (KH), Herzfrequenz (HF) nach AWM, Sp- O2 bei Eintreffen im KH, Einsatz der Kapnographie bei Eintreffen im KH, Überleben, die Anzahl der Versuche der Atemwegssicherung im Rahmen des AWM, Komplikationen beim AWM, Intubations-/ Insertionserfolg der eingesetzten Atemwegshilfen und die final eingesetzten Methoden der Atemwegssicherung erfasst. Die jeweiligen Parameter und die dazu erfassten Codes werden nachfolgend dargestellt.

Als allgemeine Systemvariablen wurde die Bevölkerungszahl, die Größe des RDB, die Struktur des RDB (Stadt/ Land) und die Überprüfung des Intubationserfolges, sowie der Einsatzzeiten erfasst.

AWM assoziierte Systemvariablen und Kernvariablen

Parameter	Codes
Qualifikation des Anwenders	1 = Notarzt (NA), 2 = Notfallsanitäter (NFS)
Hilfsmittel beim AWM	1 = Beatmungsmaske 2 = Guedeltubus 3 = Larynxmaske (LAMA) 4 = Combi/ Larynxtubus 5 = Wendltubus 6 = Endotrachealtubus (ETT) oral 7 = ETT nasal 8 = Koniotomie 9 = Glidescope® 10 = keine Intervention 11 = unbekannt
Medikamente zum AWM	1 = Hypnotika 2 = Muskelrelaxantien 3 = Opioide 4 = Lokalanästhetika 0 = keine Medikamente

Transportmittel	<p>1 = Rettungshubschrauber (RTH)</p> <p>2 = Intensivtransportwagen (ITW)</p> <p>3 = Notarzteinsetzfahrzeug (NEF)</p> <p>4 = Rettungswagen (RTW)</p> <p>5 = kein Transport</p> <p>6 = nicht bekannt</p>
Vorerkrankungen nach ASA	<p>1 = American Society of Anesthesiologists (ASA) 1</p> <p>2 = ASA > 1</p> <p>3 = nicht bekannt</p>
Alter	in Jahren
Geschlecht	<p>1 = männlich</p> <p>2 = weiblich</p> <p>3 = nicht bekannt</p>
Notfallart	<p>1 = stumpf (inkl. Thermisch und Strangulation)</p> <p>2 = penetrierend (Oberflächenkontinuitätsunterbrechung)</p> <p>3 = kein Trauma</p> <p>4 = nicht bekannt</p>
AWM Indikation	<p>1 = Bewusstseinsstörung (Glasgow- Coma- Scale)</p> <p>2 = Hypoxie</p> <p>3 = Ateminsuffizienz</p> <p>4 = Atemwegsverlegung (bestehend)</p> <p>5 = Atemwegsverlegung (drohend)</p> <p>6 = Agitiertheit</p> <p>7 = Schmerz/ Notfallspez.</p> <p>8 = kardiopulmonale Reanimation (CPR)</p> <p>9 = sonstige</p>
Atemfrequenz (AF)	Atemzüge/ min
Systolischer Blutdruck (RR)	Druck in mm Hg
Herzfrequenz (HR)	Herzschläge/ min
Glasgow Coma Scale (GCS)	3- 15
Sauerstoffsättigung	Sp- O2 in %

Tabelle 1: AWM assoziierte Systemvariablen und Kernvariablen

Kernvariablen nach Durchführung des AWM

Parameter	Werte
Beatmungsart	1 = spontan 2 = kontrolliert 3 = “Assisted Spontaneous Breathing” (ASB)/ “Continuous Positive Airway Pressure” (CPAP) 4 = nicht bekannt
RR nach AWM	Druck in mm Hg
Sauerstoffsättigung nach AWM	Partielle Sauerstoffsättigung (Sp- O ₂) in %
Kapnographie nach AWM	CO ₂ - Partialdruck in mm Hg
RR bei Eintreffen im Krankenhaus (KH)	Druck in mm Hg
Herzfrequenz (HF) nach AWM	Herzschläge/ min
Sp O ₂ KH	partielle Sauerstoffsättigung (Sp- O ₂) in %
Kapnographie KH	CO ₂ - Partialdruck in mm Hg
Überleben	1 = verstorben 2 = lebend 3 = nicht bekannt
Anz. Versuche der Atemwegsicherung im Rahmen des AWM	1 = 1 2 = > 1 (durch 1 Person) 3 = > 1 (durch mehrere Personen) 4 = nicht bekannt
Komplikationen beim AWM	1 = Intubation (ITN) ösophageal 2 = ITN in rechten Hauptbronchus 3 = ITN mit Zahnschaden 4 = Erbrechen/ Aspiration 5 = Hypoxie (Sp- O ₂ <90 %) 6 = Bradykardie (HF < 60/ min) 7 = Blutdruckabfall (RR < 90mm Hg) 8 = sonstige 9 = keine

Kontrolle des Intubations-/ Insertionserfolgs	1 = Auskultation 2 = Colorimetrie 3 = Kapnometrie 4 = Kapnographie 5 = keine
Final eingesetzte Hilfsmittel zum AWM	1 = Gesichtsmaske 2 = GÜdeltubus 3 = Larynxmaske (LAMA) 4 = Combi/ Larynxtubus 5 = Wendltubus 6 = ETT oral 7 = ETT nasal 8 = Koniotomie 9 = Videolaryngoskop 10 = keine Intervention 11 = nicht bekannt

Tabelle 2: Kernvariablen nach Durchführung des AWM

2.1.6 Erläuterung zu der Datenerhebung und den Datenquellen im RDB Gießen

Die Dokumentation der Rettungseinsätze im Landkreis Gießen erfolgt seit 2006 elektronisch mit Hilfe eines Notfallinformationsmanagementsystems (NIS). Zum Einsatz kommt das NIDApad® (medDV GmbH, Fernwald, Deutschland), welches als mobile Touchpad-Lösung die Dokumentation von Einsatz-, Stamm- und Vitaldaten, die Ergebnisse aller Untersuchungen, sowie die Protokollierung durchgeführter Maßnahmen ermöglicht. Grundlage des flexibel anzupassenden Systems ist der Minimale Notfalldatensatz (MIND) der Deutschen Gesellschaft für Interdisziplinäre Intensivmedizin e. V. (DIVI) (Version 1.0 vom 27.2.2017).

Nach dem Abschluss eines Einsatzes können die erhobenen Daten in Form eines Notfallprotokolles ausgedruckt werden. Sie werden anschließend in eine Datenbank des jeweiligen Rettungsdienstleistungserbringers importiert. Dabei werden die Daten in eine MySQL- Datenbank überführt. Der Erfassungszeitraum der vorliegenden Dissertation bezieht sich auf die Jahre 2010- 2016.

Die Datenextraktion aus den anonymisierten Notfallprotokollen erfolgte aus den MySQL- Datenbanken der beiden Rettungsdienstleistungserbringer (JUH Regionalverband Mittelhessen und DRK Mittelhessen) mittels Standard- Query- Language (SQL)- Scripten und dem Open- Source Tool SQL Workbench/ J (Thomas Kellerer, <https://www.sql-workbench.eu/>). Dabei wurden im ersten Schritt alle Notfalleinsätze im Beobachtungszeitraum für jeden Dienstleister separat selektiert. Diese Menge wurde um die Einsätze ohne AWM- Maßnahmen reduziert. Anschließend wurden die vorab definierten „parameters of interest“ (poi) aus den Datenelementen der Einsätze extrahiert und in eine „comma separated values“ (csv)- Form überführt. Zur weiteren Auswertung wurden diese csv- Daten in das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel (Microsoft®, Redmond, USA) importiert. Darin gab es Doppelungen von Einsätzen, bei denen für Patienten, sowohl ein RTW-, als auch ein Notarzt- Protokoll angelegt wurden. Nach Identifizierung und Löschung der Doppelnennungen wurden die Daten der beiden Leistungserbringer fusioniert. Zur Qualitätssicherung wurden Stichproben aus dieser Tabelle gewonnen. Dropouts entstanden hierbei aufgrund fehlender Dokumentation.

Als weitere Datenquelle wurden die anonymisierten Einsatzdaten der Leitstelle Gießen (Zeiten des Funkmeldesystems, Auftragsnummer, Einsatzort, beteiligte Fahrzeuge) als csv- Datei genutzt und mit den vorbereiteten klinischen Einsatzdaten der beiden Leistungserbringer in eine MySQL-Datenbank importiert. Da es keine einheitliche Identifikationsnummer der Einsätze gab- die führende Einsatznummer der Leitstelle wurde nicht automatisiert an die NIDApads® übertragen- geschah die Fusionierung der Daten durch die Kombination zweier Parameter, die mit sehr großer Sicherheit die korrekten Datensätze der Leitstelle und der Rettungsdienstleister identifizierten: Abgleich des Geburtsdatums des Patienten und Zeitpunkt der Intubation (gewonnener Rückschluss des im NIDApad dokumentierten Intubationszeitpunktes im Einsatzzeitraum).

Den kompletten Ablauf der Datenerfassung stellt das nachfolgend aufgeführte Prisma-Flussdiagramm ([www. http://prisma-statement.org](http://prisma-statement.org)) dar.

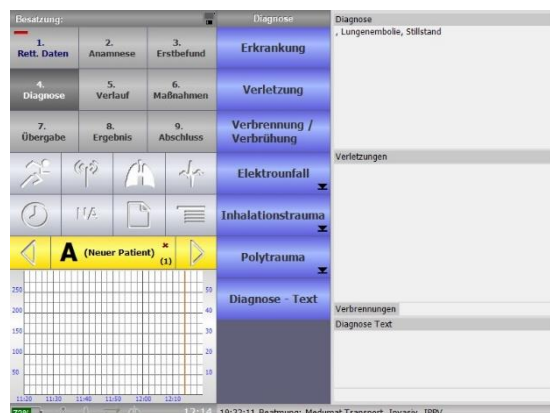
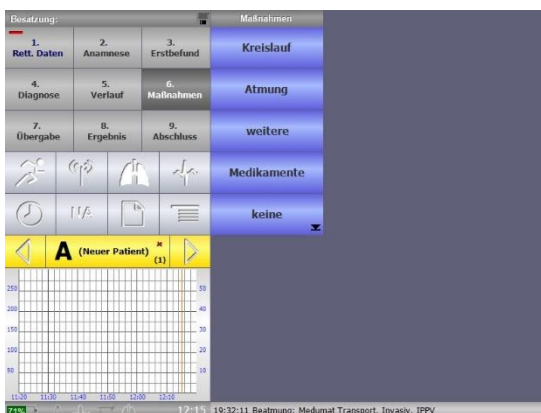
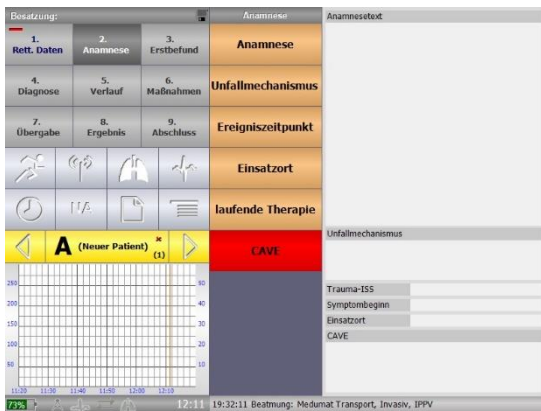


Abbildung 9: NIDApad® (Firma MedDV GmbH Fernwald, Deutschland) zur Erfassung der Einsatzdaten und Benutzeroberfläche

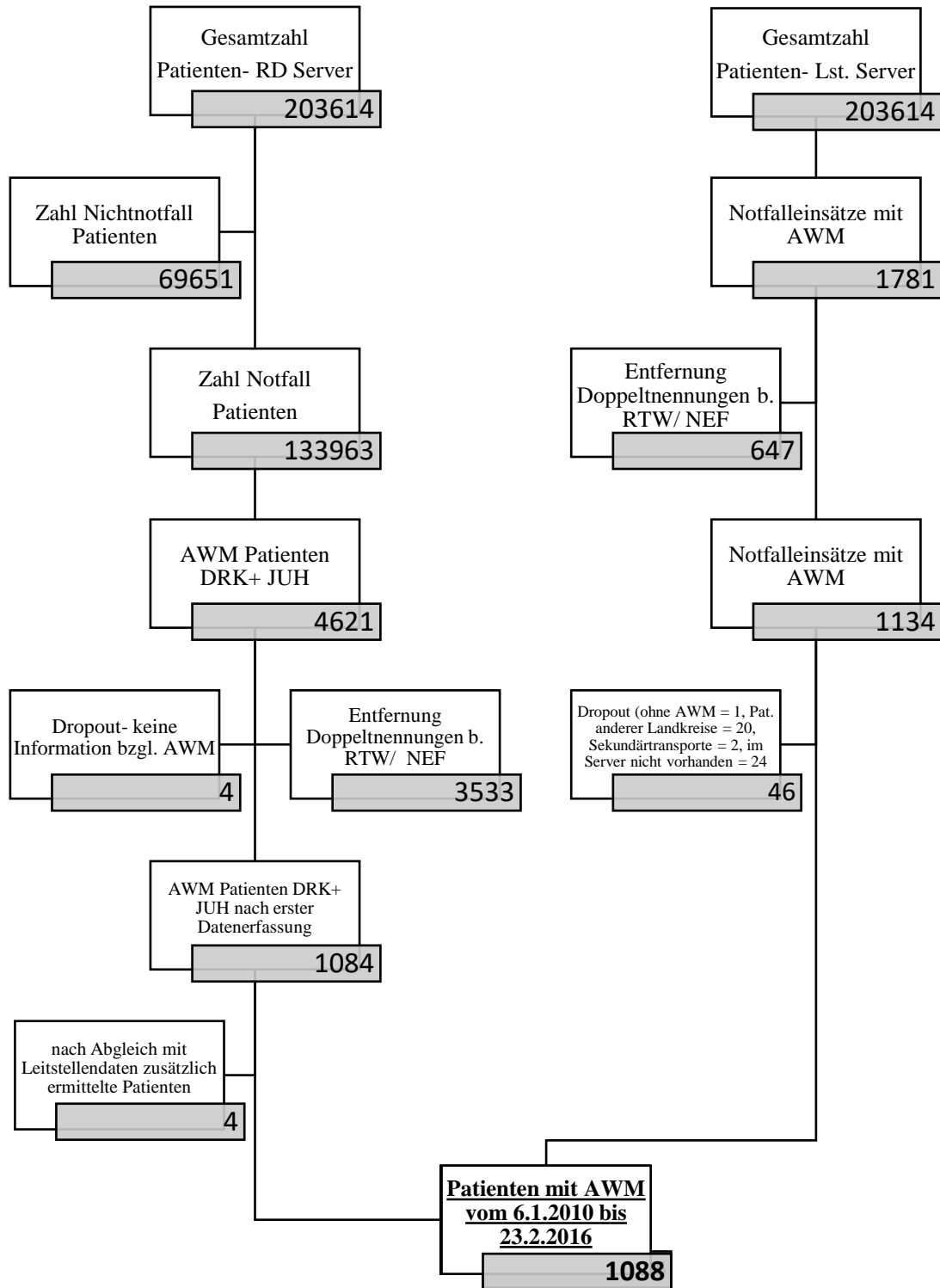


Abbildung 10: PRISMA Flussdiagramm zur Datenerhebung

3 Ergebnisse

3.1 Epidemiologie

3.1.1 Die Inzidenz der Indikation zur Atemwegssicherung im RDB Gießen, die Vorerkrankungen (nach ASA Klassifikation), Geschlecht und Letalität

<u>Inzidenz des AWM</u>	0,5 % aller RD- Einsätze 0,8 % (bezogen auf die RD- Einsätze mit vitaler Indikation)
<u>Geschlecht</u>	Männlich: 61,7 % / 672 Weiblich: 38,3 % / 416
<u>ASA</u>	ASA 1: 5,5 % / 60 ASA \geq 2: 65,5 % / 711 k.A.: 29 % / 317
<u>Letalität</u>	30 % / 326

Tabelle 3: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Inzidenz der Indikation zur Atemwegssicherung, nach Vorerkrankungen (ASA 1 = keine Vorerkrankungen, > ASA 1 = Vorerkrankungen unterschiedlicher Schwere, unbekannt), nach Geschlecht und Sterblichkeit

Tab. 1 stellt die Inzidenz der Indikation zur Atemwegssicherung, die Erkrankungsschwere, das Geschlecht und die Letalität der Notfallpatienten dar.

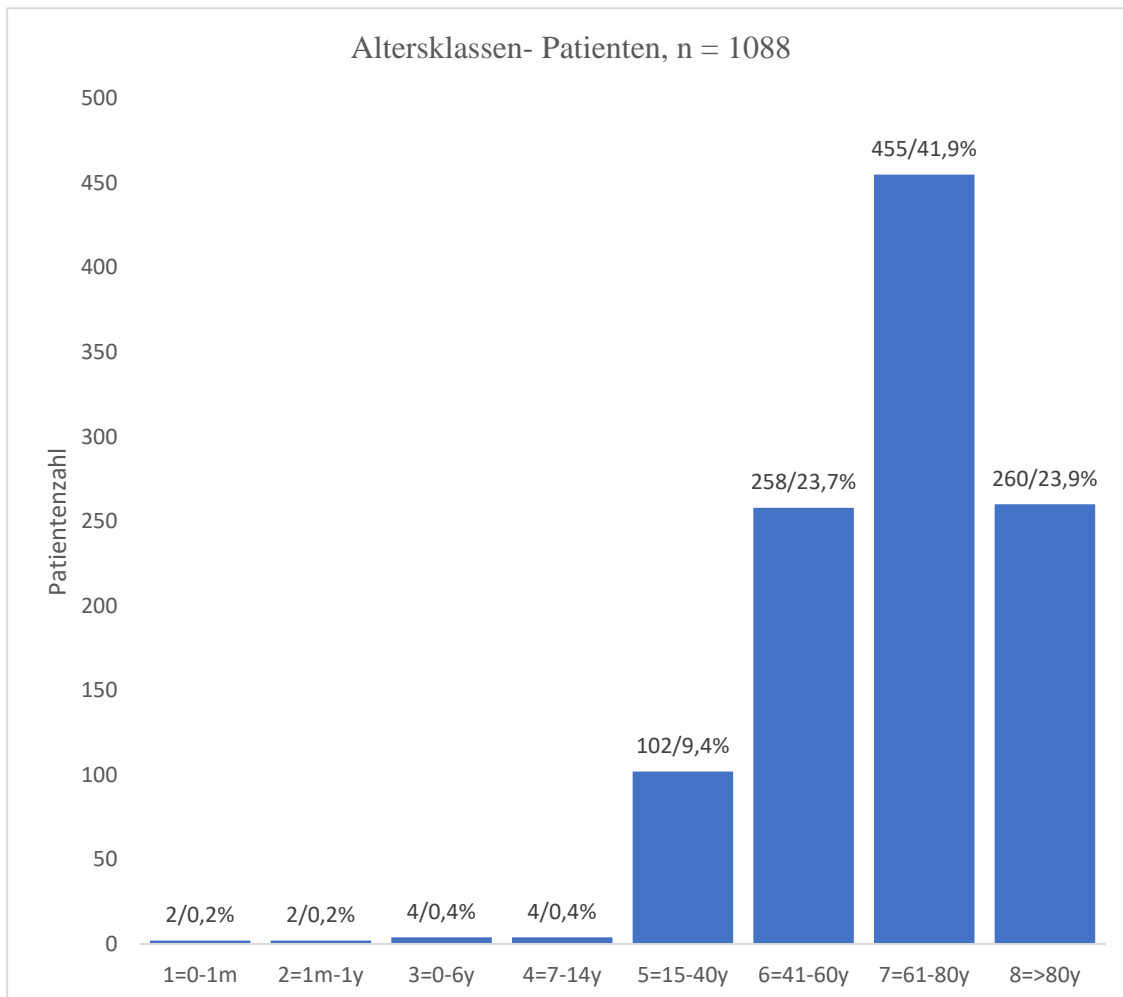
Insgesamt wurden bei der vorliegenden Erhebung 203614 Patienten mit der Indikation zur rettungsdienstlichen Betreuung erfasst. Hiervon wurden 133963 als Notfallpatienten identifiziert (65,3 %). Die Indikation zum AWM lag bei 0,5 % der insgesamt rettungsdienstlich betreuten Patienten und bei 0,8 % der Notfallpatienten vor.

Unter den Notfallpatienten mit Indikation zum AWM befanden sich zu 61,7 % Männer und 38,3 % Frauen.

5,5 % der Patienten mit Indikation zum AWM hatten keine Vorerkrankungen (ASA 1). 65,6 % der Patienten wiesen mindestens eine leichte Grunderkrankung auf (ASA \geq 2). Bei 29 % der betrachteten Fälle waren aufgrund fehlender, bzw. unzureichender Dokumentation keine Klassifizierungen erhebbbar.

30 % der Patienten verstarben vor Eintreffen in der Klinik, zum Teil sogar noch an der Einsatzstelle.

3.1.2 Verteilung der Altersgruppen innerhalb der Notfallpatienten mit Indikation zum AWM

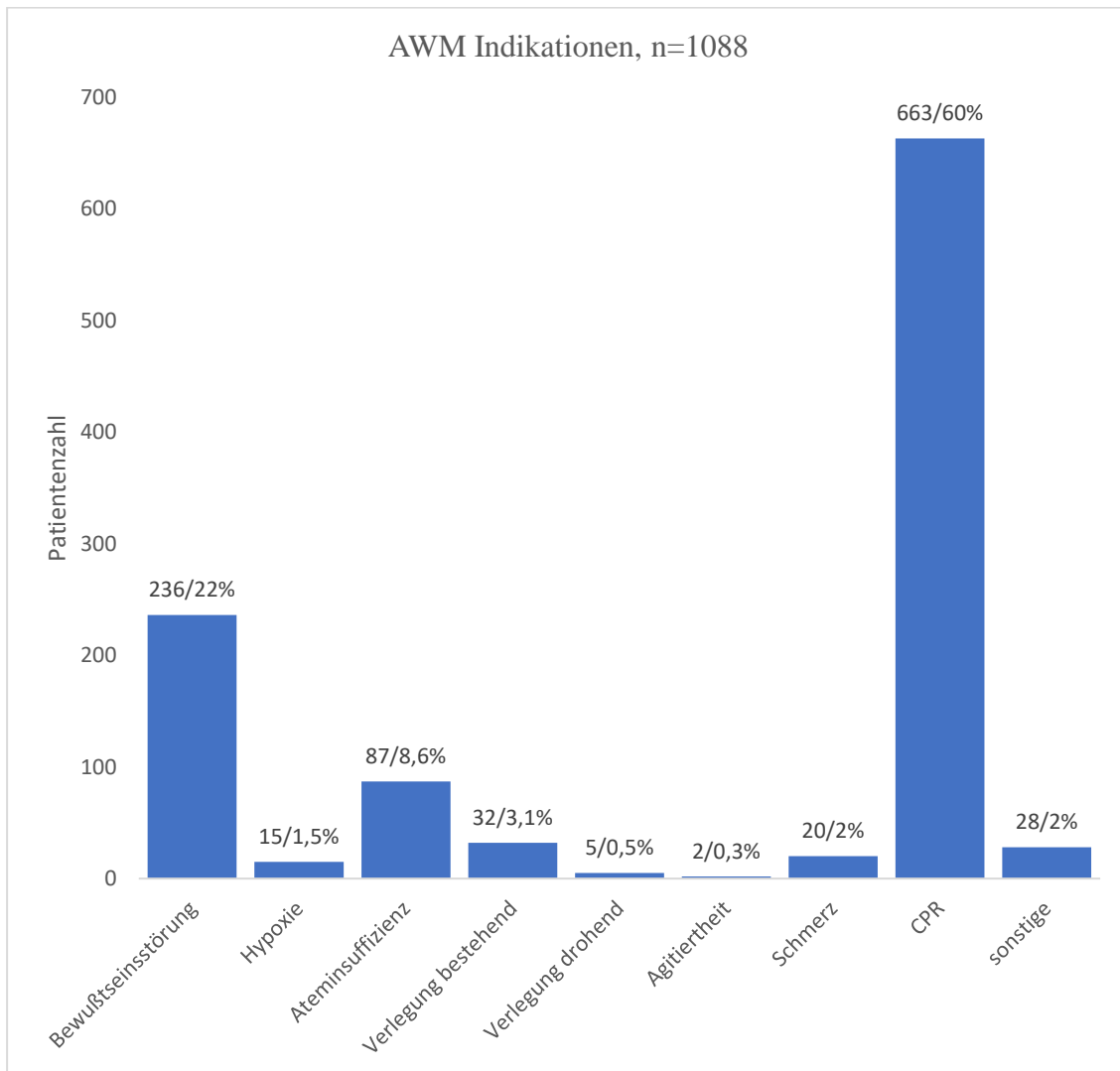


Grafik 1: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach Altersklassen (1 = 0- 1 Monate, 2 = 1 Monat- 1 Jahr, 3 = 1- 6 Jahre, 4 = 7- 14 Jahre, 5 = 15- 40 Jahre, 6 = 41- 60 Jahre, 7 = 60- 80 Jahre, 8 = > 80 Jahre)

Grafik 1 stellt die Inzidenz zur Atemwegssicherung nach Altersklassen dar. Im Untersuchungszeitraum mussten fast 2/ 3 der Atemwegssicherungen bei Patienten im Alter von über 60 Jahren durchgeführt werden (65,8 %). Der Anteil der unter 14- Jährigen betrug 1,2 %.

3.2 Inzidenz des AWM

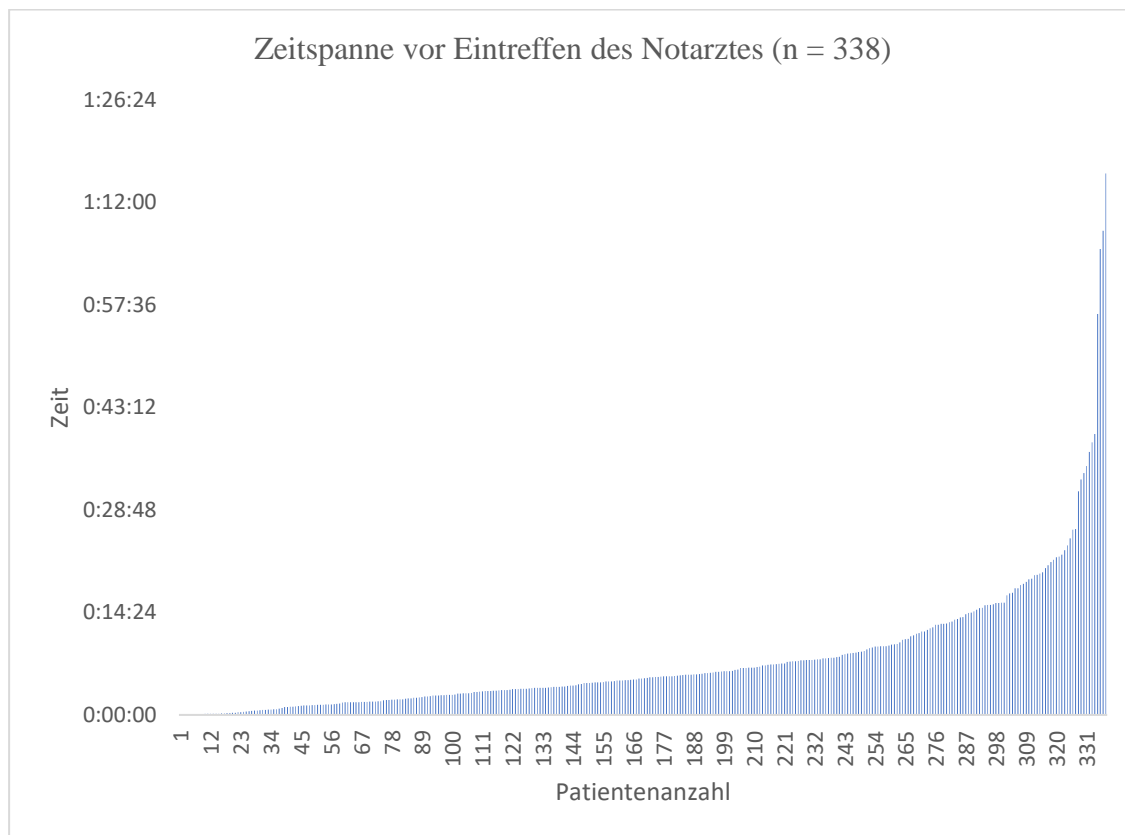
3.2.1 Indikationen für das AWM im RDB Gießen



Grafik 2: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Indikation zum AWM (Bewusstseinsstörung (GCS), Hypoxie, Ateminsuffizienz, Verlegung (bestehend), Verlegung (drohend), Agitiertheit, Schmerz/ notfallspez., CPR, sonstige (Anamnese/ Freitext))

Grafik 2 zeigt die Indikationen für das AWM. Kardiopulmonale Reanimationen stellen die Hauptindikation zum AWM dar (60 %). Weitere häufigere Indikationen waren Vigilanzminderung (22 %), Ateminsuffizienz (8,6 %) und Atemwegsverlegung (3 %). Die verbleibenden Indikationen summieren sich auf 6 %.

3.2.2 Häufigkeit und Dauer der selbstständigen Atemwegssicherung durch das nicht-ärztliche RD- Personal vor Eintreffen des NA

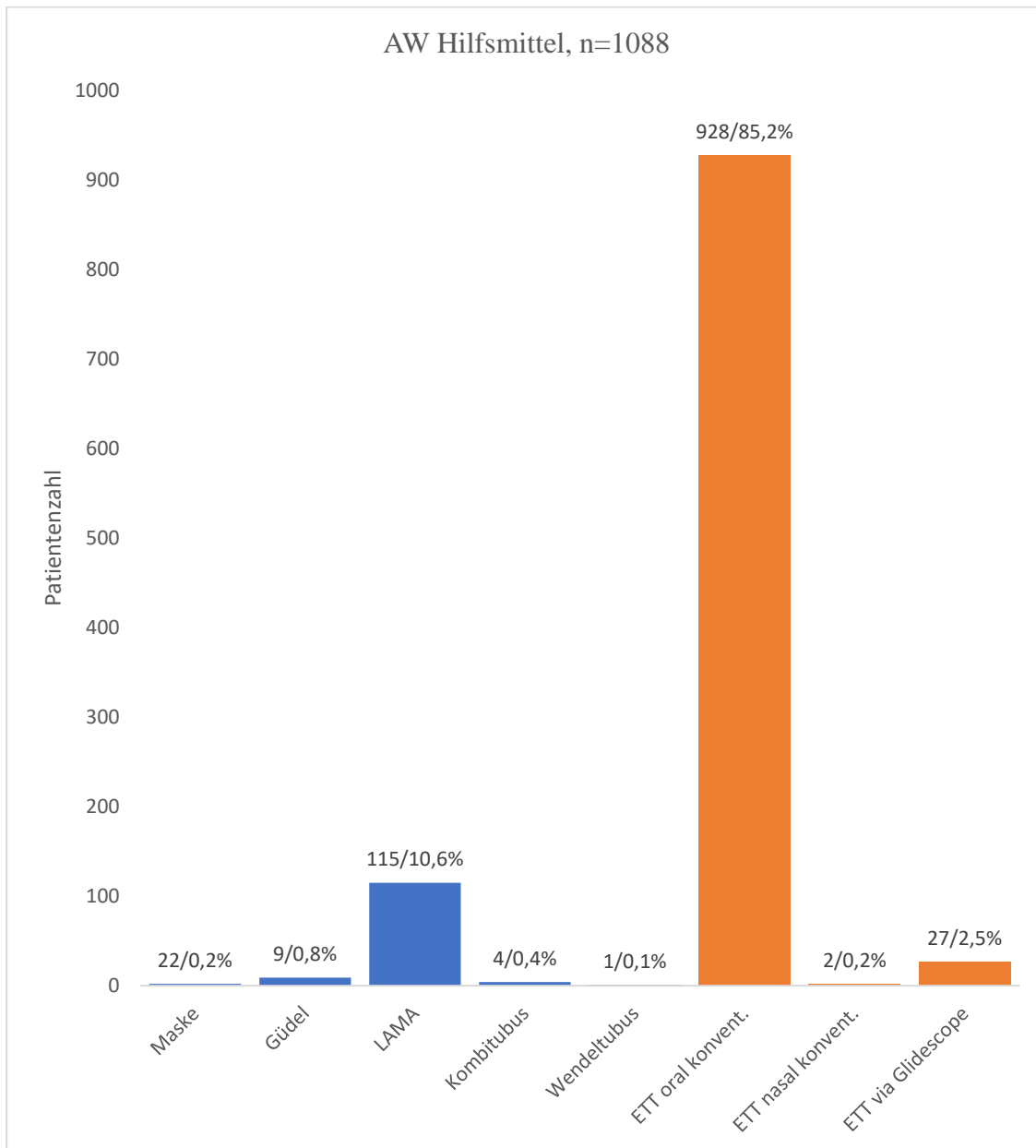


Grafik 3: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach den Zeitspannen der initialen Versorgung der Patienten durch NFS vor Eintreffen d. Notarztes

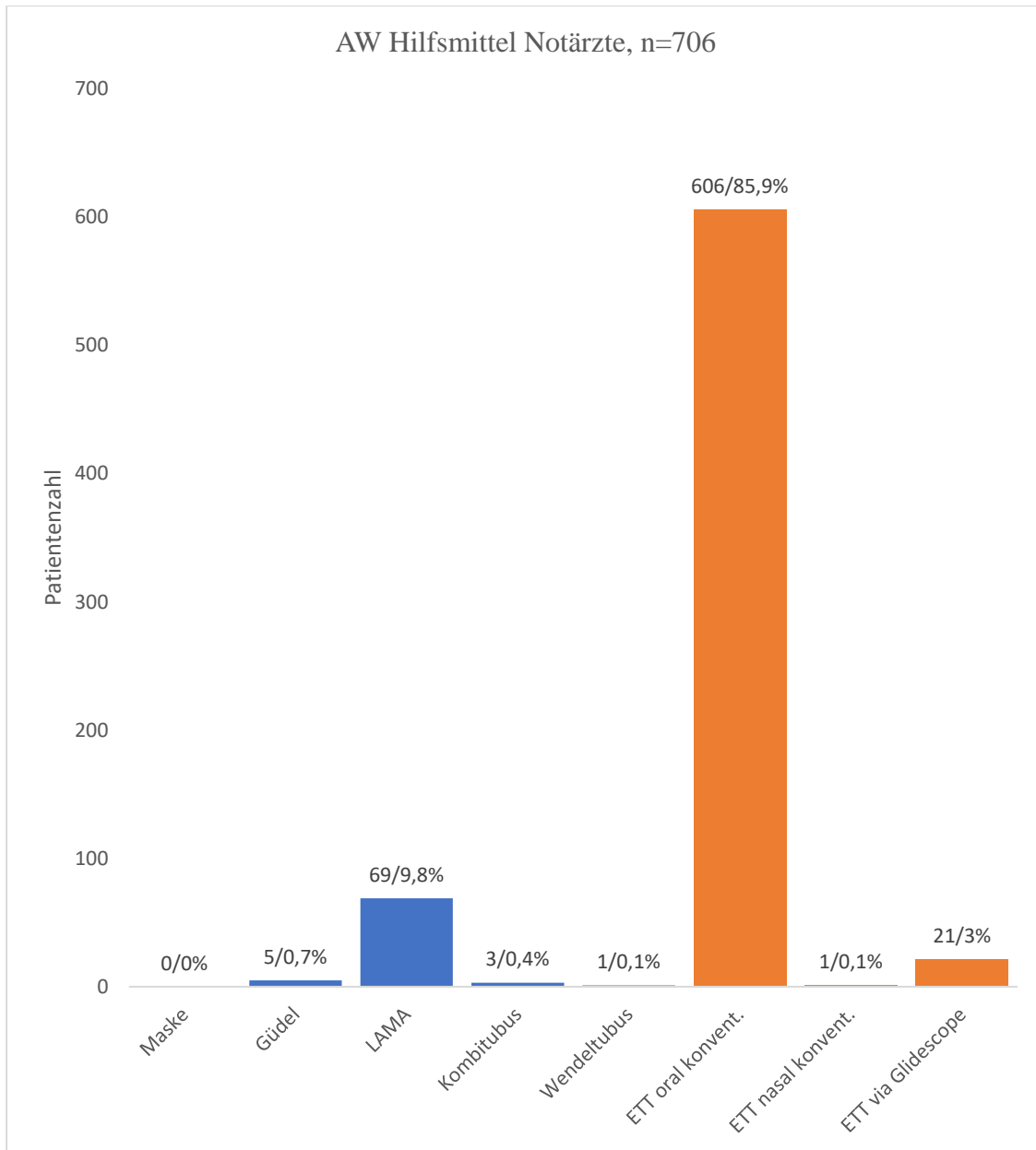
Grafik 3 zeigt die Anzahl der Fälle und die dazugehörige Zeitspanne für Einsätze im Untersuchungszeitraum, bei denen das Notarzteeinsatzfahrzeug bei Patienten mit Indikation zur Atemwegssicherung nach dem RTW am Einsatzort eintraf. Das geschah bei mehr als einem Drittel (35,2%, n = 338) der mit AWM versorgten Patienten (entspricht 0,2 % aller erfassten Notfallpatienten). Das Studiendesign erlaubt jedoch keine exakte Aussage zum Zeitpunkt des Auftretens der AWS Indikation während des Notfalleinsatzes. Deswegen ist keine Aussage zu dem Zeitintervall zwischen Auftreten der Indikation zur AWS und dem Eintreffen des Notarztes ableitbar.

3.3 Techniken und Medikation

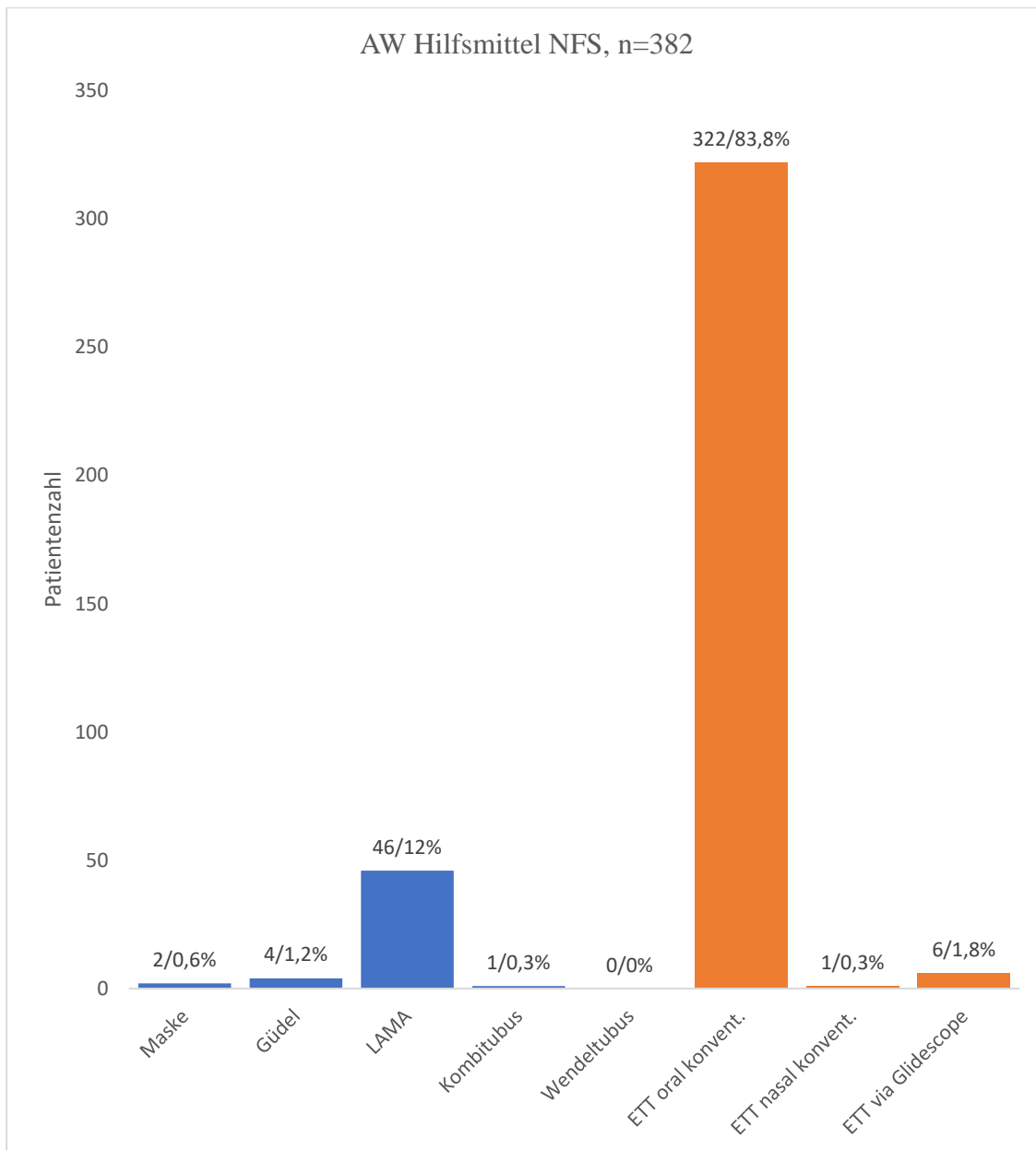
3.3.1 Verwendung der Hilfsmittel zum AWM (getrennt nach Berufsgruppen)



Grafik 4: Darstellung der Notfallpatienten mit Indikation zum AWM im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Versorgung mit AWM Hilfsmitteln (gesamt), orange dargestellt die Gruppe der intubierten Patienten (Beatmungsmaske, Güdeltubus, Larynxmaske (LAMA), Combitubus, Wendeltubus, ETT oral (konventionell), ETT nasal (konventionell), ETT (via Glidescope®))



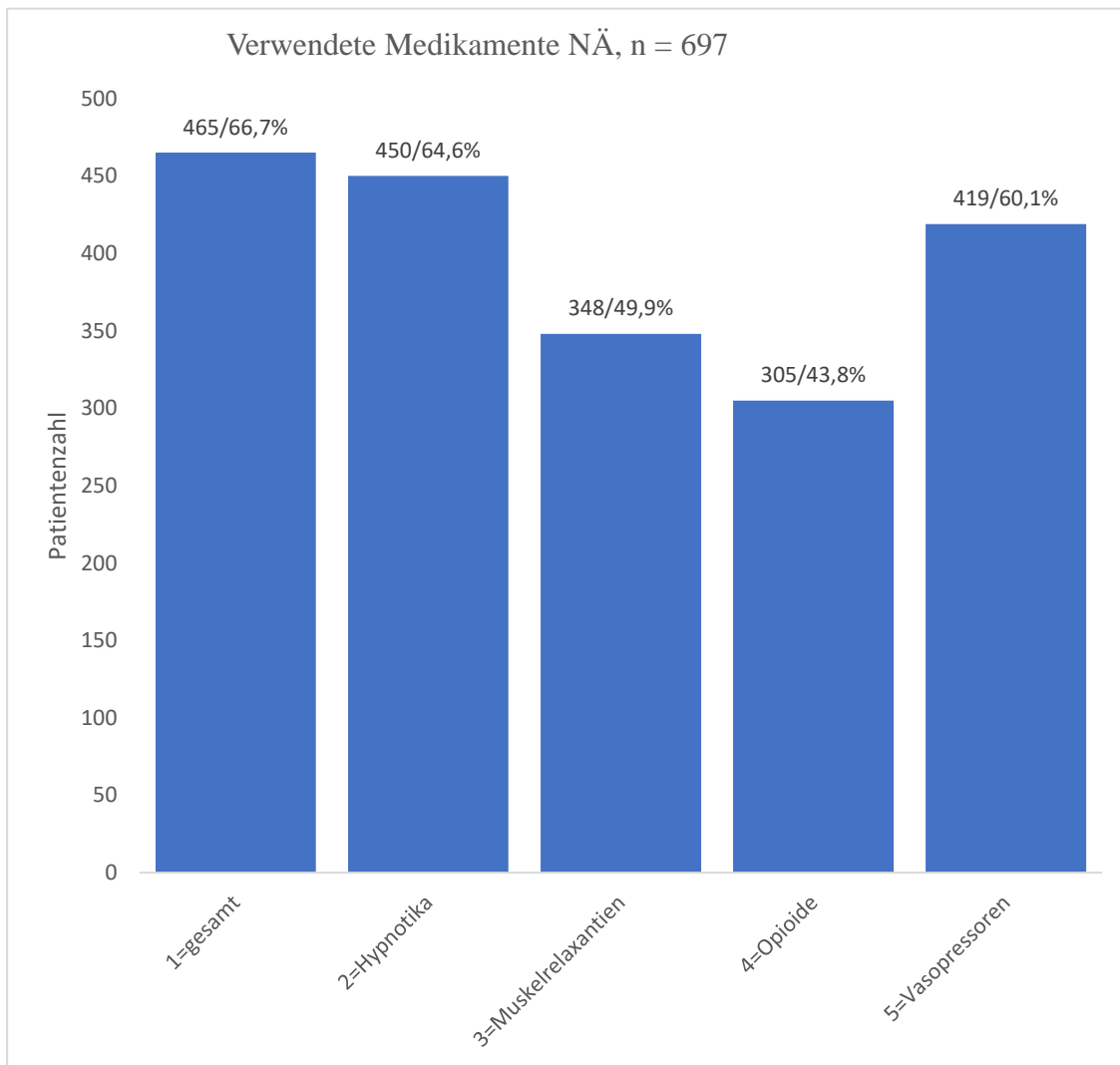
Grafik 5: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Versorgung mit AWM Hilfsmitteln durch Notärzte, orange dargestellt die Gruppe der intubierten Patienten (Beatmungsmaske, Güdeltubus, LAMA, Kombitubus, Wendeltubus, ETT oral (konventionell), ETT nasal (konventionell), ETT (via Glidescope®))



Grafik 6: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Versorgung mit AWM Hilfsmitteln durch Notfallsanitäter, orange dargestellt die Gruppe der intubierten Patienten (Beatmungsmaske, Güdeltubus, LAMA, Kombitubus, Wendeltubus, ETT oral (konventionell), ETT nasal (konventionell), ETT (via Glidescope®))

Die Grafiken 4- 6 zeigen die Verteilung der angewendeten Atemwegshilfen. Insgesamt fanden hauptsächlich Endotrachealtuben in 85,2 % der Fälle Verwendung. Die Verwendung von Larynxmasken zum AWM geschah bei über 10 % der Patienten. Die Verwendung der anderen Hilfsmittel zum AWM fand in ca. 2 % der Fälle statt. Darunter fällt auch die Nutzung der Videolaryngoskopie, die bei 27 Patienten (2,5 %) dokumentiert wurde.

3.3.2 Der Medikamenteneinsatz zum AWM



Grafik 7: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach den zur Durchführung des AWM durch Notärzte verwendeten Medikamenten (1 = Gesamtzahl der mit Medikamenten versorgten Patienten, 2 = mit Hypnotika versorgt, 3 = mit Muskelrelaxantien versorgt, 4 = mit Opioiden versorgt, 5 = mit Vasopressoren versorgt)

Grafik 7 zeigt eine Aufstellung der im Rahmen der notärztlichen Versorgung von Notfallpatienten mit Indikation zum AWM verwendeten Medikamentengruppen. Bei 2/ 3 der betreffenden Patienten wurde die Verwendung von Medikamenten dokumentiert. Es wurden vor allem Hypnotika (64,6 %), Vasopressoren (60,1 %), Muskelrelaxantien (MR) (49,9 %) und Opioide (43,8 %) eingesetzt.

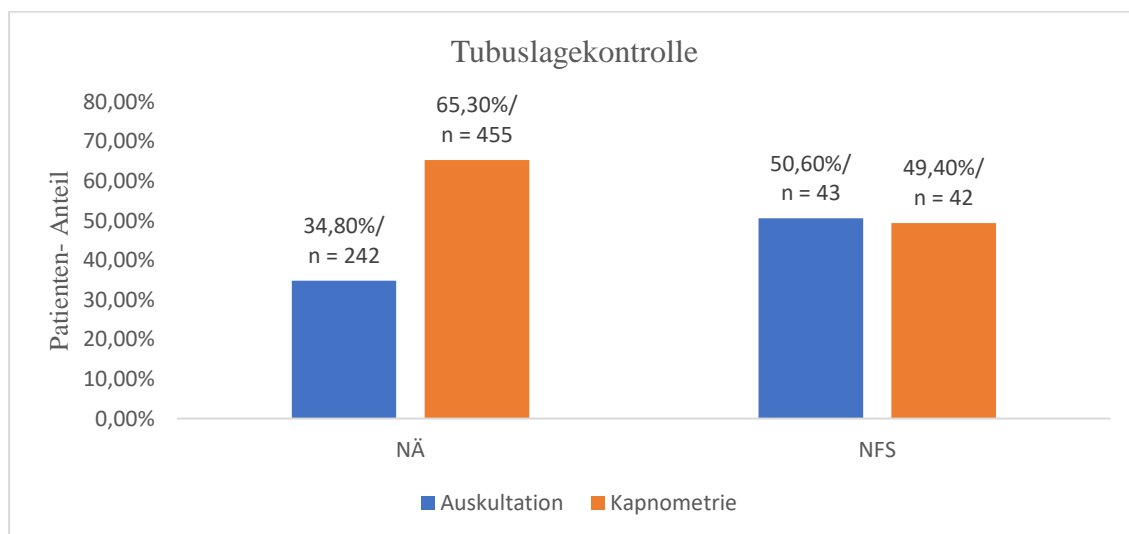
3.3.3 Angewandte Ventilationsarten

Beatmungsarten	Kontrollierte Beatmung (invasiv)	Nicht- invasive Beatmung (CPAP, augmentierte Spontanatmung)	k. A.
Patientenzahl	28,7 %/ 312	1,5 %/ 16	69,8 %/ 751

Tabelle 4: Darstellung der Notfallpatienten mit Indikation zum und nach durchgeführtem AWM im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach Beatmungsarten

Tabelle 2 zeigt die Verteilung der genutzten Beatmungsmodi nach präklinischem Atemwegsmanagement. Bei 69,8 % der Fälle war keine Beatmungsart dokumentiert. Bei den übrigen Patienten wurde vor allem der Modus der kontrollierten Beatmung angewendet (28,7 %). 1,5 % der Patienten wurden nichtinvasiv (NIV) beatmet.

3.3.4 Methoden zur Lagekontrolle nach endotrachealer Intubation



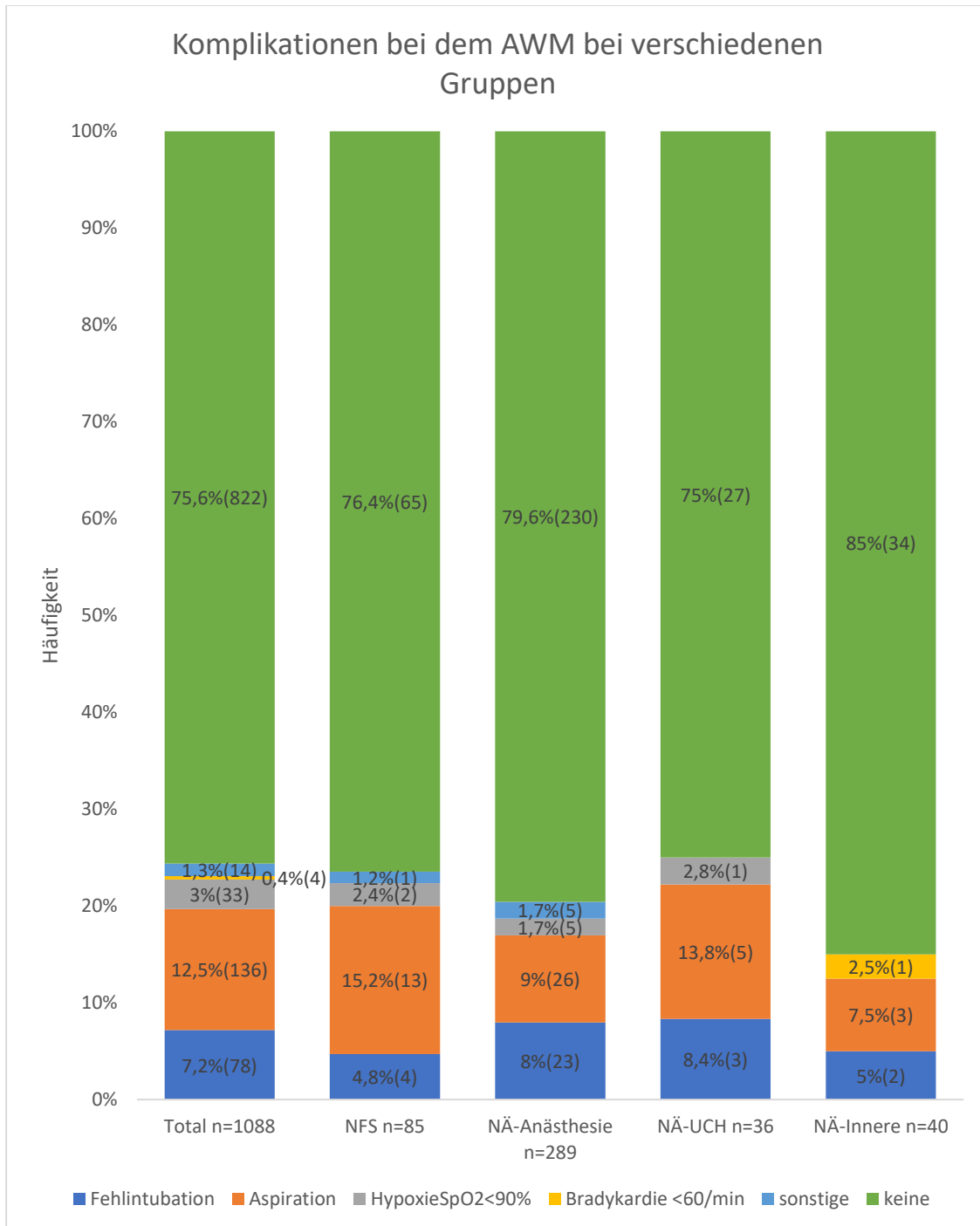
Grafik 8: Darstellung der Notfallpatienten mit Indikation zum AWM im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Verwendung der Kapnographie zur AWM Kontrolle

Grafik 8 stellt die Methoden zur Lagekontrolle des Endotrachealtubus nach durchgeführter endotrachealer Intubation durch Notärzte (NÄ) und Notfallsanitäter (NFS) dar. Der Einsatz der Kapnographie wurde von Notärzten häufiger dokumentiert,

als von Notfallsanitätern (65,3 % vs. 49,4 %). Die Auskultation wurde durch die NFS in 49,4 % der Fälle (42 Pat.) und durch NÄ in 34,7 % der Fälle (242 Pat.) dokumentiert.

3.4 Effizienz des AWM im RDB Gießen

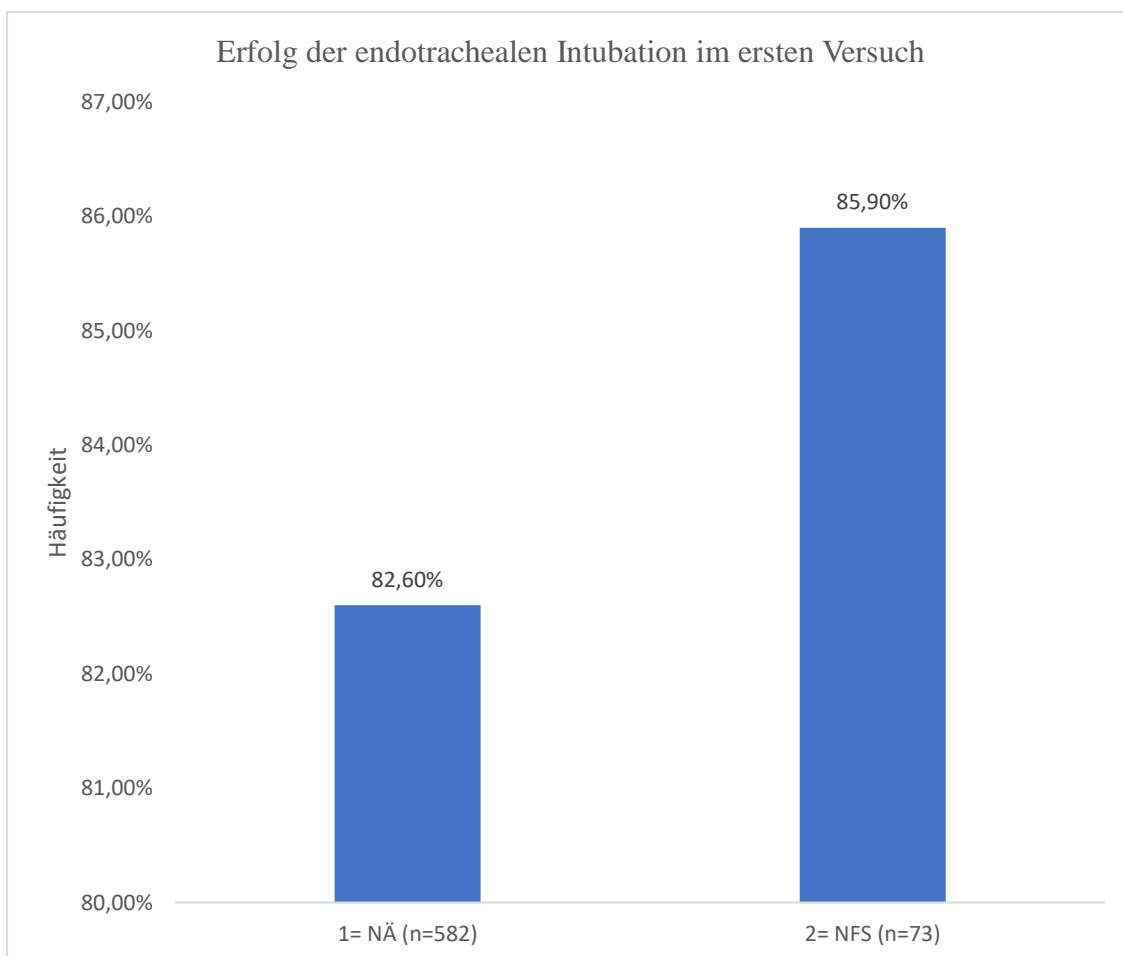
3.4.1 Komplikationen beim AWM im RDB Gießen (getrennt nach Berufsgruppen)



Graphik 9: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach den Komplikationen nach durchgeführtem AWM verschiedener Gruppen (Fehlintubation (ITN ösophageal), Erbrechen/ Aspiration, Hypoxie (Sp O₂ < 90 %), Bradykardie (< 60/ min), sonstige, keine)

Grafik 9 stellt die Komplikationen beim AWM der verschiedenen medizinischen Berufsgruppen dar. Die Aspiration stellt die Hauptkomplikation im Rahmen einer Atemwegssicherung bei allen beteiligten Berufsgruppen dar. An zweiter Stelle stehen ösophageale Tubusfehlagen, gefolgt von der Hypoxie. Betrachtet man die Gruppen nach dem Auftreten eines komplikationslosen AWM, lag dies bei den NÄ aus der Inneren Medizin in 85 % (n = 34) der Fälle, bei den NÄ aus der Anästhesie (ANA) in 80 % (n = 230) der Fälle, bei den NFS in 76 % (n = 65) der Fälle und bei den NÄ aus der Unfallchirurgie (UCH) in 75 % (n = 27) der dokumentierten Fälle vor. Die Fallzahlen der einzelnen betrachteten Gruppen weichen dabei stark voneinander ab.

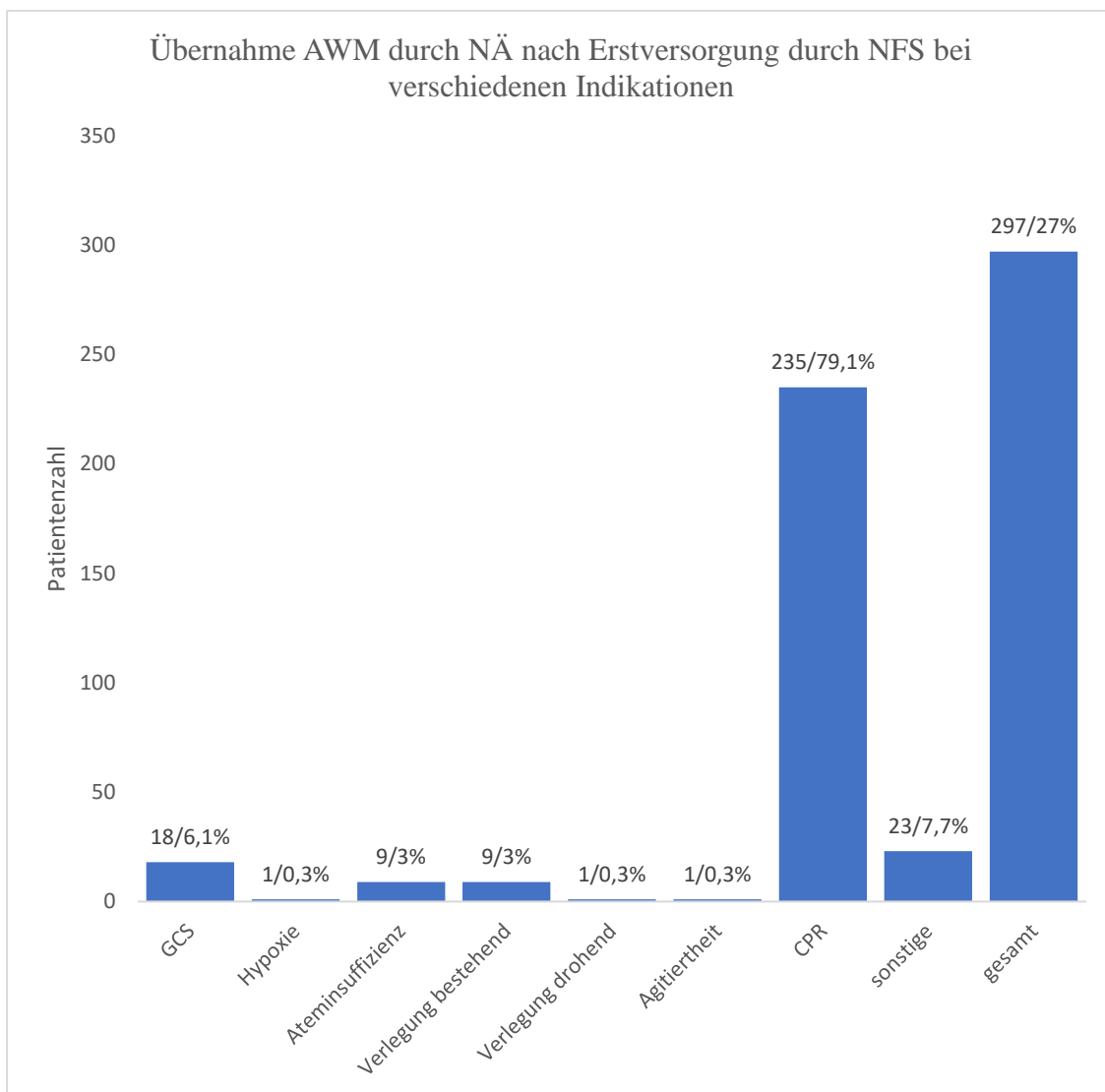
3.4.2 Erfolgsquoten bei der Anwendung der endotrachealen Intubation (getrennt nach Berufsgruppen) im RDB Gießen



Grafik 10: Darstellung der Notfallpatienten mit Indikation zum AWM im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach den Intubationserfolgsquoten bei NÄ und NFS (1 = NÄ, 2 = NFS)

Grafik 10 stellt den Anteil der Notfallintubationen dar, bei denen der Endotrachealtubus ohne Dokumentation einer Komplikation platziert werden konnte. Betrachtet man den Intubationserfolg im Vergleich zwischen NÄ und NFS, so liegt die Erfolgsquote bei den NFS im Vergleich zu den NÄ um 3,3 % höher.

3.4.3 Die Inzidenz des Verfahrenswechsels beim initialen AWM durch nicht- ärztliches RD- Personals nach Übernahme der Patientenversorgung durch Notärzte im RDB Gießen



Grafik 11: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen mit Indikation zum AWM zwischen 2010 und 2016 nach der Inzidenz des Verfahrenswechsels nach verschiedenen Indikationen (GCS, Hypoxie, Ateminsuffizienz, bestehende Atemwegsverlegung, drohende Atemwegsverlegung, Agitiertheit, CPR, sonstige, Gesamtzahl der Pat. b. denen das AWM durch den Notarzt übernommen wurde)

Grafik 11 zeigt die Inzidenz der Übernahme der Atemwegssicherung durch Notärzte nach initialem AWM Anwendung durch Notfallsanitäter. In 27 % der Fälle wurde das AWM vom NFS an NÄ übergeben. An erster Stelle der Ereignisse, die mit einem Verfahrenswechsel assoziiert waren, stehen kardiopulmonale Reanimationen (79 %), gefolgt von sonstigen nicht näher bezeichneten Ereignissen in nahezu 8 % und Bewußtseinsstörungen (6,1 %). Ateminsuffizienz und eine bestehende Atemwegsverlegung sind jeweils mit 3 % vertreten.

4 Diskussion

Nach Kenntnis der Autoren stellt die vorliegende Arbeit die erste Erhebung zur Epidemiologie des präklinischen Atemwegsmanagements in Deutschland dar, welche einen gesamten Rettungsdienstbereich umfasst. Von 2010 bis 2016 konnten insgesamt 203614 rettungsdienstlich behandelte Patienten, darunter 133963 Notfallpatienten, rekrutiert werden. Damit lag der Anteil an Notfallpatienten am gesamten Patientenkollektiv rettungsdienstlich versorgter Patienten in der vorliegenden Erhebung mit 65,3 % deutlich über den Angaben bisheriger Erhebungen aus Deutschland [16]. Eine mögliche Erklärung für diese Beobachtung scheint der Trend der stetig steigenden Inanspruchnahme der Notfallversorgung (Rettungsdienst, Notfallaufnahmen) durch die Bevölkerung zu sein [17]. Prinzipiell wäre auch eine im Rettungsdienstbereich Gießen gelebte „liberalere“ Kategorisierung der Hilfesuchenden durch die Leitfunkstelle Gießen denkbar.

4.1 Epidemiologie des AWM im RDB Gießen

4.1.1 Inzidenz der Indikation zum Atemwegsmanagement

Bisherige Angaben zur Inzidenz der Indikation zu einer Atemwegssicherung im deutschsprachigen Raum lagen im Bereich von ca. 5 % der Notfallpatienten [18;19]. In der vorliegenden Studie lag die Inzidenz bei 0,5 % aller rettungsdienstlich betreuten Patienten, bzw. bei 0,8 % der potentiell vital bedrohten Notfallpatienten und ist somit deutlich niedriger.

Diese Beobachtung könnte auf folgenden Ursachen, ggf. auch kombiniert, beruhen:

1. In den zitierten Studien wurden ausschließlich Notarzteeinsätze untersucht, während in der vorliegenden Studie die Evaluation aller durch die Leitfunkstelle Gießen disponierten Einsätze (die anhand des Meldebilds als Notfall kategorisiert wurden) erfolgte. Es ist bekannt, dass bei arztbesetzten Rettungsmitteln, insbesondere diejenigen der Luftrettung, mit einer höheren Inzidenz der Indikation zur Atemwegssicherung bei den betreuten Notfallpatienten zu rechnen ist [19].

2. Für die zitierten Studien wurden die Daten im Bereich einzelner Rettungsdienststandorte erhoben. In der vorliegenden Arbeit stammen sie aus einem gesamten Rettungsdienstbereich (RDB Gießen) mit seiner heterogenen Struktur. Die Selektion einzelner Rettungsdienststandorte kann hierbei durchaus Schwächen hinsichtlich der Repräsentativität aufweisen.

3. Der bereits oben erwähnte Trend zur gesteigerten Inanspruchnahme medizinischer Dienstleistungen der Notfallversorgung über die Zeit könnte die Diskrepanz zwischen der Inzidenz der disponierten und den tatsächlichen Notfalleinsätzen vergrößern.

4.1.2 Biometrie der Notfallpatienten aus dem RDB Gießen mit Indikation zum AWM

Konsistent mit der vorhandenen Literatur war auch in der vorliegenden Erhebung der überwiegende Anteil der untersuchten Notfallpatienten mit Indikation zum AWM am Einsatzort männlichen Geschlechts [20;21].

Hinsichtlich der Erfassung der Morbidität dieser Notfallpatienten anhand der ASA-Klassifikation wird die Validität dieser Erhebung durch eine eingeschränkte Datenqualität limitiert: Nur bei ca. 2/3 der Notfallpatienten erfolgte eine Dokumentation der Einstufung der Erkrankungsschwere anhand der ASA-Klassifikation im Notfallprotokoll.

Wurde die Erkrankungsschwere der Notfallpatienten klassifiziert, erfolgte bei nahezu einem Drittel der Patienten die Einstufung in die Klasse ≥ 3 . Es lagen also schwere Vorerkrankungen mit deutlicher Beeinträchtigung vor. Diese Patienten stellen bereits im klinischen Alltag eine besondere Risikogruppe dar und sollen gemäß aktueller Empfehlungen bei prozeduralen Sedierungen bzw. Allgemeinanästhesien von spezialisierten Ärzten (Anästhesisten) betreut werden [22].

Aber auch andere Gründe sprechen für die besondere Herausforderung beim präklinischen Atemwegsmanagement: Jede endotracheale Intubation außerhalb des Operationssaals, also z.B. in der Präklinik, ist als risikobehaftet einzustufen (abweichende personelle/ materielle Ressourcen, unbekanntes Umfeld, etc.). Zudem erschweren situations-, bzw. umfeldbedingte widrige Faktoren am Einsatzort das Atemwegsmanagement [12;23;24]. Trotz der Berücksichtigung der zuvor genannten Limitationen bei der Erhebung der Erkrankungsschwere dieser Studie resultiert demnach unter Berücksichtigung der Morbidität der untersuchten Rettungsdienstpatienten im Kontext der Besonderheiten der präklinischen Atemwegssicherung ein deutlicher

Hinweis auf den besonders hohen Anspruch an die Behandler bei der Durchführung des präklinischen Atemwegsmanagements.

Nahezu ein Drittel der Notfallpatienten mit Indikation zum AWM verstarb präklinisch. Die Untersuchung der Ursachen dieser Todesfälle war nicht die Fragestellung dieser Erhebung. Dennoch weisen vorhandene Daten aus der Präklinik darauf hin, dass sicher auch Komplikationen des Atemwegsmanagements für die präklinische Mortalität anzunehmen sind. So zeigen Studien, die verschiedene Berufsgruppen des Rettungsdienstes betrachten, dass neben Intubationsschwierigkeiten ebenso ösophageale Fehlintubationen, oder einseitige Intubationen anzutreffen sind [25;26;27;28;29].

Die vorliegende Studie belegt, dass die größte Gruppe der Notfallpatienten mit Indikation zur präklinischen Atemwegssicherung Erwachsene im fortgeschrittenen Alter sind (65,8 % \geq 60 Jahre). Dies entspricht den Ergebnissen früherer Erhebungen und der prinzipiellen Situation zur Altersstruktur der Empfänger der nationalen Heilmittelausgaben [30].

Die Inzidenz des präklinischen Atemwegsmanagements bei Notfallpatienten im Alter von unter einem Jahr war im RBD Gießen sehr selten (0,4 % der Einsätze), ebenfalls in der Gruppe der 1-14-jährigen Notfallpatienten (0,8 % der Einsätze). Die Inzidenz der pädiatrischen Notfalleinsätze von Patienten im Alter von 0-14 Jahre mit Notwendigkeit eines AWM in der Gesamtgruppe der Notfallpatienten liegt in der vorliegenden Erhebung aus dem Rettungsdienstbereich Gießen bei ca. 0,01 % . Einen ähnlich niedrigen Wert von 0,25 % der präklinisch intubierten pädiatrischen Notfallpatienten beschreiben Kaufmann et al. bei einem gleichaltrigen Patientenkollektiv. Die Gruppe um Kaufmann nimmt dabei Bezug zu den Kindernotfällen in Deutschland und speziell zu der Altersgruppe der 0-14-Jährigen [31]. Insgesamt kann man postulieren, dass die Gruppe der unter 14-jährigen Notfallpatienten in mehrerer Hinsicht eine besondere Bedeutung hat: Es sind seltene (Notfall-) Patienten im Rettungsdienst, welche in der Regel auf einen in der pädiatrischen Notfallmedizin wenig routinierten Notarzt treffen [31]. Das invasive Atemwegsmanagement ist in diesen Fällen als besonders komplikationsträchtig einzustufen und bedarf routinierter Anwender [32]. Diese Routine ist im Rettungsdienst keinesfalls im Regeldienst erreichbar, bzw. erhaltbar. Daher fordert die aktuelle Leitlinie zur Versorgung polytraumatisierter Kinder vor dem Hintergrund des zeitnahen Transportes in eine klinische Notfalleinheit zum kritischen Hinterfragen einer invasiven Atemwegssicherung auf [33]. Unter Berücksichtigung der häufigsten Notfalldiagnosen im Kindesalter [34], der geringen Inzidenz schwerwiegender Erkrankungen und der

geringen Inzidenz der Indikation invasiver Maßnahmen in der Kindernotfallmedizin sollte sich die Notfallversorgung dieser besonderen Patientengruppe durch wenig routinierte Behandler auf effektive und einfach zu erlernende Maßnahmen, wie Beutel-Maskenbeatmung, inhalative Therapie, intranasale Medikamentenapplikation, etc., beschränken [35;36].

4.2 Kennzahlen zum AWM im RDB Gießen

4.2.1 Inzidenz des eigenständigen AWM durch nicht- ärztliches RDP

Die vorliegende Studie belegt, dass das nichtärztliche Rettungsdienstpersonal (RDP) im RDB Gießen in mehr als einem Drittel der Notfalleinsätze, bei denen schlussendlich eine Indikation zum AWM besteht bzw. entsteht, ohne Unterstützung des Notarztes am Notfallort eintreffen. Letztendlich konnte durch die vorliegende Erhebung jedoch keine zuverlässige Aussage über die Zeitspanne des selbständigen AWM durch das nichtärztliche RDP erhoben werden. Ebenso fehlt es in diesem Kontext an Literaturdaten.

4.2.2 Inzidenz der Indikationen zum AWM im RD

Kardiopulmonale Reanimationen (60 %) stellen in der vorliegenden Untersuchung die Hauptindikation zum AWM dar. Bzgl. der Häufigkeit der Indikationen zum AWM folgen Bewußtseinsstörungen (22 %), Ateminsuffizienz und bestehende Atemwegsverlegungen (8,6 %). Dieses Ergebnis bestätigt die Angaben aus der vorhandenen Literatur mit Daten aus den nicht- arztbesetzten RD- Systemen [12].

4.2.3 Inzidenz der problemlosen Insertion des Endotrachealtubus im RDB Gießen

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie kann davon ausgegangen werden, dass eine problemlose Insertion des Endotrachealtubus in der Gruppe der Notfallsanitäter in 85,9 % (n = 73) und in der Gruppe der Notärzte in 82,6 % (n = 582) durchgeführt werden konnte. Bzgl. dieser Selbstdokumentation darf aber nicht unberücksichtigt bleiben, dass vermeintlich gute präklinische Ergebnisse sich klinisch als fatale Komplikationen demaskieren (durch unerkannte Tubusfehlagen, etc.) und tatsächlich eine schlechtere Erfolgsrate vorliegt [37]. So fiel bei der Untersuchung der Komplikationen des präklinischen AWM im RDB Gießen in der Subgruppe der Notärzte mit internistischem Hintergrund bei auffallend wenig dokumentierten AWS- Komplikationen eine Häufung

dokumentierter Bradykardien auf. Dies deutet auf eine potentielle Limitation der vorliegenden Erhebung durch einen systematischen Fehler aufgrund der „Selstdokumentation“ der Anwender hin. Denn zweifelsohne sind Bradykardien im Rahmen des AWM nicht selten eine Folge einer (unerkannten) Hypoxämie.

4.2.4 Inzidenz von Komplikationen bei dem AWM im RDB Gießen

Die vorliegende Erhebung belegt im Einklang mit der vorhandenen Literatur, dass die pulmonale Aspiration (12,5 %) und ösophageale Tubusfehlagen (7,2 %) die Hauptkomplikationen beim präklinischen AWM darstellen [38]. Bei den dokumentierten pulmonalen Aspirationen konnte durch diese Erhebung nicht sicher zwischen einer bereits vor dem AWM vorliegenden, oder einer im Rahmen des AWM auftretenden Aspiration differenziert werden. Sicherlich hat diese Limitation für den Patienten weniger klinische Relevanz, jedoch ist diese Unterscheidung für die Festlegung der Ausbildungsziele hinsichtlich des AWM von hoher Relevanz: So erfordert das AWM eines Patienten nach Aspiration eher invasive Maßnahmen, wohingegen eine Häufung von Aspirationen unter Anwendung von wenig invasiver Atemwegssicherung eine Neubewertung dieser Methoden zur Folge haben sollte.

4.3 Material, Techniken und Medikation bei Notfalleinsätzen mit Indikation zum AWM im RDB Gießen

4.3.1 Atemwegssicherung

Zur Sicherung der Atemwege wurden vorrangig Endotrachealtuben (85,2 %) verwendet. Am zweithäufigsten wurden Larynxmasken (LAMA; 10,6 %) eingesetzt. Die LAMA, als extraglottische Atemwegshilfe (EGA) leitliniengerecht eingesetzt, ist mittlerweile ein in der nationalen Präklinik gut etabliertes Hilfsmittel zur Atemwegssicherung [39]. Dennoch erfordert die Anwendung extraglottischer Atemwegshilfen, wie der LAMA, gerade bei der Überwachung der Ventilation vom Anwender, z.B. aufgrund intermittierender Leckagen, ein hohes Maß an Aufmerksamkeit und klinischer Ausbildung [40].

4.3.2 Medikation bei Notfalleinsätzen mit Indikation zum AWM

Hypnotika, Muskelrelaxantien (MR) und Ino-/Vasopressoren wurden im Erhebungszeitraum im Rahmen des AWM am häufigsten eingesetzt. Die Nutzung von MR und Hypnotika ist in diesem Zusammenhang selbsterklärend, Ino-/Vasopressoren kamen im Rahmen der CPR und zur Therapie von Hypotonien zum Einsatz. Diese Ergebnisse stützen die Empfehlung der Leitlinie „Prähospitale Notfallnarkose beim Erwachsenen“, einen Vasopressor bei einer Notfallnarkoseinduktion griffbereit verfügbar zu haben [41].

4.3.3 Lagekontrolle der Atemwegshilfen nach erweitertem AWM im RD

Die Studie belegt, dass trotz flächendeckender Vorhaltung der Kapnometrie im RDB Gießen deren Verwendung nicht grundsätzlich vorauszusetzen ist. In der Gruppe der Notärzte fand die Kapnographie in 65,3 % der betrachteten Fälle Verwendung, in der Gruppe der NFS nur in 49,4 % der Fälle. Dieses Ergebnis ist ernüchternd und bedarf einer Intervention, denn es herrscht Konsens, dass die Überwachung der Ventilation und der korrekten Platzierung von Atemwegshilfen beim Notfallpatienten nach invasivem Atemwegsmanagement den obligaten Einsatz der Kapnometrie erfordert. [41].

4.4 Welche Schlussfolgerungen lassen die Ergebnisse der vorliegenden Studie hinsichtlich der Festlegung der Lernziele (EVM) des nicht-ärztlichen RDP im RDB Gießen zu?

Die vorliegende Erhebung soll den medizinisch Verantwortlichen im Rettungsdienst Gießen einen Überblick über die Epidemiologie und Ausführung des präklinischen Atemwegsmanagements im RDB Gießen im Rahmen der Qualitätssicherung bieten. Diese haben die zentrale Frage zu beantworten, in welchem Umfang Maßnahmen des Atemwegsmanagements vorweg zu delegieren sind (erweiterte Versorgungsmaßnahmen) und dem daraus resultierenden notwendigen Aus- und Weiterbildungsaufwand. Gleichzeitig muss hierbei eine Verhältnismäßigkeit zwischen medizinisch notwendiger Versorgung der Bevölkerung durch den Rettungsdienst und der Wirtschaftlichkeit sichergestellt werden (§ 1 des HRDG): Die Bewertung des Stellenwertes der dazugehörigen Aspekte ist eine ethische bzw. gesellschaftspolitische Fragestellung, deren Beantwortung in vielen Punkten den Gegenstand dieser Erhebung übertrifft.

Dennoch lassen die Ergebnisse der vorliegenden Erhebung unter Berücksichtigung der diskutierten Literatur folgende Aussagen zu:

Die Inzidenz für das erweiterte präklinische AWM ist im Rettungsdienstbereich Gießen sehr gering. Sie liegt bei 0,5 % aller Rettungsdiensteinsätze bzw. 0,8 % aller rettungsdienstlichen Notfalleinsätze. In der Subgruppe der Patienten unter 14 Lebensjahren muss ein AWM bei 0,01 % aller Notfalleinsätze erfolgen.

Für die pädiatrischen Notfallpatienten kann man daher schlussfolgern, dass insbesondere vor dem Hintergrund, dass das erweiterte AWM in dieser Altersklasse schwer zu erlernen und präklinisch eher nicht mit einer Verbesserung des Outcomes assoziiert ist [42], vorzugsweise einfach zu erlernende und zu beherrschende Maßnahmen (Beutel- Masken- Beatmung, LAMA etc.) erfolgen sollten [35].

Das AWM erwachsener Notfallpatienten ist präklinisch jedenfalls schwieriger, als unter klinischen Bedingungen einzustufen. Die Daten der vorliegenden Erhebung zeigen, dass das nicht-ärztliche Rettungsdienstfachpersonal bei mehr als einem Drittel der Notfallpatienten, bei denen im Rahmen des Notfalleinsatzes ein AWM indiziert ist, vor dem Notarzt am Einsatzort eintrifft und potenziell den Atemweg autark sichern muss. Hierbei handelt es sich zum größten Teil um Patienten der Risikostufe \geq ASA III, die in Hinsicht auf die Narkoseinduktion eine besondere Herausforderung darstellen [22]. Daher stellt sich die Frage, welches Ziel die Aus- und Weiterbildung der NFS verfolgen soll:

Soll sich das AWM des nichtärztlichen RD- Fachpersonals vor Eintreffen des Notarztes grundsätzlich auf die Beutelmaskenbeatmung und die Verwendung von Oro/ Nasopharyngealtuben reduzieren, ist dies mit einem überschaubaren Aus- und Weiterbildungsaufwand verbunden [35].

Fokussieren die Lernziele bei der Anwendung der endotrachealen Intubation auf die Patientengruppe mit Indikation zur kardiopulmonalen Reanimation, werden 60 % der Indikationen zum AWM im Rettungsdienst abgedeckt. Jedoch ist die unausweichliche Konsequenz eine deutliche Steigerung des notwendigen Aus- und Fortbildungsaufwands., der sich im Kontext der folgenden Veröffentlichungen näher abschätzen lässt:

1. Warner et. al. demonstrierten, dass Paramedics nach einer Ausbildung über 2500 Stunden neben regelmäßigen Rezertifizierungen eine Intubationserfolgsquote von 98,3 % erreichen[8].

2. Trimmel et al. beschreiben einen Ausbildungsaufwand von 50- 150 endotrachealen Intubationen und monatlichen Trainingseinheiten unter Supervision durch erfahrene Anwender zum Praxiserhalt, um eine Erfolgsrate von 90 % zu erzielen [43]. Genannte Trainingseinheiten umfassen für alle im RD tätigen Ärzte ein dreitägiges Programm pro Monat in einer Anästhesieabteilung zum Routineerhalt.

3. Die aktuelle S1- Leitlinie „Prähospitaler Atemwegsmanagement“ [12] fordert sowohl 100 ETI- und 45 EGA- Anwendungen an Patienten zur Ausbildung, als auch 10 ETI pro Jahr zur Sicherung des Routineerhaltes als Voraussetzung der Anwendung des erweiterten AWM im Rettungsdienst.

Hierbei gilt es auch zu berücksichtigen, dass aufgrund der seltenen Inzidenz der Indikation zum AWM im RD diese Aus- und Weiterbildung keinesfalls im Regeldienst des nicht- ärztlichen Rettungsdienstfachpersonals geleistet werden kann [19;3;35]. In diesem Zusammenhang ist auch die Frage nach der durch das nicht- ärztliche Rettungsdienstfachpersonal bevorzugt einzusetzende Atemwegshilfe zu klären:

Sicherlich benötigt die Insertion der extraglottischen Atemwegshilfen einen geringeren Ausbildungsaufwand [44]. Dennoch sind gerade im rettungsdienstlichen Umfeld die anspruchsvollere Überwachung der Ventilation durch derartige Hilfsmittel [40] und das höhere pulmonale Aspirationsrisiko im Vergleich zur Anwendung des Endotrachealtubus zu berücksichtigen.

Die Erweiterung der Lernziele auf das invasive AWM bei Notfallpatienten mit anderen Grundliden setzt eine differenzierte Ausbildung zur Anwendung von Medikamenten voraus. Hier belegt die vorliegende Studie konsistent zu aktuellen Empfehlungen [41], dass Kenntnisse über folgende Medikamentengruppen notwendig wären: Induktionsnarkotika, Muskelrelaxantien (Erhöhung der Intubationserfolgs [45]), Sedativa und Opioide zur Aufrechterhaltung der Analgosedierung, sowie Vasopressoren. Sicherlich sollte zudem auch eine SOP zur Volumensubstitution vorhanden sein. Zweifelsohne wäre der Idealfall für das präklinische AWM, dass flächendeckend auf im beschriebenen Maße umfassend ausgebildete Anwender mit einer ausreichenden täglichen klinischen Routine zurückgegriffen werden kann [46]. Dieses Ziel erscheint

aber im Kontext der beschriebenen Inzidenzen und des dazugehörigen Aufwands aus wirtschaftlichen Gründen kaum je erreichbar.

Unter der Voraussetzung, dass im RDB Gießen zum Erhebungszeitpunkt von einer sorgfältigen Dokumentation auszugehen ist, weisen die Ergebnisse der vorliegenden Erhebung zudem darauf hin, dass bei den Vorgaben und der Schulung zum erweiterten AWM im RDB Gießen zukünftig ein besonderer Augenmerk auf die Maßnahmen zur Lagekontrolle der Atemwegshilfen nach Insertion bzw. Intubation und während der Beatmung gelegt werden muss: Die Anwendung der Kapnometrie und die Durchführung einer klinischen Untersuchung zur Lagekontrolle (Auskultation) der angewendeten Atemwegshilfen bei erweitertem AWM ist in einem unzureichendem Umfang in den Notfallprotokollen dokumentiert.

4.5 Limitationen der vorliegenden Erhebung

Die vorliegende Erhebung erfolgte retrospektiv. Dies kann die Aussagekraft insbesondere der nicht-epidemiologischen Ergebnisse einschränken.

Grundlage der Erhebung waren die Notfallprotokolle des Rettungsdienstes. Hier erfolgt die Dokumentation durch den Anwender. Deren Qualität ist von dessen Routine und Ausbildungsstand hinsichtlich des Datenerfassungstools abhängig und unterliegt als „Selbstdokumentation“ einem möglichen Bias.

4.6 Fazit

Bei der Festlegung der Lernziele zum präklinischen AWM durch nicht-ärztliches RD-Fachpersonal stehen die Verantwortlichen vor der Herausforderung medizinisch-ethische Aspekte mit den meist hierzu im Konflikt stehenden wirtschaftlichen Ressourcen zu vereinbaren. Die vorliegende Erhebung beschreibt für den RDB Gießen epidemiologische Daten des präklinischen AWM und schlägt anhand der Daten der vorhandenen Literatur mögliche Strategien für pädiatrische und erwachsene Notfallpatienten vor.

5 Zusammenfassung

Einleitung: Die vorliegende Arbeit beschreibt die Epidemiologie, Techniken, Methoden, Komplikationen und Effizienz im Zusammenhang mit dem präklinischen Airwaymanagement (AWM) im Rettungsdienstbereich (RDB) Gießen. **Methoden:** Es wurden anonymisierte Notfallprotokolle aus den Jahren 2010- 2016 aus den Datenbanken der Leistungserbringer im Rettungsdienst (RD) und der zentralen Leitfunkstelle Gießen ausgewertet (n = 203614). **Ergebnisse:** Im Vergleich zu den wenigen vorhandenen Daten aus dem RD musste im RDB Gießen bei einem geringeren Anteil der Notfallpatienten eine Atemwegssicherung (AWS) erfolgen (0,8 %). Der Großteil der Notfallpatienten mit Indikation zum AWM war älter als 60 Jahre. Die mit AWM versorgte Gruppe der 0- 14 Jährigen stellte nur einen Anteil von 0,8 % der Notfallpatienten dar. Bei einem Drittel der Notfälle mit AWM trafen die Notfallsanitäter (NFS) vor den Notärzten (NÄ) ein. Die Hauptindikation zum AWM war die kardiopulmonale Reanimation. Aspirationen waren neben Tubusfehlagen die häufigsten Komplikationen der AWS. Zur AWS wurden vor allem Endotrachealtuben und seltener Larynxmasken eingesetzt. **Diskussion:** Bei der Gruppe der 0- 14 jährigen Notfallpatienten (mit sehr seltener Indikation zum AWM) ist aufgrund anatomischer und physiologischer Besonderheiten das AWM sehr anspruchsvoll. Es bietet sich an, diese Patienten in der Präklinik durch gekonnte Anwendung weniger und leichter zu erlernenden Massnahmen, zum Beispiel Beutel-Maskenbeatmung, Inhalation und weitere effektiv zu versorgen. Für das AWM bei erwachsenen Patienten gilt es einen guten Kompromiß aus Ausbildungsaufwand und Effizienz am Patienten im eigenen Umfeld zu finden. Während der Ausbildungsaufwand für das AWM bei kardiopulmonalen Reanimationen (die Hauptindikation im RD) vertretbar erscheint, ist derjenige zum AWM bei Bewußtseinsstörungen ungleich komplexer, da die Verwendung von Narkosemedikamenten und auch kreislaufaktiver Medikamente obligat erscheint. Den medizinisch Verantwortlichen des Rettungsdienstes Gießen soll im Rahmen der Qualitätssicherung eine Planungsgrundlage des notwendigen Aus- und Weiterbildungsaufwandes (als vorweggenommene Delegation im Sinne der bereits existierenden erweiterten Versorgungsmaßnahmen) angeboten werden. Die Verhältnismäßigkeit zwischen medizinisch notwendiger Versorgung der Bevölkerung durch den Rettungsdienst und der Wirtschaftlichkeit ist eine ethische bzw. gesellschaftspolitische Fragestellung, deren Beantwortung außerhalb der vorliegenden Erhebung liegt.

6 Summary

Introduction: The work presents the epidemiology, techniques, methods, reliability and efficiency related to the preclinical Airway Management (AWM) in the emergency services area (ESA) Gießen. **Methods:** Anonymized emergency logs from the years 2010- 2016 from the databases of the service providers in the rescue service (RS) and the central control station in Gießen were evaluated (n = 203614). **Results:** Compared to the few available data from the RS, a lower proportion of emergency patients had to be treated with an AWM in the ESA GI (0.8%). The majority of emergency patients with an indication for AWM were older than 60 years. The group of 0-14 year old patients treated with AWM represented only 0.8% of the emergency patients. In one third of the emergencies with AWM, the Notfallsanitäter (NFS) arrived before the Notarzt (NA). The main indication for AWM was cardiopulmonary resuscitation. In addition to tube malpositions, aspirations were the most common complications of the AWM. Endotracheal tubes and less often laryngeal masks were used for AWM. **Discussion:** The group of 0-14 year old emergency patients represents a special group in the RD in which the indication for AWM was very rare. However, since the AWM of pediatric emergency patients is very demanding due to anatomical and physiological peculiarities, it makes sense to effectively care for these patients in the preclinic through skillful application less and lighter ventilation methods, for example bag-mask ventilation, inhalation and so on. For AWM in adult patients, it is important to find a good compromise between training costs and efficiency. While the training effort for the AWM in cardiopulmonary resuscitation (the main indication in the RD) seems justifiable, someone for the AWM in impaired consciousness is much more complex, since the use of anesthetic drugs and possibly also circulatory drugs appears obligatory. Within the scope of quality assurance, the medically responsible persons of the Giessen rescue service should be offered a basis for planning the necessary training and further education (as an anticipated delegation in the sense of the already existing extended care measures). The relationship between the necessary medical care of the population by the emergency services and the profitability is an ethical and socio-political question, the answer to which lies outside the present survey.

7 Anhang

7.1 Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
ACLS	Advanced Cardiac Life Support
ÄLRD	Ärztlicher Leiter Rettungsdienst
AF	Atemfrequenz
ALTAR	Alternatives Atemwegsmanagement im Rettungsdienst
ANA	Anästhesie
ASA	American Society of Anesthesiologists
ASB	Assisted Spontaneous Breathing
ATLS	Advanced Trauma Life Support
AW	Atemweg
AWM	Atemwegsmanagement
AWS	Atemwegssicherung
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
CPR	Kardiopulmonale Reanimation
Csv	Comma Separated Values
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
DRK	Deutsches Rotes Kreuz
ERC	European Resuscitation Council
ET/ETT	Endotrachealtubus
ETI	endotracheale Intubation
EGA	Extraglottische Atemwegshilfe
EVM	Erweiterte Versorgungsmaßnahmen
FiO ₂	inspiratorische Sauerstofffraktion
GCS	Glasgow Coma Scale

HR	Heartrate
HRDG	Hessisches Rettungsdienstgesetz
Inkl.	Inklusive
ITN	Intubation
ITW	Intensivtransportwagen
JUH	Johanniter- Unfallhilfe
KH	Krankenhaus
KTW	Krankentransportwagen
LAMA/LM	Larynxmaske
MIND	Minimaler Notfalldatensatz
MR	Muskelrelaxanz, -ien
NA/NÄ	Notarzt/ Notärzte
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NIS	Notfallinformationsmanagementsystem
Not San G	Notfallsanitättergesetz
NFS	Notfallsanitäter
NIV	Nichtinvasive Ventilation
Pat	Patient, -en
poi	Parameters of Interest
RD	Rettungsdienst
RDB	Rettungsdienstbereich
RDP	Rettungsdienstpersonal
RR	systolischer Blutdruck
RTH	Rettungstransporthubschrauber
RTW	Rettungstransportwagen
SpO2	partielle Sauerstoffsättigung

SQL Standard Query Language

UCH Unfallchirurgie

z.B. zum Beispiel

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Landkreis Gießen (oben) und Rettungsdienstbereich Gießen incl. der Rettungswachenstandorte (unten). Freundlich überlassen von M. Dönges (Leitfunkstelle Gießen)	5
Abbildung 2: Beatmungsbeutel mit Maske	7
Abbildung 3: GÜdeltubus	7
Abbildung 4: Larynxmaske LMA Supreme mit zusätzlichem Absaugkanal.....	8
Abbildung 5: Magill Endotrachealtubus	9
Abbildung 6: Laryngoskop mit Macintoshspatel	9
Abbildung 7: Glidescope (Glidescope®, Fa Verathon, USA)	10
Abbildung 8: Algorithmus „Akute Luftnot“ aus dem Katalog der „Erweiterten Versorgungsmaßnahmen (EVM)“ des Rettungsdienstbereichs Mittelhessen.....	11
Abbildung 9: NIDApad® (Firma MedDV GmbH Fernwald, Deutschland) zur Erfassung der Einsatzdaten und Benutzeroberfläche	17
Abbildung 10: PRISMA Flussdiagramm zur Datenerhebung.....	18

7.3 Grafikverzeichnis

Grafik 1: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach Altersklassen (1 = 0- 1 Monate, 2 = 1 Monat- 1 Jahr, 3 = 1- 6 Jahre, 4 = 7- 14 Jahre, 5 = 15- 40 Jahre, 6 = 41- 60 Jahre, 7 = 60- 80 Jahre, 8 = > 80 Jahre)	20
Grafik 2: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Indikation zum AWM (Bewusstseinsstörung (GCS), Hypoxie, Ateminsuffizienz, Verlegung (bestehend), Verlegung (drohend), Agitiertheit, Schmerz/ notfallspez., CPR, sonstige (Anamnese/ Freitext)).....	21
Grafik 3: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach den Zeitspannen der initialen Versorgung der Patienten durch NFS vor Eintreffen d. Notarztes.....	22
Grafik 4: Darstellung der Notfallpatienten mit Indikation zum AWM im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Versorgung mit AWM Hilfsmitteln (gesamt), orange dargestellt die Gruppe der intubierten Patienten (Beatmungsmaske, Guedeltubus, Larynxmaske (LAMA), Combitubus, Wendltubus, ETT oral (konventionell), ETT nasal (konventionell), ETT (via Glidescope®))	23
Grafik 5: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Versorgung mit AWM Hilfsmitteln durch Notärzte, orange dargestellt die Gruppe der intubierten Patienten (Beatmungsmaske, Guedeltubus, LAMA, Combitubus, Wendltubus, ETT oral (konventionell), ETT nasal (konventionell), ETT (via Glidescope®)).....	24
Grafik 6: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Versorgung mit AWM Hilfsmitteln durch Notfallsanitäter, orange dargestellt die Gruppe der intubierten Patienten (Beatmungsmaske, Guedeltubus, LAMA, Combitubus, Wendltubus, ETT oral (konventionell), ETT nasal (konventionell), ETT (via Glidescope®)).....	25
Grafik 7: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach den zur Durchführung des AWM durch Notärzte verwendeten Medikamente (1 = Gesamtzahl der mit Medikamenten versorgten Patienten, 2 =	

mit Hypnotika versorgt, 3 = mit Muskelrelaxantien versorgt, 4 = mit Opioiden versorgt, 5 = mit Vasopressoren versorgt)	26
Grafik 8: Darstellung der Notfallpatienten mit Indikation zum AWM im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Verwendung der Kapnographie zur AWM Kontrolle.....	27
Grafik 9: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach den Komplikationen nach durchgeführtem AWM verschiedener Gruppen (Fehlintubation (ITN ösophageal), Erbrechen/ Aspiration, Hypoxie (Sp O ₂ < 90 %), Bradykardie (< 60/ min), sonstige, keine).....	28
Grafik 10: Darstellung der Notfallpatienten mit Indikation zum AWM im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach den Intubationserfolgsquoten bei NÄ und NFS (1 = NÄ, 2 = NFS).....	29
Grafik 11: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen mit Indikation zum AWM zwischen 2010 und 2016 nach der Inzidenz des Verfahrenswechsels nach verschiedenen Indikationen (GCS, Hypoxie, Ateminsuffizienz, bestehende Atemwegsverlegung, drohende Atemwegsverlegung, Agitiertheit, CPR, sonstige, Gesamtzahl der Pat. b. denen das AWM durch den Notarzt übernommen wurde)	30

7.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: AWM assoziierte Systemvariablen und Kernvariablen	13
Tabelle 2: Kernvariablen nach Durchführung des AWM	15
Tabelle 3: Darstellung der Notfallpatienten im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach der Inzidenz der Indikation zur Atemwegssicherung, nach Vorerkrankungen (ASA 1 = keine Vorerkrankungen, > ASA 1 = Vorerkrankungen unterschiedlicher Schwere, unbekannt), nach Geschlecht und Sterblichkeit.....	19
Tabelle 4: Darstellung der Notfallpatienten mit Indikation zum und nach durchgeführtem AWM im Rettungsdienstbereich Gießen zwischen 2010 und 2016 nach Beatmungsarten	27

7.5 Literaturverzeichnis

- [1] S. M. Galvagno, J. T. Nahmias, and D. A. Young, “Advanced Trauma Life Support® Update 2019: Management and Applications for Adults and Special Populations,” *Anesthesiology Clinics*. 2019.
- [2] J. Soar *et al.*, “European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support,” *Resuscitation*, 2021.
- [3] H. V. Genzwuerker *et al.*, “Inzidenz der endotrachealen Intubation im Notarzdienst: Adäquate Erfahrung ohne klinische Routine kaum möglich,” *Anaesth Intensivmed*, vol. 51, no. 4, pp. 202–210, 2010.
- [4] M. Bernhard *et al.*, “Handlungsempfehlung zur prähospitalen Notfallnarkose beim Erwachsenen 1 2,” *Notarzt*, vol. 31, no. 3, pp. 136–152, 2015.
- [5] A. Lechleuthner, “Der Pyramidenprozess-die fachliche Abstimmung der invasiven Maßnahmen im Rahmen der Umsetzung des Notfallsanitätäergesetzes,” *Notarzt*, vol. 30, pp. 112–117, 2014.
- [6] M. Bernhard *et al.*, “Practice management guideline on prehospital emergency anaesthesia: Working group ‘Prehospital emergency anaesthesia’ of the scientific working group on emergency medicine of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine,” *Notfall und Rettungsmedizin*, vol. 18, no. 5, pp. 395–412, 2015.
- [7] M. Bernhard, S. Mohr, M. A. Weigand, E. Martin, and A. Walther, “Developing the skill of endotracheal intubation: Implication for emergency medicine,” vol. 56, no. 2, pp. 164–171, 2012.
- [8] K. J. Warner, S. R. Sharar, M. K. Copass, and E. M. Bulger, “Prehospital management of the difficult airway: A prospective cohort study,” vol. 36, no. 3, pp. 257–265, 2009.
- [9] Deutscher Bundestag and Bundesrat, “Gesetz über den Beruf der Psychotherapeutin und des Psychotherapeuten.” 1999.
- [10] V. Mann, S. T. Mann, N. Lenz, R. Röhrig, and M. Henrich, “Larynxmaske oder Larynxtubus: Welches Hilfsmittel zur extraglottischen Atemwegssicherung ist das richtige für den Rettungsdienst?,” *Notfall und Rettungsmedizin*, vol. 18, no. 5, pp.

- 370–376, 2015.
- [11] C. Kill, W. Dersch, and A. Jerrentrup, “Videolaryngoskopie,” pp. 5–8, 2012.
- [12] S. Leitlinie, “publiziert bei: AWMF Leitlinie „Prähospitales Atemwegsmanagement“ Mail: a.timmermann@drk-kliniken-berlin.de,” pp. 23, 14, 2019.
- [13] A. Register-nr, “S3LL Polytrauma Schwerverletzten-Behandlung,” no. 012, 2017.
- [14] S. J. Sollid, D. Lockey, H. Lossius, and Pre-hospital advanced airway management expert group, “A consensus-based template for uniform reporting of data from pre-hospital advanced airway management,” *Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.*, vol. 17, no. 1, p. 58, Nov. 2009.
- [15] G. A. Sunde *et al.*, “Standardised data reporting from pre-hospital advanced airway management – a nominal group technique update of the Utstein-style airway template,” *Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.*, vol. 26, no. 1, p. 46, Dec. 2018.
- [16] R. Schmiedel and H. Behrendt, “BAST - Berichte der BAST - Leistungen des Rettungsdienstes 2008/09.” p. 77, 2011.
- [17] M. H. Schmiedhofer, J. Searle, A. Slagman, and M. Möckel, “Inanspruchnahme zentraler Notaufnahmen: Qualitative Erhebung der Motivation von Patientinnen und Patienten mit nichtdringlichem Behandlungsbedarf,” *Gesundheitswesen*, vol. 79, no. 10, pp. 835–844, 2017.
- [18] M. Steinberger, “Danksagung,” 2019.
- [19] A. Gries, W. Zink, M. Bernhard, M. Messelken, and T. Schlechtriemen, “Realistische Bewertung des Notarztdienstes in Deutschland,” vol. 55, no. 10, pp. 1080–1086, 2006.
- [20] G. A. Sunde *et al.*, “Airway management by physician-staffed Helicopter Emergency Medical Services - a prospective, multicentre, observational study of 2,327 patients,” *Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [21] J. Klier and S. Gießen, “Effizienzanalyse der Notarztsysteme im Rettungsdienstbereich Gießen Eine retrospektive Auswertung von Notarzteinsatzprotokollen über zwei Jahre vor und nach Einführung eines weiteren

Notarztsystems (Rendezvoussystem) im Inhaltsverzeichnis 1 EINLEITUNG.”

- [22] B. Schmitz and K. B. Buch, “BD Aktuell DGA,” pp. 603–614, 2010.
- [23] A. Timmermann and T. Piepho, “Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement*,” pp. 294–305, 2012.
- [24] S. G. Russo, W. Zink, H. Herff, and C. H. R. Wiese, “Tod durch (k)einen atemweg: Trauma durch die präklinische atemwegssicherung?,” *Anaesthetist*, vol. 59, no. 10, pp. 929–939, 2010.
- [25] M. A. Cobas, M. A. de La Pena, R. Manning, K. Candiotti, and A. J. Varon, “Prehospital intubations and mortality: A level 1 trauma center perspective,” vol. 109, no. 2, pp. 489–493, 2009.
- [26] D. D. Wirtz, C. Ortiz, D. H. Newman, and I. Zhitomirsky, “Unrecognized misplacement of endotracheal tubes by ground prehospital providers,” vol. 11, no. 2, pp. 213–218, 2007.
- [27] H. E. Wang, J. R. Lave, C. A. Sirio, and D. M. Yealy, “Paramedic intubation errors: Isolated events or symptoms of larger problems?,” vol. 25, no. 2, pp. 501–509, 2006.
- [28] D. J. Lockey, B. Healey, K. Crewdson, G. Chalk, A. E. Weaver, and G. E. Davies, “Advanced airway management is necessary in prehospital trauma patients,” *Br. J. Anaesth.*, vol. 114, no. 4, pp. 657–662, 2015.
- [29] L. Rognås, T. M. Hansen, H. Kirkegaard, and E. Tønnesen, “Pre-hospital advanced airway management by experienced anaesthesiologists: A prospective descriptive study,” *Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–10, 2013.
- [30] C. Thümmeler, “Notfallmedizin: Senioren verändern das Einsatzspektrum,” *Dtsch Arztebl Int.*, vol. 100, no. 11, p. A-680, 2003.
- [31] Z. Fortbildung, “Die präklinische Ver - sorgung von Notfällen im Kindesalter Prehospital emergency care in children,” pp. 254–266, 2012.
- [32] B. Ziegler, K. Becke, and M. Weiss, “Reduction the risk in pediatric anesthesia—what should we know—what should we do,” *Wiener Medizinische Wochenschrift*, vol. 169, no. 3–4, pp. 56–60, 2019.
- [33] Deutsche Gessellschaft für Kinderchirurgie, “S2 - Leitlinie Polytraumaversorgung

- im Kindesalter AWMF-Reg.-Nr. 006-120,” no. 006, 2020.
- [34] C. Eich *et al.*, “Characteristics of out-of-hospital paediatric emergencies attended by ambulance- and helicopter-based emergency physicians,” *Resuscitation*, vol. 80, no. 8, pp. 888–892, 2009.
- [35] E. Mascha, D. Ph, D. Yang, and M. Ozaki, “IN Learning Curves for Bag-and-mask Ventilation and,” no. 6, pp. 1525–1531, 2015.
- [36] A. Timmermann and S. G. Russo, “Neubewertung extraglottischer Atemweghilfsmittel in der Notfallmedizin,” *Notfallmedizin up2date*, 2017.
- [37] A. von Goedecke, H. Herff, P. Paal, V. Dorges, and V. Wenzel, “Field airway management disasters,” vol. 104, no. 3, pp. 481–483, 2007.
- [38] T. C. Mort, “Emergency tracheal intubation: Complications associated with repeated laryngoscopic attempts,” vol. 99, no. 2, pp. 607–13, table, 2004.
- [39] V. Mann *et al.*, “Innovative techniques in out-of-hospital emergency medicine in Germany. A five year follow-up internet survey among medical emergency service directors,” *Anesthesiol. und Intensivmed.*, 2020.
- [40] V. Mann, S. T. Mann, E. Alexandre-Lafont, R. Röhrig, M. A. Weigand, and M. Müller, “Supraglottische Atemwegshilfen in der Notfallmedizin: Stellenwert der Magendrainage,” *Anaesthetist*, 2013.
- [41] M. Bernhard *et al.*, “Handlungsempfehlung: Prähospitaler Notfallnarkose beim Erwachsenen,” *Anesthesiol. und Intensivmed.*, 2015.
- [42] M. Hansen *et al.*, “Patient safety events in out-of-hospital paediatric airway management: a medical record review by the CSI-EMS,” *BMJ Open*. 2016.
- [43] H. Trimmel, C. Beywinkler, S. Hornung, J. Kreutziger, and W. G. Voelckel, “Success rates of pre-hospital difficult airway management: a quality control study evaluating an in-hospital training program,” *Int. J. Emerg. Med.*, vol. 11, no. 1, 2018.
- [44] A. Timmermann *et al.*, “Novices ventilate and intubate quicker and safer via intubating laryngeal mask than by conventional bag-mask ventilation and laryngoscopy,” vol. 107, no. 4, pp. 570–576, 2007.
- [45] M. W. Hubble, L. H. Brown, D. A. Wilfong, A. Hertelendy, R. W. Benner, and M.

- E. Richards, “A meta-analysis of prehospital airway control techniques part I: Orotracheal and nasotracheal intubation success rates,” vol. 14, no. 3, pp. 377–401, 2010.
- [46] H. M. Lossius, J. Roislien, and D. J. Lockey, “Patient safety in pre-hospital emergency tracheal intubation: A comprehensive meta-analysis of the intubation success rates of EMS providers,” vol. 16, no. 1, p. R24, 2012.

7.6 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie und Herrn PD Dr. Valesco Mann, der mich unermüdlich und geduldig in meinen Bemühungen, die vorliegende Dissertation anzufertigen, unterstützt hat.

Weiterhin gilt mein Dank Frau Melanie Markmann, Herrn Florian Brenck, Herrn Simon Little, Herrn Carsten Rausch, Herrn Dirk Rausch, Herrn M. Dönges und Herrn Horst Jäckel.

7.7 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name Martin Schürtz