



Aus der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operativer Intensivmedizin der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Inzidenz und Ursache der  
erschwertten prähospitalen Intubation**

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Sebastian Klemstein

aus Strausberg

Datum der Promotion: 25.10.2013

## Abstract - English

### **Difficult prehospital endotracheal intubation - predisposing factors in a physician based EMS.**

Breckwoldt J, Klemstein S, Brunne B, Schnitzer L, Mochmann HC, Arntz HR.

Department of Anaesthesiology and Perioperative Intensive Care Medicine, Benjamin Franklin Medical Center of Charité, University Medicine Berlin, Hindenburgdamm 30, D-12200 Berlin, Germany.

Abstract

#### OBJECTIVES:

For experienced personnel endotracheal intubation (ETI) is the gold standard to secure the airway in prehospital emergency medicine. Nevertheless, substantial procedural difficulties have been reported with a significant potential to compromise patients' outcomes. Systematic evaluation of ETI in paramedic operated emergency medical systems (EMS) and in a mixed physician/anaesthetic nurse EMS showed divergent results. In our study we systematically assessed factors associated with difficult ETI in an EMS exclusively operating with physicians.

#### METHODS:

Over a 1-year period we prospectively collected data on the specific conditions of all ETIs of two physician staffed EMS vehicles. Difficult ETI was defined by more than 3 attempts or a difficult visualisation of the larynx (Cormack and Lehane grade 3, or worse). For each patient ETI conditions, biophysical characteristics and factors of the surrounding scene were assessed. Additionally, physicians were asked whether they had expected difficult ETI in advance.

#### RESULTS:

Out of 3979 treated patients 305 (7.7%) received ETI. For 276 patients complete data sets were available. The incidence of difficult ETI was 13.0%. In 4 cases (1.4%) ETI

was impossible, but no patient was unable to be ventilated sufficiently. Predicting conditions for difficult intubation were limited surrounding space on scene ( $p<0.01$ ), short neck ( $p<0.01$ ), obesity ( $p<0.01$ ), face and neck injuries ( $p<0.01$ ), mouth opening  $<3$  cm ( $p<0.01$ ) and known ankylosing spondylitis ( $p<0.01$ ). ETI on the floor or with C-spine immobilisation in situ were of no significant influence. The incidence of unexpected difficult ETI was 5.0%.

#### CONCLUSIONS:

In a physician staffed EMS difficult prehospital ETI occurred in 13% of cases. Predisposing factors were limited surrounding space on scene and certain biophysical conditions of the patient (short neck, obesity, face and neck injuries, and anatomical restrictions). Unexpected difficult ETI occurred in 5% of the cases.

## Abstract

### **Die erschwerte prähospitaler endotracheale Intubation in einem ärztlich besetzten Rettungsmittel.**

Breckwoldt J, Klemstein S, Brunne B, Schnitzer L, Mochmann HC, Arntz HR.

Charité- Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin Franklin

Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operativer Intensivmedizin

Hindenburgdamm 30, 12200 Berlin

#### **EINLEITUNG:**

Für erfahrene Notärzte ist die endotracheale Intubation (ETI) der Goldstandard zur Atemwegssicherung in der prähospitalen Notfallmedizin. Dennoch wurden viele Probleme dieser Methode beschrieben, die einen signifikanten Einfluss auf das Outcome der Patienten hatten. Eine systematische Evaluation der ETI zeigte unterschiedliche Ergebnisse zwischen ärztlichen und nichtärztlichen Anwendern. In unserer Untersuchung haben wir Faktoren untersucht, die zu einer erschwerten ETI führten.

#### **METHODEN:**

Über einen Zeitraum von einem Jahr wurden prospektiv Daten bezüglich spezifischer Faktoren der Patienten und Umgebungsbedingungen erhoben. Eine schwierige ETI wurde definiert als Notwendigkeit von mehr als 3 Intubationsversuchen oder eine schlechte Einstellbarkeit der Stimmlippenebene (Cormack und Lehane Grad 3 oder schlechter). Für jeden Patienten wurden biophysikalische Eigenschaften und Faktoren des Umfeldes beurteilt. Im Vorfeld wurden die Notärzte hinsichtlich einer erwarteten schwierigen ETI befragt.

#### **ERGEBNISSE:**

Von 3.979 behandelten Patienten wurden 305 (7,7%) intubiert. 276 Patienten konnten in die Untersuchung eingeschlossen werden. Die Inzidenz einer erschwerten ETI lag bei

13%. In 4 Fällen (1,4%) war eine ETI unmöglich, dennoch konnte die Oxygenierung bei allen Patienten sichergestellt werden. Eine schwierige ETI war mit dem Vorhandensein eines limitierten Platzangebotes zur ETI ( $p < 0,01$ ), einem kurzen Hals ( $p < 0,01$ ), Adipositas ( $p < 0,01$ ), Verletzungen im Bereich des Gesichtes ( $p < 0,01$ ), einer verringerten Mundöffnungsfläche ( $p < 0,01$ ) und einer ankylosierenden Spondylitis ( $p < 0,01$ ) vergesellschaftet. Bei einer ETI auf dem Boden oder bei Patienten mit einer immobilisierten Halswirbelsäule konnte keine erschwerte ETI nachgewiesen werden. Die Inzidenz eines unerwarteten schwierigen Atemweges betrug 5%.

#### SCHLUSSFOLGERUNG:

In unserem ärztlich besetzten Rettungsmittel liegt die Inzidenz einer erschwerten ETI bei 13%. Als prädisponierende Faktoren konnten beengte Platzverhältnisse und bestimmte biophysikalische Faktoren der Patienten (kurzer Hals, Adipositas, Verletzungen im Gesichtsbereich und anatomische Einschränkungen) detektiert werden. In 5% aller ETI kam es zu einem unerwarteten erschwerten Atemweg.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract - English</b> .....	<b>I</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>III</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Definition des erschwerten Atemweges .....	1
1.2 Inzidenz des erschwerten Atemweges.....	3
1.3 Ursachen der erschwerten prähospitalen Intubation .....	5
1.4 Intubationserfahrung der Notärzte .....	6
1.5 Hypothesen.....	6
<b>2 Methodik der durchgeführten Untersuchung</b> .....	<b>8</b>
2.1 Studiendurchführung.....	8
2.2 Festlegung der Parameter und Variablen .....	9
2.2.1 Selbsteinschätzung der Intubation durch den Notarzt .....	10
2.2.2 Erschwerte Intubation .....	10
2.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien .....	10
2.4 Statistik .....	11
2.5 Fallzahlkalkulation für den primären Endpunkt .....	11
2.6 Messparameter .....	11
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>13</b>
3.1 Die erschwerte prähospitalen endotracheale Intubation .....	13
3.2 Untersuchungszeitraum .....	13
3.2.1 Biometrische Daten .....	13
3.2.2 Indikationen zur endotrachealen Intubation .....	15
3.2.3 Visualisierungsgrad nach Cormack und Lehane.....	15
3.2.4 Anzahl der Intubationsversuche.....	16
3.2.5 Habitus.....	16
3.2.6 Räumliche Verhältnisse .....	19
3.2.7 Nutzung von Hilfsmitteln zur Intubation .....	20
3.2.8 Berufserfahrung .....	22
3.3 Vergleich der Fachgebiete .....	22
3.3.1 Biometrische Daten .....	22
3.3.2 Indikationen zur endotrachealen Intubation .....	23
3.3.3 Einstellbarkeit der Stimmbandebene .....	24
3.3.4 Anzahl der Intubationsversuche.....	25
3.3.5 Habitus.....	25
3.3.6 Räumliche Verhältnisse .....	28
3.3.7 Nutzung von Hilfsmitteln zur Intubation .....	29
3.3.8 Berufserfahrung .....	31

---

3.3.9 Anwendung von Muskelrelaxantien und Sedativa .....	32
3.4 Vorhersagbarkeit einer schwierigen Intubation .....	33
<b>4 Diskussion .....</b>	<b>34</b>
4.1 Inzidenz der erschwerten ETI .....	34
4.2 Einstellbarkeit der Stimmbandebene und Anzahl der Intubationsversuche.....	36
<b>5 Zusammenfassung .....</b>	<b>41</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>43</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>45</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>47</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>53</b>
<b>Danksagung .....</b>	<b>54</b>
<b>Lebenslauf.....</b>	<b>55</b>
<b>Eigene Veröffentlichung .....</b>	<b>56</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung.....</b>	<b>57</b>



# 1 Einleitung

Die Sicherung der Atemwege zählt zu den Hauptaufgaben der prähospitalen Versorgung von Notfallpatienten. Hierbei spielt die endotracheale Intubation (ETI) eine besondere Rolle und wird von vielen Autoren und Fachgesellschaften als Goldstandard angesehen.<sup>[10,13]</sup>

Die ETI bietet hierbei viele Vorteile gegenüber anderen Verfahren der Atemwegssicherung. Durch den geblockten Tubus wird eine Aspiration vermindert und eine differenzierte Überdruckbeatmung des Patienten ermöglicht. Während der kardiopulmonalen Reanimation können Thoraxkompressionen kontinuierlich durchgeführt werden und somit eine bessere Koronarperfusion erzielt werden.<sup>[30]</sup>

Dieser Goldstandard ist jedoch mit potenziellen Gefahren und Komplikationen verbunden. Eine gefürchtete Komplikation ist die unerkannte ösophagale Fehllage mit potenziellem Hirnschaden. Andere Komplikationen wie Verletzungen der Schleimhaut oder Zähne, Broncho- oder Laryngospasmen werden ebenfalls häufig beschrieben.<sup>[3,50]</sup> Derartige Komplikationen sind vielfach mit einer erschwerten Intubation verbunden, die insbesondere durch die Umgebungsbedingungen im prähospitalen Umfeld auftreten können.

## 1.1 Definition des erschwerten Atemweges

Eine allgemein akzeptierte Definition des erschwerten Atemweges existiert nicht. Die Task Force der American Society of Anaesthesiologists (ASA) beschreibt den schwierigen Atemweg als Situation, in der ein ausgebildeter Anästhesist Schwierigkeiten bei der Maskenbeatmung, der endotrachealen Intubation oder beidem hat.<sup>[4]</sup> Da diese Situation sehr vielschichtig erscheint, ist die Unterteilung des schwierigen Atemweges sinnvoll. Die ASA hat die folgende Unterteilung vorgenommen.<sup>[4]</sup>

### 1. Schwierige Maskenbeatmung:

Für einen Anästhesisten ist eine adäquate Maskenbeatmung aufgrund einer großen Gasleckage oder anderer Widerstände nicht möglich.

## **2. Schwierige Laryngoskopie:**

Auch nach mehreren Intubationsversuchen ist die Darstellung von Stimmbandstrukturen nicht möglich.

## **3. Schwierige Intubation:**

Die Intubation erfordert mehrere Intubationsversuche, unabhängig von der Anwesenheit trachealer Pathologien.

## **4. Gescheiterte Intubation:**

Auch nach mehreren Intubationsversuchen ist eine Intubation nicht möglich.

Diese Definition gilt auch im deutschsprachigen Raum für das klinisch-anästhesiologische Umfeld. Im Bereich der Notfallmedizin werden jedoch auch Ärzte aus anderen Fachbereichen eingesetzt. Durch unterschiedliche Voraussetzungen wird deutlich, dass die Definition der ASA nur eingeschränkt in der prähospitalen Situation gelten kann. Die Definition einer erschwerten Laryngoskopie nach *Cormack und Lehane* (C&L) ist eine anerkannte und vielfach angewendete Skalierung.<sup>[6]</sup> Diese 4-stufige Einteilung beschreibt jedoch nur die Einstellbarkeit der Kehlkopfebene. *Williams et al.* konnten zeigen, dass trotz einer Einstellbarkeit der Stimmbandebene des Grades 3 oder 4 nach C&L „viele Patienten“ bereits beim ersten Intubationsversuch intubiert werden konnten.<sup>[72]</sup> Dennoch gilt der direkte Blick auf den die Stimmbandebene passierenden Tubus als sicheres Zeichen der korrekten Tubuslage. *Zwillich et al.* postulierten die schwierige Intubation als Zeitverzögerung von mehr als 3 Minuten oder die Notwendigkeit von mehr als 3 Intubationsversuchen.<sup>[73]</sup> Hierbei konnte eine Beziehung zwischen der Anzahl der notwendigen Intubationsversuche und einer erschwerten Intubation gezeigt werden. *Keith et al.* setzten unterschiedliche Inzidenzen des erschwerten Atemweges voraus, abhängig von der verwendeten Definition.<sup>[44]</sup>

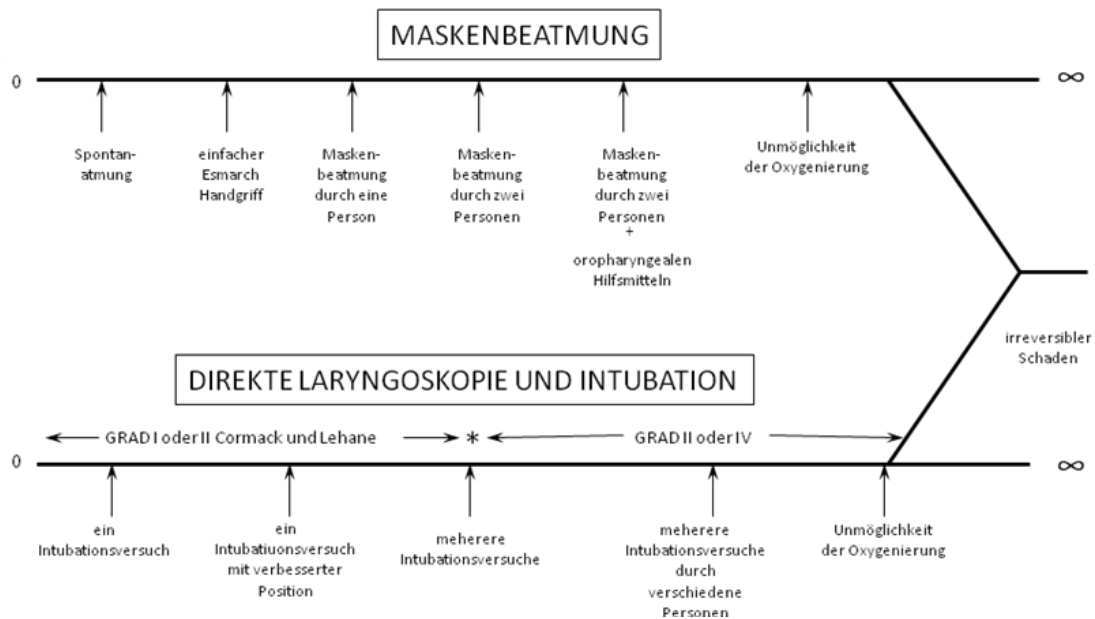


Abbildung 1: erschwerter Atemweg

Quelle: mod. nach Benumof <sup>[5]</sup>

Die Abbildung 1 von Benumof zeigt, dass der erschwerte Atemweg keine feststehende Situation darstellt. Vielmehr handelt es sich um ein Kontinuum von erschwerten Situationen. Die Sicht nach einem gescheiterten Intubationsversuch kann sich weiter verschlechtern, so dass es zur Unmöglichkeit der ETI kommen kann. Bei gleichzeitig fehlender Möglichkeit einer alternativen Oxygenierung kann es schnell zu einer Hypoxie mit irreversiblen Schaden kommen.

## 1.2 Inzidenz des erschweren Atemweges

Die Inzidenz des erschweren Atemweges in der innerklinischen Situation wird von *Benumof* mit 1-18 % angegeben, eine schlechte Einstellbarkeit der Stimmbandebene (C&L-Grad  $\geq 3$ ) hingegen nur mit 1-4 %.<sup>[47]</sup> Die Wahrscheinlichkeit einer Unmöglichkeit der konventionellen Intubation liegt bei 0,05-0,35 %.<sup>[5]</sup> Die vital bedrohliche Situation der gleichzeitigen Unmöglichkeit der Intubation und der alternativen Beatmung wird mit 0,0001-0,02 % angegeben.<sup>[5]</sup> Für die prähospitalen Situation liegen die Inzidenzen des erschweren Atemweges deutlich höher.<sup>[3,9,37,58,59]</sup>

Die folgende Tabelle 1 verdeutlicht die Bandbreite der Studienergebnisse in der Literatur für die Inzidenz erschwerter Atemwege.

Autor	N	Erfolgsrate der Intubation	Inzidenzen/Komplikationen
Adnet <sup>[3]</sup>	691	99 %	10 % erschwerter Atemweg
Combes <sup>[9]</sup>	1442	99 %	7 % schwierige Intubationen
Eich <sup>[11]</sup>	58	98%	Nur Kinder 23 % erschwerte Intubationen
Grmec <sup>[18]</sup>	345		Nur Erwachsene 2 % primär ösophagale Fehllagen
Gunning <sup>[19]</sup>	114	97%	9 % erschwerter Atemweg
Jemmett <sup>[24]</sup>	167	81%	12 % primäre Tubusfehllagen
Katz <sup>[27]</sup>	108		25 % Fehllagen des Tubus bei Krankenhausaufnahme
Krisanda <sup>[31]</sup>	278	75%	33 % mehrfache Intubationsversuche
Lyon <sup>[37]</sup>	794	72%	8,8 % erschwerter Atemweg
Sakles <sup>[46]</sup>	610	98%	1 % Unmöglichkeit der konventionellen Intubation
Thierbach <sup>[58]</sup>	598	98%	20 % erschwerte Intubationen und Komplikationen
Timmermann <sup>[59]</sup>	1016	98%	14 % erschwerter Atemweg

Tabelle 1: Inzidenzen und Komplikationen der erschwerten prähospitalen Intubation

Die Tabelle macht deutlich, dass die Angabe einer Inzidenz der erschwerten Intubation aufgrund unterschiedlicher Definitionen und Fragestellungen schwierig ist.

Insgesamt werden jedoch häufig nur der Gesamterfolg oder die Inzidenz des erschweren Atemweges des Gesamtkollektivs angegeben. Durch die Heterogenität des Patientenkollektivs wird die Vergleichbarkeit zusätzlich erschwert. Einige Untersuchungen beziehen sich nur auf Traumapatienten oder schließen spezielle Altersgruppen aus, die jedoch zum Alltag der prähospitalen Versorgung zählen.

### 1.3 Ursachen der erschwerten prähospitalen Intubation

Die ETI im prähospitalen Umfeld ist nicht mit der klinischen Situation vergleichbar. Unterschiede bestehen in den äußeren Umgebungsbedingungen und Witterungseinflüssen sowie in der Qualifikation und dem Grad der Expertise des Notarztes. Viele Untersuchungen zum schwierigen Atemweg wurden von Anästhesisten durchgeführt, die eine langjährige Erfahrung im Bereich der elektiven und erschwerten Atemwegssicherung besitzen. In der elektiven klinischen Situation befinden sich Patienten während der Narkoseeinleitung in optimaler Lagerung. In der prähospitalen Situation werden Patienten häufig in ungewöhnlicher Situation versorgt. Wenn Verletzte eingeklemmt oder in engen Umgebungsbedingungen vorgefunden werden, macht dies eine optimale Lagerung des Patienten unmöglich. *Combes et al.* zeigten, dass die Position des Notarztes während der Intubation einen entscheidenden Einfluss auf den Verlauf und den Erfolg der Intubation hat.<sup>[9]</sup> Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die möglichen Ursachen einer erschwerten prähospitalen Intubation.

<b>Situative Ursachen</b>
eingeschränkter Zugang zum Patienten
schlechte Witterungsverhältnisse
unzureichendes Equipment
<b>Patientenbezogene Ursachen</b>
Sekret im Bereich der oberen Atemwege
oropharyngeale Verletzungen
zervikale Immobilisation (Stiff-Neck)
mangelnde Mundöffnung
Adipositas
vorbestehende oropharyngeale anatomische Veränderungen
<b>Anwenderbezogene Ursachen</b>
mangelnde Expertise
unvollständige Sedierung oder Relaxierung

Tabelle 2: Ursachen der erschwerten prähospitalen Intubation (mod. nach Russo<sup>[45]</sup>)

## 1.4 Intubationserfahrung der Notärzte

Die Intubationserfahrung der Anwender ist in den prähospitalen Studien unterschiedlich. Der Median schwankt von 1 Intubation/Jahr bis zu 12 Intubationen/Jahr.<sup>[8,48, 70]</sup> *Johnston et al.* zeigten, dass Paramedics während ihrer Ausbildung im Median nur 6-10 supervidierte Intubationen durchführen.<sup>[26]</sup> *Warner et al.* offenbarten in einer prospektiven Studie mit Paramedics, dass der Intubationserfolg vom Grad der Expertise abhängig ist.<sup>[70]</sup> Inwieweit diese an Paramedics erhobenen Daten auf ein ärztlich besetztes Rettungsdienstsystem bezogen werden können bleibt ungeklärt.

In einem System unterschiedlicher Intubationserfahrung spielen Daten von Paramedics möglicherweise dennoch eine entscheidende Rolle. Da die Expertise der Notärzte bezüglich des Atemwegsmanagements ebenfalls sehr heterogen ist.

In der prähospitalen Versorgung werden sowohl erfahrene Anästhesisten als auch Ärzte mit wenig Erfahrung eingesetzt. In einer Untersuchung von *Timmermann et al.* gaben 70 % der nicht-anästhesiologischen Ärzte an, weniger als 100 innerklinische Intubation durchgeführt zu haben.<sup>[60]</sup> *Grenzwürker et al.* berichtete in einer retrospektiven Untersuchung eines ärztlich besetzten Rettungsdienstes, dass die durchschnittliche Inzidenz der prähospitalen Intubation bei 1-6,7/Monat liegt.<sup>[16]</sup> *Gries et al.* kam sogar nur zu einer durchschnittlichen Inzidenz von 0,5-1,5/Monat.<sup>[17]</sup> *Garza et al.* und *Bradley et al.* konnten zeigen, dass der Grad des Erfahrungsstandes mit dem Intubationserfolg, bei Rettungsassistenten, korreliert.<sup>[7,14]</sup> Möglicherweise beeinflusst die Zugehörigkeit eines speziellen Fachgebietes den Intubationserfolg. Inwieweit habituelle oder verletzungsbedingte Merkmale des Patienten oder Umgebungsbedingungen zu einer erschweren Intubation führen, ist die Fragestellung dieser Untersuchung.

## 1.5 Hypothesen

### *erschwerte Intubation*

Die Inzidenz einer erschwerten endotrachealen Intubation ist im prähospitalen Umfeld gegenüber der innerklinischen Intubation erhöht.

Dabei beeinflussen habituelle Merkmale des Patienten und Umgebungsbedingungen die Inzidenz einer erschwerten endotrachealen Intubation.

*Fachgebietenvergleich*

Der Erfolg einer endotrachealen Intubation im prähospitalen Umfeld ist abhängig von der Fachabteilungszugehörigkeit des intubierenden Notarztes.

Die größere Expertise von Anästhesisten für die endotracheale Intubation bedingt eine geringere Inzidenz einer erschwerten endotrachealen Intubation.

## 2 Methodik der durchgeführten Untersuchung

Die Untersuchung wurde im Zeitraum eines Jahres am Notarztstützpunkt des Universitätsklinikums Benjamin Franklin der Charité durchgeführt. Dieser Notfallstützpunkt verfügt über einen Rettungshubschrauber (RTH) und einen Notarztwagen (NAW). Beide Rettungsmittel versorgen einen Einzugsbereich von etwa 400.000 Einwohnern und sind in einem System mit 95 Rettungswagen und insgesamt 15 Rettungsmitteln mit Notarztbesetzung integriert.

Alle Rettungsmittel werden zentral von der Leitstelle der Berliner Feuerwehr koordiniert. Nach einem standardisierten Notrufabfrageprotokoll wird das entsprechende Rettungsmittel entsandt. Die Einsatzindikation für den Rettungshubschrauber ist identisch mit der eines bodengebundenen notarztbesetzten Rettungsmittels. Die Notärzte werden aus dem klinischen Bereich der Anästhesie oder Inneren Medizin rekrutiert. Etwa 60 % stammen aus der Klinik für Innere Medizin und 40 % aus der Anästhesie. Alle Ärzte verfügen über ein Minimum von 5 Jahren klinischer Erfahrung einschließlich einer intensivmedizinischen Rotation von mindestens 12 Monaten.

### 2.1 Studiendurchführung

Das Standardprozedere zur Intubation aller Patienten mit erhaltenen Schutzreflexen wurde nach dem Prinzip der Rapid-Sequence-Induction unter Verwendung eines Macintosh-Laryngoskopspatels der Größe 3 oder 4 durchgeführt. Die Verifizierung der Tubuslage erfolgte durch die Anwendung der Kapnographie, Visualisation des Tubus und Auskultation des Thorax. Nach jeder Intubation wurde ein standardisiertes Erhebungsprotokoll (*siehe Anhang*) vom Notarzt ausgefüllt. Dieses beinhaltete biophysikalische Daten des Patienten und dokumentierte die Intubationssituation. Hierbei wurden die Sicht auf die Stimmbandebene nach *Cormack und Lehane* (C&L), die Anzahl der Intubationsversuche, potenzielle Schwierigkeiten bei der Intubation und die Anwendung technischer Hilfsmittel angegeben. Im Anschluss jeder Intubation sollte der betreffende Notarzt eine Selbsteinschätzung des Schwierigkeitsgrades der erfolgten Intubation geben. Alle Erhebungsprotokolle wurden hinsichtlich Vollständigkeit und Plausibilität mit den Einsatzprotokollen verglichen. Als schwierige Intubation definierten wir die schlech-



te Einstellbarkeit der Kehlkopfebene (C&L-Grade 3 oder 4), die Notwendigkeit von mehr als 3 Intubationsversuchen oder die Unmöglichkeit der konventionellen Intubation. Auch wenn die Intubation trotz schlechter Einstellbarkeit der Stimmbandebene im ersten Versuch gelingt, wird ein solcher Fall als schwierige Intubation gewertet. Da die Klassifikation nach C&L, insbesondere bei wenig erfahrenen Anwendern, nicht immer konsequent gebraucht wird, wurde der C&L-Grad auf dem Erhebungsbogen als Schema visualisiert (s. Abbildung 2).

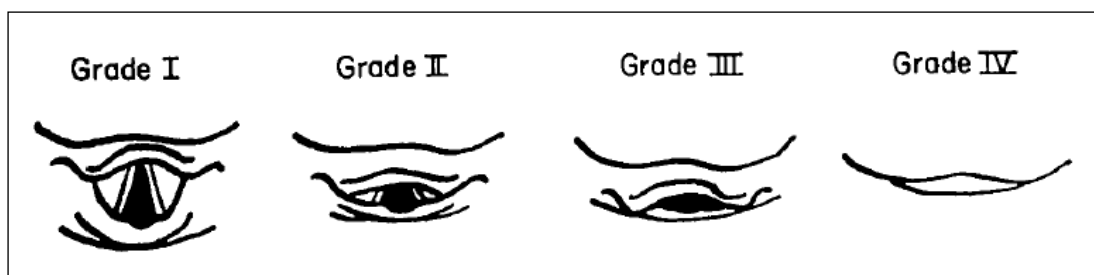


Abbildung 2: Visualisierung der Stimmbandebene

Quelle: mod. nach Cormack <sup>6</sup>

## 2.2 Festlegung der Parameter und Variablen

Die Beurteilung der Einstellbarkeit auf die Kehlkopfebene wurde nach der Klassifikation von *Cormack und Lehane* durchgeführt.<sup>[6]</sup> Dokumentiert wurde die beste laryngoskopische Sicht auf die Kehlkopfebene, gegebenenfalls auch nach Optimierung der Kopfposition oder Anwendung externen Kehlkopfdrucks.

Variable	Erklärung
C&L-Grad 1	die Glottis ist vollständig sichtbar
C&L-Grad 2	nur die hintere Kommissur der Glottis ist sichtbar
C&L-Grad 3	nur die Epiglottis ist sichtbar
C&L-Grad 4	keine laryngeale Struktur ist sichtbar

Tabelle 3: Sichtbarkeit der Kehlkopfebene nach Cormack und Lehane

Biometrische Daten, habituelle Merkmale (verringerte Mundöffnungsfläche, kurzer Hals) der Patienten und Umgebungsbedingungen (Verletzungen im Gesichtsbereich, oropharyngeale Blutungen, Verlegung der Atemwege) als Faktoren einer erschwerten Intubation, wurden ebenfalls untersucht.

Variable	Erklärung
schlechter Zahnstatus	jede Zahnstellung, die die laryngeale Sicht verschlechtert
Schwellung	jede oropharyngeale oder laryngeale Schwellung
mangelnde MÖF	Mundöffnungsfläche < 3 als Querfinger
Adipositas	BMI > 30 kg/m <sup>2</sup>
Kehlkopfdruck	BURP und Sellik-Handgriff

Tabelle 4: Variablen

### 2.2.1 Selbsteinschätzung der Intubation durch den Notarzt

Nach jeder Intubation sollte der Notarzt die Intubation auf einer dichotomen Ordinalskala selbst beurteilen. Die Notärzte wurden angehalten, nur die Intubation in die Entscheidungsfindung einfließen zu lassen. Schwierigkeiten bei der Maskenbeatmung oder der Platzierung eines anderen supraglottischen Atemhilfsmittels sollten nicht berücksichtigt werden.

### 2.2.2 Erschwerte Intubation

Gemäß der Klassifikation der ASA und einer großen prospektiven Studie von *Adnet et al.* definierten wir die erschwerte Intubation in unserer Untersuchung als:<sup>[3,4]</sup>

- Einstellbarkeit der Stimmbandebene, nach der Klassifikation von C&L Grad  $\geq 3$ ,
- Notwendigkeit von  $\geq 3$  Intubationsversuchen bis zur erfolgreichen endotrachealen Intubation,
- Unmöglichkeit der konventionellen Intubation,
- Notwendigkeit eines chirurgischen Luftweges einschließlich trachealer Punktionen.

Die Definition der erschwerten Intubation beinhaltet in unserer Studie die erschwerte Laryngoskopie und die gescheiterte Intubation. Die Mehrfachnennung als Ursache der erschwerten Intubation ist möglich.

## 2.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Im Zeitraum vom 1. Mai 2004 bis 31. März 2005, wurden alle Intubationen von Notärzten der beiden Rettungsmittel eingeschlossen. Intubationen durch Notärzte anderer Stützpunkte oder zufällig anwesende Ärzte wurden von der Studie ausgeschlossen. Um eine zeitnahe und realistische Erfassung der Daten zu ermöglichen, wurden Studienprotokolle, die erst nach 14 Tagen vervollständigt wurden, ebenfalls ausgeschlossen.

## 2.4 Statistik

Als Studiendesign wählten wir eine prospektive Datenerhebung, alle Informationen wurden in einem standardisierten Dokumentationsprotokoll erfasst und ausgewertet. Die Daten wurden in einer Datenbank gesammelt und mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS Version 18.0 ausgewertet. Die statistische Auswertung der Variablen mit einer Nominal- oder Ordinalskala erfolgte mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson. Grundvoraussetzung ist, dass keine erwartete Häufigkeit kleiner als 1 ist und die erwartete Häufigkeit  $< 5$  nicht mehr als 20 % unterschritten wird. Sind nicht alle Voraussetzungen für den Chi-Quadrat-Test nach Pearson erfüllt, können die Häufigkeitsverteilungen durch den exakten Test nach Fisher bestimmt werden. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha < 0,05$  festgesetzt. Bei den biometrischen Daten handelt es sich um Variablen mit einem Intervallskalenniveau, daher wurde ein Mittelwertvergleich für unabhängige Stichproben verwendet.

## 2.5 Fallzahlkalkulation für den primären Endpunkt

Mit einer 95-prozentigen Sicherheit soll der tatsächliche Wert im Konfidenzintervall von 5 % um den erwarteten Wert von 10 % aus der Stichprobe liegen, wobei von einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 0,05$  ausgegangen wird. Somit ergibt sich eine kalkulierte Fallzahl von 130. Um witterungsbedingte Einflüsse als Ursachen der erschwerten Intubation auszuschließen, wurde der Studienzeitraum von mindestens einem Jahr festgesetzt.

## 2.6 Messparameter

### *Primärer Messparameter*

In der vorliegenden Untersuchung wurde in erster Linie die Inzidenz der erschwerten Intubation im präklinischen Umfeld bestimmt. Durch die vorherige Definition einer erschwerten Intubation wird eine Gruppe „erschwerte Intubation“ gebildet.

### *Sekundäre Messparameter*

Um Risikofaktoren der erschwerten ETI zu ermitteln, werden einzelne Variablen der Patienten, der Umgebungsbedingungen und der Berufserfahrung der Behandelnden der Gruppe der „normalen Intubation“ der Gruppe der erschwerten ETI gegenübergestellt.

Weiterhin werden diese Variablen bezüglich des Fachgebietes des Notarztes miteinander verglichen, um fachspezifische Unterschiede bezüglich einer erschwerten Intubation zu untersuchen.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Die erschwerte prähospitaler endotracheale Intubation**

In der prähospitalen Situation wiesen 36 Patienten (13 %) Kriterien der erschwerten Intubation auf. Bei 3 Patienten waren mehr als 3 Intubationsversuche notwendig, um den Tubus sicher zu platzieren. Bei allen diesen Patienten konnte die Stimmbandebene nur unzureichend dargestellt werden. 4 Patienten konnten auch nach mehrmaligen Intubationsversuchen nicht erfolgreich intubiert werden. Die Ventilation wurde durch alternative Beatmungsmöglichkeiten sichergestellt. In einem Fall wurde der Patient durch eine supraglottische Atemhilfe ausreichend ventiliert, in 3 Fällen konnte die Oxygenierung durch eine Maskenbeatmung sichergestellt werden. Der Transport erfolgte unter kontinuierlicher Maskenbeatmung.

### **3.2 Untersuchungszeitraum**

Im Untersuchungszeitraum zwischen Mai 2004 und Mai 2005 wurden 3.979 Patienten von den Notärzten des Stützpunktes behandelt. Hierbei wurden 1.809 Patienten von Anästhesisten und 2.170 Patienten von Internisten versorgt. Die Gesamtzahl der endotrachealen Intubationen (ETI) betrug 305, wovon 24 Fälle aufgrund unvollständiger oder verspätet eingereicherter Studienprotokolle ausgeschlossen wurden. 5 Patienten wurden durch Rettungsassistenten oder Ärzte intubiert, die nicht auf den für die Untersuchung relevanten Rettungsmitteln tätig waren, und daher ebenfalls ausgeschlossen.

Somit beträgt die Gesamtzahl der eingeschlossenen ETI 276. 89 (32 %) dieser Intubationen wurden durch Notärzte des Rettungshubschraubers, 187 (68 %) durch Notärzte des Notarztwagens durchgeführt.

#### **3.2.1 Biometrische Daten**

Die biometrischen Daten der Patienten mit und ohne einer erschwerten Intubation werden in der folgende Tabelle zum Vergleich dargestellt.

	nicht erschwerte ETI (n=240)	erschwerter ETI (=36)	Signifikanz
<b>Alter</b>	65 (52/72;4-97)	63 (50/70;1-85)	0,4
<b>Größe</b>	170 (165/177;65-190)	170 (165/180;100-190)	0,2
<b>Gewicht</b>	80(70/85;25-130)	90 (75/110;3-156)	0,001
[Median (25.Perzentile/75.Perzentile; Minimum-Maximum)]			

Tabelle 5: erschwerte Intubation – biometrische Daten

Alter und Größe zeigen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen der nicht erschwerten und erschwerten Intubation. In der Gruppe der erschwerten Intubationen liegt allerdings ein signifikant höheres Gewicht vor.

Geschlecht	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
weiblich	94	11	105
männlich	146	25	171
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,985	1	0,32
Exakter Test nach Fisher			0,36

Tabelle 6: erschwerte Intubation – Geschlecht

Hinsichtlich des Geschlechtes gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen der leichten und erschwerten Intubationen. Beide Gruppen sind homogen verteilt.

### 3.2.2 Indikationen zur endotrachealen Intubation

Diagnose	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
Koma	36	1	37
Reanimation	152	24	176
Respiratorische Insuffizienz	24	4	28
SHT	17	4	21
SV	11	3	14
Gesamt	240	36	276
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	5	4	0,27

Tabelle 7: erschwerte Intubation – Indikation zur Intubation

Es gibt keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten der erschwerten Intubation und der Indikation zur Atemwegssicherung.

### 3.2.3 Visualisierungsgrad nach Cormack und Lehane

Visualisierung		erschwert	
		nein	ja
C&L-Grad 1	Anzahl	151	0
	Prozent	62,9	0
C&L-Grad 2	Anzahl	89	0
	Prozent	37,1	0
C&L-Grad 3	Anzahl	0	32
	Prozent	0	88,8
C&L-Grad 4	Anzahl	0	4
	Prozent	0	11,1
Gesamt	Anzahl	240	36
	Prozent	87	13

Tabelle 8: erschwerte Intubation – Visualisierungsgrad nach Cormack und Lehane

### 3.2.4 Anzahl der Intubationsversuche

Die Anzahl der Intubationsversuche, die notwendig waren, um den Tubus richtig zu platzieren, werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Intubationsversuche	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
1	223	17	240
2	17	10	27
3	0	6	6
> 3	0	3	3

Tabelle 9: erschwerte Intubation – Intubationsversuche

Anzahl der Intubationsversuche	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
1	223	17	240
> 1 Versuch	17	19	36
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	57,6	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 10: erschwerte Intubation – Intubationsversuche

Die Variable Intubationsversuche zeigt in mehreren Zeilen eine Unterschreitung der erwarteten Häufigkeit von 1. Die Voraussetzung für einen Chi-Quadrat-Test ist somit nicht erfüllt. Erst nach Zusammenfassung der Ergebnisse kann der Chi-Quadrat-Test angewendet werden. Hinsichtlich der Intubationsversuche gibt es einen signifikanten Unterschied. In der Gruppe der erschwerten Intubation waren mehr Intubationsversuche zur richtigen Platzierung des Tubus notwendig.

### 3.2.5 Habitus

In den folgenden Tabellen werden habituelle Merkmale der Patienten in den Gruppen nicht erschwerte vs. erschwerte Intubationen miteinander verglichen.



langer Hals	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	221	31	252
ja	19	5	24
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	1,40	1	0,23
Exakter Test nach Fisher			0,18

Tabelle 11: erschwerte Intubation – langer Hals

kurzer Hals	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	191	16	207
ja	49	20	69
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	20,61	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 12: erschwerte Intubation – kurzer Hals

Verletzungen Gesicht	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	232	30	262
ja	8	6	14
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	11,55	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,005

Tabelle 13: erschwerte Intubation – Verletzungen im Gesicht

schlechter Zahnstatus	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	212	26	283
ja	28	10	38
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	6,84	1	0,009
Exakter Test nach Fisher			0,013

Tabelle 14: erschwerte Intubation – schlechter Zahnstatus

mangelnde MÖF	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	236	28	264
ja	4	8	12
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	31,80	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 15: erschwerte Intubation – mangelnde MÖF

Aspiration	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	201	28	229
ja	39	8	47
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,79	1	0,37
Exakter Test nach Fisher			0,25

Tabelle 16: erschwerte Intubation – Aspiration

Schwellung	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	235	32	267
ja	5	4	9
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	8,08	1	0,004
Exakter Test nach Fisher			0,019

Tabelle 17: erschwerte Intubation – Schwellung

Adipositas	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	218	25	243
ja	22	11	33
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	13,60	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 18: erschwerte Intubation – Adipositas

M. Bechterew	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	240	32	272
ja	0	4	4
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	27,05	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 19: erschwerte Intubation – M. Bechterew

Verlegung der Atemwege	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	228	34	262
ja	12	2	14
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,02	1	0,88
Exakter Test nach Fisher			0,56

Tabelle 20: erschwerte Intubation – Verlegung der Atemwege

Blutung Rachen	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	236	29	265
ja	4	7	11
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	25,85	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 21: erschwerte Intubation – Blutung im Rachen

Bei den Merkmalen kurzer Hals, Verletzung im Gesicht, schlechter Zahnstatus, mangelnde Mundöffnungsfläche (MÖF), Schwellung, Adipositas, M. Bechterew und Blutungen im Bereich des Rachens zeigt sich ein signifikanter Unterschied. In der Gruppe der erschwerten Intubationen traten diese Merkmale häufiger auf.

### 3.2.6 Räumliche Verhältnisse

Die folgenden Tabellen beschreiben Änderungen der räumlichen Verhältnisse im Vergleich zwischen den Gruppen einer leichten vs. erschwerten Intubation.

enger Platz	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	180	16	196
ja	60	20	80
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	14,19	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 22: erschwerte Intubation – enge Platzverhältnisse

Stiff-Neck	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	220	33	253
ja	20	3	23
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,001	1	1,00
Exakter Test nach Fisher			0,64

Tabelle 23: erschwerte Intubation – Stiff-Neck

ETI am Boden	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	74	12	86
ja	166	24	190
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,09	1	0,76
Exakter Test nach Fisher			0,45

Tabelle 24: erschwerte Intubation – Intubation am Boden

Das Merkmal „enger Platz“ trat in der Gruppe der erschwerten Intubationen signifikant häufiger auf. Hingegen gibt es keinen statistisch signifikanten Zusammenhang bezüglich der Immobilisation der HWS durch einen Stiff-Neck oder bezüglich des Intubierens auf dem Boden.

### 3.2.7 Nutzung von Hilfsmitteln zur Intubation

In den folgenden Tabellen werden die angewendeten Hilfsmittel in den Gruppen der leichten vs. erschwerten Intubation dargestellt.

Kopfpolster	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	183	20	203
ja	57	16	73
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	6,89	1	0,009
Exakter Test nach Fisher			0,01

Tabelle 25: erschwerte Intubation – Kopfpolster

Führungsstab	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	164	12	176
ja	76	24	100
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	16,59	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 26: erschwerte Intubation – Führungsstab

Absaugung	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	193	25	218
ja	47	11	58
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	2,27	1	0,13
Exakter Test nach Fisher			0,10

Tabelle 27: erschwerte Intubation – Absaugung

Kehlkopfdruck	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
nein	204	24	228
ja	36	12	48
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	7,32	1	0,007
Exakter Test nach Fisher			0,01

Tabelle 28: erschwerte Intubation – Kehlkopfdruck

Der Einfluss der Anwendung eines Kopfpolsters, eines Führungsstabes oder des Kehlkopfdrucks ist statistisch signifikant. In der Gruppe der erschwerten Intubationen wurden diese Hilfsmittel häufiger eingesetzt.

### 3.2.8 Berufserfahrung

Berufserfahrung	erschwert		Gesamt
	nein	ja	
1–7 Jahre	85	12	97
8-14 Jahre	85	12	97
> 14 Jahre	70	12	82
	Wert	df	Signifikanz
Chi- Quadrat nach Pearson	0,26	2	0,87

Tabelle 29: erschwerte Intubation – Berufserfahrung

Hinsichtlich der Berufserfahrung gibt es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen der leichten und erschwerten Intubation.

## 3.3 Vergleich der Fachgebiete

Im Folgenden werden die Fachgebiete Anästhesie und Innere Medizin miteinander verglichen. Durch den Vergleich der Verteilung biometrischer Daten, habitueller Merkmale oder den Umgebungsbedingungen können Rückschlüsse auf die Verteilung der Patienten innerhalb der Fachgebiete gezogen werden. Befindet sich kein Unterschied in der Verteilung der Gruppen, so ist das untersuchte Merkmal nicht ursächlich für eine erschwerte Intubation.

### 3.3.1 Biometrische Daten

Die folgenden Tabellen beschreiben die Verteilung biometrischer Daten abhängig vom jeweiligen Fachgebiet.

	<b>Anästhesie (n=146)</b>	<b>Internisten (n=130)</b>	<b>Signifikanz</b>
<b>Alter</b>	65 (52/72;1-97)	65 (52/72;16-72)	0,8
<b>Größe</b>	170 (165/180;100-190)	172 (165/180;65-190)	0,3
<b>Gewicht</b>	80(70/85;3-130)	80 (70/90;45-156)	0,4
[Median (25.Perzentile/75.Perzentile; Minimum-Maximum)]			

Tabelle 30: Fachvergleich – biometrische Daten

<b>Geschlecht</b>	<b>Fachgebiet</b>		<b>Gesamt</b>
	<b>Anästhesie</b>	<b>Innere</b>	
weiblich	56	49	105
männlich	90	81	171
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,01	1	0,91
Exakter Test nach Fisher			0,50

Tabelle 31: Fachvergleich – Geschlecht

Die biometrischen Daten zeigen keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen Anästhesie und Innere Medizin. Die Verteilung ist homogen.

### 3.3.2 Indikationen zur endotrachealen Intubation

Tabelle 33 stellt die Verteilung der Indikationen der Intubation zwischen den beiden Fachgebieten dar.

<b>Diagnose</b>	<b>Fachgebiet</b>		<b>Gesamt</b>
	<b>Anästhesie</b>	<b>Innere</b>	
Koma	27	10	37
Reanimation	91	85	176
Respiratorische Insuffizienz	11	17	28
SHT	12	9	21
SV	5	9	14
Gesamt	146	130	276
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	10	4	0,06

Tabelle 32: Fachvergleich – Indikation zur Intubation

Die Indikationen zur Intubation zeigen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Fachgebieten.

### 3.3.3 Einstellbarkeit der Stimmbandebene

Visualisierungsgrad		Fachgebiet		Gesamt
		Anästhesie	Innere	
C&L-Grad 1	Anzahl	96	55	151
	Standardisierte Residuen	1,7	-1,8	
C&L-Grad 2	Anzahl	37	52	89
	Standardisierte Residuen	-1,5	1,6	
C&L-Grad 3	Anzahl	12	20	32
	Standardisierte Residuen	-1,2	1,3	
C&L-Grad 4	Anzahl	1	3	4
		Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson		14,53	2	0,001

Tabelle 33: Fachvergleich – Visualisierungsgrad nach Cormack und Lehane

Tabelle 34 zeigt die Verteilung der Einstellbarkeit der Stimmbandebene zwischen den beiden Fachgebieten. Die Zeile C&L-Grad 4 ist aufgrund der Unterschreitung der erwarteten Häufigkeit nicht in die Berechnung der Kreuztabelle aufgenommen worden und wird nur zur deskriptiven Darstellung aufgeführt. Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Visualisierungsgrad der Stimmbandebene und dem Fachgebiet. Durch die Darstellung der standardisierten Residuen in der Mehrfeldkreuztabelle wird die Tendenz zur Annahme der Alternativhypothese in den jeweiligen Zeilen dargestellt. Hierbei ist der Unterschied der Visualisierung der Kehlkopfebene im Grad 1 am stärksten ausgeprägt.



### 3.3.4 Anzahl der Intubationsversuche

Intubationsversuche	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
1	131	109	240
2	11	16	27
3	4	2	6
> 3	0	3	3
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	2,29	2	0,31

Tabelle 34: Fachvergleich – Intubationsversuche

Die Anzahl der notwendigen Intubationsversuche unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den beiden Fachgebieten.

### 3.3.5 Habitus

In den folgenden Tabellen werden Unterschiede bezüglich habitueller Merkmale, räumlicher Umgebungsbedingungen oder die Anwendung von Hilfsmitteln zwischen den beiden Fachgebieten beschrieben.

Hals lang	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	128	124	252
ja	18	6	24
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	5,15	1	0,02
Exakter Test nach Fisher			0,01

Tabelle 35: Fachvergleich – Hals lang

Hals kurz	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	107	100	207
ja	39	30	69
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,48	1	0,48
Exakter Test nach Fisher			0,28

Tabelle 36: Fachvergleich – Hals kurz

Verletzung im Gesicht	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	138	124	262
ja	8	6	14
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,10	1	0,74
Exakter Test nach Fisher			0,48

Tabelle 37: Fachvergleich – Verletzung Gesicht

schlechter Zahnstatus	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	120	118	238
ja	26	12	38
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	4,26	1	0,03
Exakter Test nach Fisher			0,02

Tabelle 38: Fachvergleich – schlechter Zahnstatus

mangelnde MÖF	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	139	125	264
ja	7	5	12
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,14	1	0,70
Exakter Test nach Fisher			0,46

Tabelle 39: Fachvergleich – mangelnde MÖF

Aspiration	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	117	112	229
ja	29	18	47
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	1,76	1	0,18
Exakter Test nach Fisher			0,12

Tabelle 40: Fachvergleich – Aspiration

Schwellung	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	143	124	267
ja	3	6	9
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	1,42	1	0,23
Exakter Test nach Fisher			0,19

Tabelle 41: Fachvergleich – Schwellung

Adipositas	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	129	114	243
ja	17	16	33
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,02	1	0,86
Exakter Test nach Fisher			0,50

Tabelle 42: Fachvergleich – Adipositas

M. Bechterew	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	146	126	272
ja	0	4	4
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	4,55	1	0,03
Exakter Test nach Fisher			0,04

Tabelle 43: Fachvergleich – M. Bechterew

Verlegung Atemwege	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	139	123	262
ja	7	7	14
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,05	1	0,82
Exakter Test nach Fisher			0,51

Tabelle 44: Fachvergleich – Verlegung der Atemwege

Blutung Rachen	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	140	125	265
ja	6	5	11
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,01	1	0,91
Exakter Test nach Fisher			0,57

Tabelle 45: Fachvergleich – Blutung im Rachen

Hinsichtlich des Habitus gibt es für die Merkmale langer Hals und einem schlechten Zahnstatus einen signifikanten Unterschied. In der Gruppe der Anästhesisten kamen diese Merkmale häufiger vor.

### 3.3.6 Räumliche Verhältnisse

enger Platz	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	104	92	196
ja	42	38	80
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,007	1	0,93
Exakter Test nach Fisher			0,51

Tabelle 46: Fachvergleich – enger Platz

Stiff-Neck	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	133	120	253
ja	13	10	23
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,13	1	0,71
Exakter Test nach Fisher			0,44

Tabelle 47: Fachvergleich – Stiff-Neck

ETN am Boden	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	47	39	86
ja	99	91	190
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,15	1	0,69
Exakter Test nach Fisher			0,39

Tabelle 48: Fachvergleich – ETN am Boden

Die räumlichen Verhältnisse zeigen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Fachgebieten.

### 3.3.7 Nutzung von Hilfsmitteln zur Intubation

Kopfpolster	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	85	118	203
ja	61	12	73
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	37,45	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 49: Fachvergleich – Kopfpolster

Führungsstab	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	93	83	176
ja	53	47	100
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	0,001	1	0,98
Exakter Test nach Fisher			0,54

Tabelle 50: Fachvergleich – Führungsstab

Absaugung	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	108	110	218
ja	38	20	58
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	4,69	1	0,03
Exakter Test nach Fisher			0,02

Tabelle 51: Fachvergleich – Absaugung

Kehlkopfdruck	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	112	116	228
ja	34	14	48
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	7,50	1	0,006
Exakter Test nach Fisher			0,005

Tabelle 52: Fachvergleich – Kehlkopfdruck

Die Anwendung von Hilfsmitteln zeigt einen signifikanten Unterschied bezüglich der beiden Fachgebiete. Die Gruppe der Anästhesisten nutzte wesentlich häufiger ein Kopfpolster, eine Absaugung während der Intubation und wendeten häufiger einen externen Druck auf den Kehlkopf an, um die Sichtachse auf die Stimmbandebene zu verbessern.

### 3.3.8 Berufserfahrung

Berufserfahrung		Fachgebiet		Gesamt
		Anästhesie	Innere	
1-7 Jahre	Anzahl	65	32	97
	Standardisierte Residuen	1,9	-2,0	
8-14 Jahre	Anzahl	67	30	97
	Standardisierte Residuen	2,2	-2,3	
> 14 Jahre	Anzahl	14	68	82
	Standardisierte Residuen	-4,5	4,7	
		Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson		60,17	2	0,001

Tabelle 53: Fachvergleich – Berufserfahrung

erschwerte Intubation	erschwert		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	133	107	240
ja	13	23	36
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	4,68	1	0,03
Exakter Test nach Fisher			0,02

Tabelle 54: Fachvergleich – erschwerte Intubation

Hinsichtlich der Berufserfahrung der Intubateure zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Fachrichtungen. Anhand der Verteilung der standardisierten Residuen wird deutlich, dass dieser Unterschied in der Gruppe mit der meisten Berufserfahrung liegt. Hierbei wird offensichtlich, dass Internisten im Notfalleinsatz über mehr Berufserfahrung verfügen als die eingesetzten Anästhesisten. Hinsichtlich des Fachvergleiches tritt ein signifikanter Unterschied hervor. Internisten haben signifikant häufiger eine erschwerte Intubation als Anästhesisten.

### 3.3.9 Anwendung von Muskelrelaxantien und Sedativa

Unter Ausschluss der Reanimationen (n=176) und der Fälle ohne Anwendung von Sedativa und Relaxantien (n=15) wird eine mögliche Fallzahl von 85 ermittelt, in denen Muskelrelaxantien und Sedativa zum Einsatz kamen.

	Häufigkeit	Prozent
Anwendung von Sedativa	85	100
Anwendung von Relaxantien	67	78,8
Nur Sedierung	18	21,1
Nur Relaxierung	0	0
Sedierung und Relaxierung	67	78,8

Tabelle 55: Fachvergleich – Sedierung Relaxierung

Relaxierung	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	2	16	18
ja	48	19	67
	Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson	21,46	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 56: Anwendung von Relaxantien

Nur sediert	Fachgebiet		Gesamt
	Anästhesie	Innere	
nein	53	29	82
ja	2	16	18
	Wert	df	Signifikanz
Chi- Quadrat nach Pearson	17,08	1	0,001
Exakter Test nach Fisher			0,001

Tabelle 57: Anwendung von Sedativa

Bei der Anwendung von Muskelrelaxantien und Sedativa zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Fachgebieten. Anästhesisten verwenden signifikant häufiger Muskelrelaxantien zur Intubation als Internisten.



### 3.4 Vorhersagbarkeit einer schwierigen Intubation

Vorhersagbarkeit		Fachgebiet		Gesamt
		Anästhesie	Innere	
nicht befürchtet und leicht	Anzahl	122	89	211
	Standardisierte Residuen	1,0	-1,0	
nicht befürchtet aber erschwert	Anzahl	3	8	11
	Standardisierte Residuen	-1,2	1,2	
befürchtet aber leicht	Anzahl	11	18	29
	Standardisierte Residuen	-1,1	1,2	
befürchtet und erschwert	Anzahl	10	15	25
	Standardisierte Residuen	-0,9	0,9	
		Wert	df	Signifikanz
Chi-Quadrat nach Pearson		9,22	3	0,02

Tabelle 58: Vorhersagbarkeit einer erschwerten Intubation

Die Vorhersagbarkeit einer erschwerten Intubation zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Fachgebieten. Durch die Verteilung der standardisierten Residuen wird der Unterschied insbesondere bei der Vorhersagbarkeit der unerwarteten schwierigen Intubation deutlich. Internisten hatten signifikant mehr nicht befürchtete, jedoch tatsächlich erschwerte Intubationen.

## 4 Diskussion

### 4.1 Inzidenz der erschwerten ETI

Die Sicherung der Atemwege zählt zu den wichtigsten Aufgaben der prähospitalen Notfallversorgung. Viele Studien zeigten eine hohe Inzidenz der erschwerten Intubation.<sup>[10,51,59]</sup> Die Ursachen dieser hohen Inzidenz sind sehr vielschichtig.

Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung der Ursachen und Risikofaktoren der erschwerten Intubation im prähospitalen Umfeld. In unserer Untersuchung wiesen 36 Patienten (13 %) Merkmale einer solchen schwierigen Intubation auf. In 19 Fällen (52,7 %) waren mehrere Intubationsversuche nötig, um den Tubus sicher zu platzieren. Dennoch lag die Erfolgsrate der prähospitalen Intubation in unserer Untersuchung bei 98,5 %. In anderen Untersuchungen variiert die Erfolgsrate zwischen 77 % und 100 %.<sup>[10,21,28,51,68]</sup>

Untersuchungen anderer Autoren zur Frage der erschwerten Intubation zeigen ähnliche Inzidenzen. *Adnet et al.* zeigten eine Inzidenz von 10,8 % erschwerter Intubationen, *Combes et al.* 7 %.<sup>[3,9]</sup> Beide Studien wurden in einem prähospitalen Umfeld mit ähnlicher Studienpopulation durchgeführt. Die ETI wurden hierbei teilweise durch speziell ausgebildetes Pflegepersonal durchgeführt. *Timmermann et al.* konnte eine Inzidenz von 14,8 % erschwerter Intubationen nachweisen. Diese Untersuchung wurde in einem prähospitalen, ärztlich besetzten Umfeld durchgeführt. Die Patientenkollektive dieser Untersuchungen sind mit denen unserer Untersuchung vergleichbar. Biometrische Daten der Patienten und die Verteilung der Indikation zur ETI sind mit unseren Kollektiven vergleichbar.

In unserer Studie konnten 4 Patienten (1,4 %) nicht intubiert werden. Die Sicherung der Atemwege und Oxygenierung konnte durch alternative Atemweghilfsmittel aufrechterhalten werden. In einer ähnlichen Untersuchung von *Timmermann et al.* konnten 2 % aller Patienten nicht intubiert werden.<sup>[59]</sup>

Die Rate der Unmöglichkeit der präklinischen konventionellen Intubation reicht in der Literatur von 0,4 % bis 5 %, abhängig vom Erfahrungsstand und den Gegebenheiten.<sup>[25, 42, 55]</sup>

*Sakles et al.* zeigten in einer ähnlichen Studienpopulation, dass 1,1 % der Patienten nicht intubiert werden konnten.<sup>[46]</sup>

Einen deutlich geringen Anteil mit 0,6 % konnte *Helm et al.* in einer Untersuchung zeigen, mit einem deutlich höheren Anteil an Traumapatienten.<sup>[21]</sup> In unserer Untersuchung war die Oxygenierung durch einen chirurgischen Luftweg nicht notwendig. In anderen Untersuchungen von *Sakles et al.*, *Timmermann et al.*, *Thierbach et al.* und *Combes et al.* ist der chirurgische Luftweg eine Seltenheit und wird mit einer Inzidenz von deutlich unter 1 % angegeben.<sup>[9,46,58,9,59]</sup>

In dieser Untersuchung lag der Anteil der Atemwegssicherung durch die endotracheale Intubation im Rahmen einer Reanimation bei 63,8 %. Ein solch hoher Anteil spiegelt sich auch in anderen urbanen Rettungssystemen wider. So wurde in einer Untersuchung von *Adnet et al.* in 48,2 % der Fälle im Rahmen einer Reanimation intubiert, in einer Untersuchung von *Combes et al.* in 44,4 % der Fälle.<sup>[3,9]</sup> In einer Untersuchung von *Thierbach et al.* wurden in 72 % aufgrund einer nichttraumatischen Ursache die Indikation zur ETI gestellt.<sup>[58]</sup>

In 12,6 % der Fälle standen die Intubationen in Verbindung mit einem Trauma. Andere Untersuchungen haben einen wesentlich größeren Anteil an Traumapatienten: 18,8 % bei *Adnet et al.*, 27,6 % bei *Thierbach et al.*, 69 % bei *Helm et al.*, 100 % bei *Solid et al.*, 18 % bei *Grmec et al.* und 48 % bei *Sakles et al.*<sup>[1,18,21,46,52,58]</sup> Die Erfolgsraten der Intubation unterscheiden sich jedoch nicht von den Studien mit einem geringen Traumaanteil. *Thierbach et al.* jedoch zeigte, dass bei Patienten mit einem Trauma mehr Intubationsversuche notwendig waren.<sup>[58]</sup> Die Erfolgsraten der prähospitalen Intubation während einer kardiopulmonalen Intubation lagen in einer Studie von *Rocca et al.* und *Wang et al.* jedoch höher, als bei Intubationen bei Traumapatienten.<sup>[43,66]</sup>

Der Vergleich der Inzidenzen der erschwerten Intubation mit anderen Untersuchungen ist schwierig. Durch unterschiedliche Definitionen des Atemweges und spezielle Patientenkollektive ist die Vergleichbarkeit nur bedingt möglich. *Rose et al.* konnten zeigen, dass die Inzidenz der erschwerten Intubation in Abhängigkeit der Definition zwischen 10 % und 0,1 % variiert.<sup>[44]</sup>

Einige Studien befassen sich nur mit Patienten mit einem Trauma oder enthalten mehrheitlich Patienten mit einem Trauma, andere Untersuchungen beziehen sich überwiegend auf internistische Notfälle mit einem überragenden Anteil an Reanimationen.<sup>[9,21]</sup>

Isolierte Untersuchungen zu Kollektiven mit Traumapatienten hinsichtlich eines erschwerten Atemweges liegen nicht vor.

## 4.2 Einstellbarkeit der Stimmbandebene und Anzahl der Intubationsversuche

In unserer Untersuchung konnten Anästhesisten die Stimmbandebene signifikant häufiger besser einstellen als Internisten. Jedoch zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen Anästhesie und Innere Medizin bezüglich der notwendigen Intubationsversuche. In anderen Untersuchungen von *Stevenson et al.* oder *Graham et al.* konnten Anästhesisten im Vergleich zu anderen Facharztspezialisierungen ebenfalls besser die Kehlkopfebene einstellen und benötigten weniger Intubationsversuche.<sup>[15,54]</sup> In der Gruppe der erschwerten Intubationen waren mehr Intubationsversuche notwendig, um den Tubus sicher zu platzieren. In unserer Untersuchung konnte die Stimmbandebene in 55 % der Fälle komplett, bei 32 % nur eingeschränkt dargestellt werden, in 12 % der Fälle konnte lediglich die Epiglottis und bei 1 % konnten keine Kehlkopfstrukturen dargestellt werden. Studien von *Wilbers et al.*, *Timmermann et al.* oder *Gunning et al.* kamen zu ähnlichen Ergebnissen.<sup>[19,71]</sup> Das Auftreten einer erschwerten Laryngoskopie ist nicht mit einer Unmöglichkeit einer konventionellen Intubation gleichzusetzen. Jedoch ist eine mangelnde Sicht auf die Kehlkopfebene mit einer erschwerten Intubation vergesellschaftet. Die Wahrscheinlichkeit einer Fehlintubation steigt hierbei an.

In unserer Untersuchung konnte in 87 % bereits nach dem ersten Intubationsversuch der Tubus richtig platziert werden. Mehrfachversuche waren nur in 13% aller Fällen notwendig. In Untersuchungen von *Adnet et al.*, *Timmermann et al.* und *Thierbach et al.* werden Zahlen von 13-32% beschrieben.<sup>[3,58,59]</sup> Lediglich in einer Untersuchung von *Orliaguet et al.* wird in 8 % die Notwendigkeit von mehreren Intubationsversuchen beschrieben.<sup>[41]</sup>

Alle Patienten in unserer Untersuchung, bei denen mehrere Intubationsversuche notwendig waren, wiesen eine schlechte Einstellbarkeit der Stimmbandebene auf. *Helm et al.* konnten ebenfalls zeigen, dass bei einer schlechten Einstellbarkeit der Stimmbandebene deutlich mehr Intubationsversuche aufgewendet werden müssen.<sup>[21]</sup> *Thierbach et al.* und Untersuchungen von *Stewart et al.* zeigten, dass bei Traumapatienten signifikant mehr Intubationsversuche notwendig waren.<sup>[55,58]</sup>

Bei dem Vergleich der erschweren vs. der leichten Intubation wurden in unserer Untersuchung bei den Merkmalen langer Hals, Verletzungen im Gesicht, schlechter Zahnstatus, laryngeale Schwellungen, Adipositas und Blutungen im Gesicht signifikante Unterschiede bei der Verteilung sichtbar. Diese Merkmale sind in der Gruppe der erschweren Intubation wesentlich häufiger und können die Ursache für diese erschwerte Intubation sein. *Helm et al.* zeigten, dass durch oropharyngeale Blutungen oder Sichtbehinderungen durch Sekrete, eine erschwerte Intubation signifikant häufiger auftritt.<sup>[21]</sup> *Combes et al.* konnten nachweisen, dass das Auftreten einer Verletzung im Gesichtsbereich statistisch signifikant häufiger zu einer erschweren Intubation führt.<sup>[9]</sup>

*Holmberg et al.* zeigten in einer Studie, dass Adipositas einen Faktor der erschweren Laryngoskopie darstellt.<sup>[22]</sup> In einer Untersuchung von *Stephens et al.* konnten Adipositas und patientenbezogene Verletzungsmuster als häufige Ursache einer erschweren Intubation detektiert werden.<sup>[53]</sup> *Lundstrom* und *Holmberg et al.* konnten ebenfalls statistisch signifikant nachweisen, dass Adipositas ein Risikofaktor einer erschweren Intubation darstellt.<sup>[22,36]</sup>

*Jbeili et al.* zeigten in einer prähospitalen Studie mit einer Studienpopulation an Patienten mit einem BMI > 35 kg/m<sup>2</sup> ein Auftreten von 20 % erschweren Intubationen. Andererseits wurden 80 % aller Patienten mit dieser Adipositas problemlos intubiert.<sup>[23]</sup> *Loder* hingegen zeigte, dass Adipositas keinen isolierten Risikofaktor einer erschweren Intubation darstellt, jedoch mit anderen Risikofaktoren eines erschweren Atemweges einhergeht.<sup>[35]</sup>

In der Gruppe der erschweren Intubation wiesen deutlich mehr Patienten eine verringerte Mundöffnung auf. Für die Technik der konventionellen Laryngoskopie ist jedoch eine minimale Mundöffnungsfläche (MÖF) notwendig, um die Kehlkopfebene darstellen zu können. Bei *Warner et al.* traten ebenfalls eine Häufung von Patienten mit einer mangelnden MÖF im Rahmen schwieriger prähospitaler Intubationen auf.<sup>[69]</sup> *Mallat et al.* konnten zeigen, dass es durch eine verringerte MÖF bei Patienten mit einem Struma, signifikant häufiger, zu einer erschweren Intubation kommt.<sup>[38]</sup>

In der Studie von *Helm et al.* ist das Liegen des Patienten auf dem Boden während der Intubation ein weiterer Faktor einer möglichen erschweren Intubation.<sup>[21]</sup> In unserer Studie mussten in 190 Situationen (69 %) Patienten am Boden liegend intubiert werden. Die Verteilung in der Gruppe der erschweren und nicht erschweren Intubationen war gleich, sodass in unserer Untersuchung das Liegen auf dem Boden keinen Einfluss auf

eine erschwerte Intubation hatte. Hingegen präsentierte sich für den Faktor „Platzmangel“ eine signifikante Häufung in der Gruppe der erschwerten Intubationen. Durch die Notwendigkeit der Intubation in einem beengtem Raum ist häufig eine optimale Lagerung des Patienten zur Laryngoskopie nicht möglich.

*Kusunoki et al.* konnten nachweisen, dass bei Intubationen auf dem Boden die Kehlkopfebene signifikant schlechter eingestellt werden konnte, als in einer auf Arbeitshöhe befindlichen Kontrollgruppe.<sup>[32]</sup>

*Adnet et al.* und *Koetter et al.* konnten hingegen eine signifikante Verbesserung der Einstellbarkeit der Stimmbandebene in knieender Position des Intubateurs, im Gegensatz zur liegenden Körperposition, nachweisen.<sup>[1,29]</sup> Hingegen wurden während der knieenden Körperposition mehr Intubationsversuche notwendig.<sup>[2]</sup>

Das Immobilisieren der Halswirbelsäule durch das Anlegen eines Stiff-Necks zeigte keine signifikanten Unterschiede in der Verteilung der Gruppen in unserer Untersuchung. *Heath et al.* konnten zeigen, dass durch Immobilisation der HWS bei bis zu 60 % der Patienten eine erschwerte Laryngoskopie auftrat.<sup>[20]</sup> *Thiboutot et al.* zeigten ebenfalls eine signifikante Häufung von Fehlintubationen und erschwerte Einstellbarkeit der Stimmbandebene bei Patienten mit einer immobilisierten HWS.<sup>[57]</sup> In unserer Untersuchung wurde bei 23 Patienten die HWS immobilisiert, möglicherweise ist dieser Anteil zu gering, um eine signifikante Aussage bezüglich einer erschwerten ETI zu machen.

Schon seit vielen Jahren wird auf die spezielle Kopflagerung während der Intubation hingewiesen.<sup>[12,49]</sup> In vielen Fällen ergibt sich erst hierdurch eine optimale Sicht auf die Kehlkopfebene. Auch in unserer Untersuchung wurde in 73 Fällen (26,4 %) der Kopf durch ein Kopfpolster angehoben. In der Untergruppe der erschwerten Intubationen wurde signifikant häufiger ein Kopfpolster verwendet. Ob es jedoch gerade hierdurch zur Verschlechterung der Sichtebene kam, bleibt ungeklärt. Durch externen Druck auf den Kehlkopf kann in vielen Situationen die Sicht auf die Kehlkopfebene verbessert werden. In erster Linie wird hierbei das Backward-Upwards-Right-Pressure-Manöver nach *Knill et al.* [BURP] zur Optimierung der laryngealen Sicht empfohlen.<sup>[28]</sup> Die Verbesserung der Sichtachse durch die Anwendung externen Drucks auf den Kehlkopf wird kontrovers diskutiert. In klinischen Studien konnte durch die Anwendung externen Drucks eine Verbesserung der Sichtachse erzielt werden.<sup>[56,63,64]</sup> Jedoch gibt es auch Untersuchungen, bei denen die Sicht verschlechtert wurde.<sup>[33,51]</sup> In unserer Untersuchung wurde in 48 Fällen (17 %) externer Druck auf den Kehlkopf angewendet. In der

Gruppe der erschwerten Intubation wurde dieses Manöver häufiger angewendet als in der Gruppe der leichten Intubationen. Möglicherweise wurde erst durch diese Verlagerung der Kehlkopfachse die Sicht verschlechtert. *Turgeon et al.* konnte keinen Unterschied bezüglich einer erschwerten ETI bei Anwendung des BURP-Manövers auf den Kehlkopf im innerklinischen Setting nachweisen.<sup>[62]</sup> Untersuchungen zur prähospitalen Anwendung des BURP-Manövers zur Frage der erschwerten ETI gibt es nicht. Die Gruppe der Anästhesisten veränderte signifikant häufiger die Sichtachse auf die Kehlkopfebene durch Anwendung einer Kopfpolsterung oder durch externen Druck auf den Kehlkopf.

Der Erfahrungsstand des Anwenders kann den Erfolg der Intubation wesentlich beeinflussen.<sup>[70]</sup> In unserer Untersuchung konnte allerdings kein Zusammenhang zwischen der Berufserfahrung und dem Vorkommen einer erschwerten Intubation nachgewiesen werden. Jedoch zeigte sich, dass Notärzte mit einer größeren Berufserfahrung die Kehlkopfebene während der Intubation signifikant besser einstellen konnten. *Garza et al.* konnten eine Korrelation zwischen Erfahrungsstand und Erfolgsraten bei der prähospitalen ETI nachweisen.<sup>[14]</sup> In einer Untersuchung von *Wang et al.* konnte gezeigt werden, dass eine Korrelation zwischen der Erfolgsrate der ETI und der Intubationserfahrung besteht.<sup>[67]</sup> *Bernhard et al.* konnte in einer Untersuchung den Zusammenhang zwischen Intubationserfahrung und dem Erfolg der Intubation bei Anästhesisten zeigen.<sup>[6]</sup> Alle Anästhesisten in unserer Untersuchung verfügten mindestens über eine 4-jährige anästhesiologische Ausbildung mit etwa 1.500 Intubationen insgesamt. Nach Befragung der Notärzte kamen Anästhesisten im Schnitt auf eine Intubationsfrequenz von 300 pro Jahr, während Internisten nur auf 20 pro Jahr kamen. In einer von Anästhesisten durchgeführten Untersuchung von *Sollid et al.* konnte kein Unterschied zwischen erfahrenen und unerfahrenen Anästhesisten festgestellt werden.<sup>[52]</sup> Eine Befragung von *Timmermann et al.* zeigte, dass Notärzte außerhalb der Fachgebietsbezeichnung Anästhesie, signifikant mehr schwierige prähospitalen ETI aufwiesen.<sup>[60]</sup> Auch in unserer Untersuchung hatten Internisten häufiger eine erschwerte Intubation als Anästhesisten. Notärzte aus dem Fachgebiet der Anästhesie verfügten über weniger Berufserfahrung, jedoch über eine deutlich größere Intubationserfahrung. Trotz fehlender Evidenz einer minimalen Anzahl an Intubationserfahrung wird in einer Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement eine Anzahl von 10 Intubationen/Jahr gefordert.<sup>[61]</sup> Um ausreichende Expertise in alternativen Methoden zu besitzen, wird eine dreimalige Anwendung extraglottischer Atemwege gewünscht.<sup>[61]</sup>

Anästhesisten konnten in der Untersuchung eine erschwerte Intubation besser vorher-sagen als Internisten. Insbesondere die Treffsicherheit bei der unerwarteten schwierigen Intubation lag bei den Anästhesisten höher. Durch die Strategieänderung beim Vorgehen einer erwarteten schwierigen ETI kann eine kritische Situation möglicherwei-se vermieden werden.

In unserer Untersuchung konnten wir einen signifikanten Unterschied in der Anwendung von Muskelrelaxantien zur Narkoseeinleitung zeigen. Bei allen Intubationen mit voraus-gehender Narkoseeinleitung nutzten Anästhesisten signifikant häufiger Muskelrelaxantien als Internisten. In einer Untersuchung von *Wang et al.* konnte gezeigt werden, dass es zu einer signifikanten Häufung einer erschwerten ETI bei Patienten mit erhaltenen Schutzreflexen kommt.<sup>[66]</sup> Ebenso zeigte eine Untersuchung von *Li et al.*, dass es durch die Anwendung von Muskelrelaxantien signifikant seltener erschwerte ETI auftreten.<sup>[34]</sup> *Wang et al.* analysierten in einer Studie die Ursachen für eine geschei-terte Intubation von Paramedics. In 49 % der Fälle wurde mangelnde Relaxation als Ur-sache angegeben.<sup>[65]</sup> *Nolan et al.* konnten zeigen, dass durch die Anwendung von Muskelrelaxantien, die Erfolgsrate der prähospitalen ETI erhöht werden konnte.<sup>[40]</sup> In ei-ner Studie von *Adnet et al.* hingegen, wurde in 99,1 % der Fälle ein Intubationserfolg er-reicht. In dieser Untersuchung wurde lediglich bei 8,8 % aller Intubationen mit Muskelrelaxantien gearbeitet.<sup>[3]</sup> In einer anderen prospektiven Studie von 147 Intubatio-nen an Kindern wurde der Erfolg mit 100 % angegeben. Hierbei wurde in 29 % aller In-tubationen ein Muskelrelaxanz genutzt.<sup>[39]</sup> In einer Befragung von Notärzten durch *Timmermann et al.* bekundeten jene aus nicht-anästhesiologischen Fachgebieten signi-fikant seltener ein Muskelrelaxanz anzuwenden, als die befragten Anästhesisten.<sup>[60]</sup> Möglicherweise korreliert die geringe Anwendung von Muskelrelaxantien durch In-ternisten in unserer Untersuchung und die gehäufte schwierige ETI, durch die geringe Fallzahl ist eine genauere Aussage hierzu jedoch nicht möglich.



## 5 Zusammenfassung

Die endotracheale Intubation ist der Goldstandard zur Atemwegssicherung in der Notfallmedizin. Durch die besonderen Umstände des prähospitalen Umfeldes, ist diese Methode der Atemwegssicherung jedoch mit zahlreichen Schwierigkeiten belegt. Genauere Inzidenzen und Risikofaktoren einer erschwerten ETI wurden bisher kaum untersucht. In dieser Studie haben wir systematisch Faktoren untersucht, die mit einer erschwerten Intubation assoziiert sind. Über einen Zeitraum von einem Jahr wurden prospektiv Daten zu allen ETI gesammelt. Mithilfe eines standardisierten Erhebungsbogens wurden die biophysikalischen Eigenschaften der Patienten, die Anzahl der Intubationsversuche, der Visualisierungsgrad der Kehlkopfebene und die Begleitumstände der Intubation aufgezeichnet.

In Anlehnung an die ASA-Leitlinien des schwierigen Atemweges definierten wir die schwierige ETI, als Intubation mit mehr als 3 Intubationsversuchen oder die Intubation bei einer mangelnden Einstellbarkeit der Stimmbandebene oder als Unmöglichkeit der konventionellen Intubation.<sup>[4]</sup>

Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden von 3.979 behandelten Patienten 305 intubiert. Für 276 Patienten standen vollständig abgeschlossene Datensätze zur Verfügung. Die Inzidenz der erschwerten Intubation lag bei 36 Patienten (13 %). 4 Patienten (1,4 %) konnten nicht intubiert werden, die Oxygenierung wurde durch alternative Atemwegshilfen sichergestellt. Wir fanden verschiedene Faktoren, die mit einer erschwerten Intubation assoziiert waren. Wir konnten nachweisen, dass Habitus-Merkmale wie das Vorhandensein eines langen Halses, Adipositas, mangelnde Mundöffnung, Verletzungen im Gesichtsbereich, oropharyngeale Schwellungen, Blutungen im Bereich des Gesichtes und eingeschränkte räumliche Umgebungsbedingungen signifikant häufiger in der Gruppe der erschwerten ETI vorkommen. Die Inzidenz und Risikofaktoren einer erschwerten ETI liegen im Umfeld anderer Untersuchungen mit vergleichbaren Studienpopulationen.

Die Ärzte wurden aus dem Bereich der Anästhesie und Inneren Medizin rekrutiert. Die Inzidenz der erschwerten Intubation zwischen den beiden Fachgebieten war unterschiedlich. Anästhesisten wiesen signifikant weniger erschwerte ETI als Internisten auf. Hinsichtlich der Berufserfahrung konnte jedoch kein Unterschied zwischen den Fachge-

bietsgruppen festgestellt werden. Anästhesisten konnten die Kehlkopfebene während der Intubation signifikant besser einstellen als Internisten, die Anzahl der notwendigen Intubationsversuche unterschied sich jedoch nicht zwischen den beiden Fachgebieten.

## Abkürzungsverzeichnis

AW	Atemweg
ASA	American Society of Anesthesiologists
BURP	Backward-Upwards-Right-Pressure- Manöver
C&L	Cormack und Lehane
df	disk free (Freiheitsgrade)
EG	Erfahrungsgrad
et al.	et alii, et aliae, et alia
ETI	endotracheale Intubation
HWS	Halswirbelsäule
ILMA	Intubationslarynxmaske
ITN	Intubationsnarkose
M. Bechterew	Morbus Bechterew
MB	Maskenbeatmung
mod.	modifiziert
MÖF	Mundöffnungsfläche
NAW	Notarztwagen
RTH	Rettungshubschrauber
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
SV	schwere Verletzung
vs.	versus
usw.	und so weiter

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: erschwerter Atemweg .....	3
Abbildung 2: Visualisierung der Stimmbandebene .....	9

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Inzidenzen und Komplikationen der erschwerten prähospitalen Intubation ....	4
Tabelle 2: Ursachen der erschwerten prähospitalen Intubation (mod. nach Russo <sup>44</sup> )....	5
Tabelle 3: Sichtbarkeit der Kehlkopfebene nach Cormack und Lehane .....	9
Tabelle 4: Variablen.....	10
Tabelle 5: erschwerte Intubation – biometrische Daten.....	14
Tabelle 6: erschwerte Intubation – Geschlecht.....	14
Tabelle 7: erschwerte Intubation – Indikation zur Intubation.....	15
Tabelle 8: erschwerte Intubation – Visualisierungsgrad nach Cormack und Lehane.....	15
Tabelle 9: erschwerte Intubation – Intubationsversuche.....	16
Tabelle 10: erschwerte Intubation – Intubationsversuche.....	16
Tabelle 11: erschwerte Intubation – langer Hals.....	17
Tabelle 12: erschwerte Intubation – kurzer Hals.....	17
Tabelle 13: erschwerte Intubation – Verletzungen im Gesicht.....	17
Tabelle 14: erschwerte Intubation – schlechter Zahnstatus.....	17
Tabelle 15: erschwerte Intubation – mangelnde MÖF .....	18
Tabelle 16: erschwerte Intubation – Aspiration.....	18
Tabelle 17: erschwerte Intubation – Schwellung .....	18
Tabelle 18: erschwerte Intubation – Adipositas .....	18
Tabelle 19: erschwerte Intubation – M. Bechterew.....	19
Tabelle 20: erschwerte Intubation – Verlegung der Atemwege .....	19
Tabelle 21: erschwerte Intubation – Blutung im Rachen .....	19
Tabelle 22: erschwerte Intubation – enge Platzverhältnisse.....	20
Tabelle 23: erschwerte Intubation – Stiff-Neck .....	20
Tabelle 24: erschwerte Intubation – Intubation am Boden.....	20
Tabelle 25: erschwerte Intubation – Kopfpolster.....	21
Tabelle 26: erschwerte Intubation – Führungsstab.....	21
Tabelle 27: erschwerte Intubation – Absaugung.....	21
Tabelle 28: erschwerte Intubation – Kehlkopfdruck.....	21
Tabelle 29: erschwerte Intubation – Berufserfahrung .....	22
Tabelle 30: Fachvergleich – biometrische Daten.....	23
Tabelle 31: Fachvergleich – Geschlecht.....	23
Tabelle 32: Fachvergleich – Indikation zur Intubation.....	23

---

Tabelle 33: Fachvergleich – Visualisierungsgrad nach Cormack und Lehane .....	24
Tabelle 34: Fachvergleich – Intubationsversuche.....	25
Tabelle 35: Fachvergleich – Hals lang.....	25
Tabelle 36: Fachvergleich – Hals kurz.....	26
Tabelle 37: Fachvergleich – Verletzung Gesicht .....	26
Tabelle 38: Fachvergleich – schlechter Zahnstatus.....	26
Tabelle 39: Fachvergleich – mangelnde MÖF .....	26
Tabelle 40: Fachvergleich – Aspiration.....	27
Tabelle 41: Fachvergleich – Schwellung .....	27
Tabelle 42: Fachvergleich – Adipositas .....	27
Tabelle 43: Fachvergleich – M. Bechterew.....	27
Tabelle 44: Fachvergleich – Verlegung der Atemwege .....	28
Tabelle 45: Fachvergleich – Blutung im Rachen .....	28
Tabelle 46: Fachvergleich – enger Platz .....	28
Tabelle 47: Fachvergleich – Stiff-Neck .....	29
Tabelle 48: Fachvergleich – ETN am Boden .....	29
Tabelle 49: Fachvergleich – Kopfpolster .....	29
Tabelle 50: Fachvergleich – Führungsstab.....	30
Tabelle 51: Fachvergleich – Absaugung .....	30
Tabelle 52: Fachvergleich – Kehlkopfdruck.....	30
Tabelle 53: Fachvergleich – Berufserfahrung.....	31
Tabelle 54: Fachvergleich – erschwerte Intubation .....	31
Tabelle 55: Fachvergleich – Sedierung Relaxierung .....	32
Tabelle 56: Anwendung von Relaxantien .....	32
Tabelle 57: Anwendung von Sedativa .....	32
Tabelle 58: Vorhersagbarkeit einer erschwerten Intubation .....	33

## Literaturverzeichnis

1. Adnet F, Lapostolle F, Borron SW, et al. Optimization of glottic exposure during intubation of a patient lying supine on the ground. *Am J Emerg Med* 1997;15:555-7.
2. Adnet F, Cydulka RK, Lapandry C. Emergency tracheal intubation of patients lying supine on the ground: influence of operator body position. *Can J Anaesth* 1998;45:266-9.
3. Adnet F, Jouriles NJ, Le Toumelin P, et al. Survey of out-of-hospital emergency intubations in the French prehospital medical system: a multicenter study. *Ann Emerg Med* 1998;32:454-60.
4. Practice Guidelines for Management of the difficult Airway: An Update Report by the American Society of Anesthesiologists- Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003;98:1269-77.
5. Benumof JL. Management of the difficult adult airway. With special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology* 1991; 75:1087-110.
6. Bernhard M, Mohr S, Weigand MA, Martin E, et al. Developing the skill of endotracheal intubation: implication for emergency medicine. *Acta Anaesthesiol Scand* 2012;56:164-71.
7. Bradley JS, Billows GL, Olinger ML, et al. Prehospital oral endotracheal intubation by rural basic emergency medical technicians. *Ann Emerg Med* 1998;32:26-32.
8. Colwell CB, McVaney KE, Haukoos JS, et al. An evaluation of out-of-hospital advanced airway management in an urban setting. *Acad Emerg Med* 2005;12:417-22.
9. Combes X, Jabre P, Jbeili C, et al. Prehospital standardization of medical airway management: incidence and risk factors of difficult airway. *Acad Emerg Med* 2006;13:828-34.
10. Deakin CD, Nolan JP, Soar J, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2010;81:1305-52.
11. Eich C, Roessler M, Nemeth M, et al. Characteristics and outcome of prehospital paediatric tracheal intubation attended by anaesthesia-trained emergency physicians. *Resuscitation* 2009;80:1371-7.
12. El-Orbany M, Woehlck H, Salem MR. Head and neck position for direct laryngoscopy. *Anesth Analg* 2011;113:103-9.

13. Gabbott DA, Baskett PJ. Management of the airway and ventilation during resuscitation. *Br J Anaesth* 1997;79:159-71.
14. Garza AG, Gratton MC, Coontz D, et al. Effect of paramedic experience on orotracheal intubation success rates. *J Emerg Med* 2003;25:251-6.
15. Graham CA, Beard D, Oglesby AJ, et al. Rapid sequence intubation in Scottish urban emergency departments. *Emerg Med J* 2003;20:3-5.
16. Grenzwürker T, Finteis T, Hess-Jähning F, et al. Inzidenz der endotrachealen Intubation im Notarztdienst: adäquate Erfahrung ohne klinische Routine kaum möglich. *Anästhesiologie und Intensivmedizin* 2010; 4:202-210.
17. Gries A, Zink W, Bernhard M, et al. Realistic assessment of the physician-staffed emergency services in Germany. *Anaesthesist* 2006; 55:1080-6.
18. Grmec S. Comparison of three different methods to confirm tracheal tube placement in emergency intubation. *Intensive Care Med* 2002; 28:701-4.
19. Gunning M, O'Loughlin E, Fletcher M, et al. Emergency intubation: a prospective multicentre descriptive audit in an Australian helicopter emergency medical service. *Emerg Med J* 2009;26:65-9.
20. Heath KJ. The effect of laryngoscopy of different cervical spine immobilisation techniques. *Anaesthesia* 1994;49:843-5.
21. Helm M, Hossfeld B, Schafer S, et al. Factors influencing emergency intubation in the pre-hospital setting--a multicentre study in the German Helicopter Emergency Medical Service. *Br J Anaesth* 2006;96:67-71.
22. Holmberg TJ, Bowman SM, Warner KJ, et al. The association between obesity and difficult prehospital tracheal intubation. *Anesth Analg* 2011;112: 1132-8.
23. Jbeili C, Penet C, Jabre P, et al. Out-of-hospital management characteristics of severe obese patients. *Ann Fr Anesth Reanim* 2007; 26:921-6.
24. Jemmett ME, Kendal KM, Fourre MW, et al. Unrecognized misplacement of endotracheal tubes in a mixed urban to rural emergency medical services setting. *Acad Emerg Med* 2003;10:961-5.
25. Jenkins WA, Verdile VP, Paris PM. The syringe aspiration technique to verify endotracheal tube position. *Am J Emerg Med* 1994;12:413-6.



26. Johnston BD, Seitz SR, Wang HE. Limited opportunities for paramedic student endotracheal intubation training in the operating room. *Acad Emerg Med* 2006;13:1051-5.
27. Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Ann Emerg Med* 2001;37:32-7.
28. Knill RL. Difficult laryngoscopy made easy with a "BURP". *Can J Anaesth* 1993;40:279-82.
29. Koetter KP, Hilker T, Genzwuerker HV, et al. A randomized comparison of rescuer positions for intubation on the ground. *Prehosp Emerg Care* 1997;1: 96-9.
30. Kramer-Johansen J, Wik L, Steen PA. Advanced cardiac life support before and after tracheal intubation-direct measurements of quality. *Resuscitation* 2006;68:61-9.
31. Krisanda TJ, Eitel DR, Hess D, et al. An analysis of invasive airway management in a suburban emergency medical services system. *Prehosp Disaster Med* 1992;7:121-6.
32. Kusunoki S, Nakatsu K, Kawamoto M, et al. Comparison of emergency tracheal intubation performed on a table and on the ground. *Masui* 2004;53:450-3.
33. Levitan RM, Kinkle WC, Levin WJ, et al. Laryngeal view during laryngoscopy: a randomized trial comparing cricoid pressure, backward-upward-rightward pressure, and bimanual laryngoscopy. *Ann Emerg Med* 2006;47:548-55.
34. Li J, Murphy-Lavoie H, Bugas C, et al. Complications of emergency intubation with and without paralysis. *Am J Emerg Med* 1999;17:141-3.
35. Loder WA. Airway management in the obese patient. *Crit Care Clin* 2010;26:641-6.
36. Lundstrom LH. Detection of risk factors for difficult tracheal intubation. *Dan Med J* 2012;59:B4431.
37. Lyon RM, Ferris JD, Young DM, et al. Field intubation of cardiac arrest patients: a dying art? *Emerg Med J* 2010;27:321-3.
38. Mallat J, Robin E, Pironkov A, et al. Goitre and difficulty of tracheal intubation. *Ann Fr Anesth Reanim* 2010;29:436-9.
39. Martinon C, Duracher C, Blanot S, et al. Emergency tracheal intubation of severely head-injured children: changing daily practice after implementation of national guidelines. *Pediatr Crit Care Med* 2011;12:65-70.

40. Nolan JD. Prehospital and resuscitative airway care: should the gold standard be reassessed? *Curr Opin Crit Care* 2001;7: 413-21.
41. Orliaguet G TS, Lejay M. A prospective in-field evaluation of endotracheal intubation by emergency medical services physicians. *J Eur Urgences* 1997;1:27-32.
42. Pointer JE. Clinical characteristics of paramedics' performance of endotracheal intubation. *J Emerg Med* 1988;6:505-9.
43. Rocca B, Crosby E, Maloney J, et al. An assessment of paramedic performance during invasive airway management. *Prehosp Emerg Care* 2000;4:164-7.
44. Rose DK, Cohen MM. The incidence of airway problems depends on the definition used. *Can J Anaesth* 1996;43:30-4.
45. Russo SG, Zink W, Herff H, et al. Death due to (no) airway. Adverse events by out-of-hospital airway management? *Anaesthesist* 2010; 59:929-39.
46. Sakles JC, Laurin EG, Rantapaa AA, et al. Airway management in the emergency department: a one-year study of 610 tracheal intubations. *Ann Emerg Med* 1998;31:325-32.
47. Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 1987;42:487-90.
48. Sayre MR, Sakles JC, Mistler AF, et al. Field trial of endotracheal intubation by basic EMTs. *Ann Emerg Med* 1998;31:228-33.
49. Schmitt HJ, Mang H. Head and neck elevation beyond the sniffing position improves laryngeal view in cases of difficult direct laryngoscopy. *J Clin Anesth* 2002;14:335-8.
50. Schwartz DE, Matthey MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology* 1995;82:367-76.
51. Snider DD, Clarke D, Finucane BT. The "BURP" maneuver worsens the glottic view when applied in combination with cricoid pressure. *Can J Anaesth* 2005;52:100-4.
52. Sollid SJ, Lossius HM, Soreide E. Pre-hospital intubation by anaesthesiologists in patients with severe trauma: an audit of a Norwegian helicopter emergency medical service. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2010;18:30.
53. Stephens CT, Kahntroff S, Dutton RP. The success of emergency endotracheal intubation in trauma patients: a 10-year experience at a major adult trauma referral center. *Anesth Analg* 2009;109:866-72.

54. Stevenson AG, Graham CA, Hall R, et al. Tracheal intubation in the emergency department: the Scottish district hospital perspective. *Emerg Med J* 2007;24:394-7.
55. Stewart RD PP, Winter PM, Pelton GH et al. Field endotracheal intubation by paramedical personnel. Success rates and complications. *Chest* 1984;85:341-5.
56. Takahata O, Kubota M, Mamiya K, et al. The efficacy of the "BURP" maneuver during a difficult laryngoscopy. *Anesth Analg* 1997; 84:419-21.
57. Thiboutot F, Nicole PC, Trepanier CA, et al. Effect of manual in-line stabilization of the cervical spine in adults on the rate of difficult orotracheal intubation by direct laryngoscopy: a randomized controlled trial. *Can J Anaesth* 2009;56:412-8.
58. Thierbach A, Piepho T, Wolcke B, et al. Prehospital emergency airway management procedures. Success rates and complications. *Anaesthesist* 2004;53:543-50.
59. Timmermann A, Eich C, Russo SG, et al. Prehospital airway management: a prospective evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. *Resuscitation* 2006;70:179-85.
60. Timmermann A, Braun U, Panzer W, et al. Out-of-hospital airway management in northern Germany. Physician-specific knowledge, procedures and equipment. *Anaesthesist* 2007;56:328-34.
61. Timmermann A, Byhahn C, Wenzel V, et al. Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement für Notärzte und Rettungsdienstpersonal. *Anästh Intensivmed* 2012;53:294-308
62. Turgeon AF, Nicole PC, Trepanier CA, et al. Cricoid pressure does not increase the rate of failed intubation by direct laryngoscopy in adults. *Anesthesiology* 2005;102:315-9.
63. Ulrich B, Listyo R, Gerig HJ, et al. The difficult intubation. The value of BURP and 3 predictive tests of difficult intubation. *Anaesthesist* 1998;47:45-50.
64. Vanner RG, Clarke P, Moore WJ, et al. The effect of cricoid pressure and neck support on the view at laryngoscopy. *Anaesthesia* 1997;52:896-900.
65. Wang HE, Sweeney TA, O'Connor RE, et al. Failed prehospital intubations: an analysis of emergency department courses and outcomes. *Prehosp Emerg Care* 2001;5:134-41.

66. Wang HE, Kupas DF, Paris PM, et al. Multivariate predictors of failed prehospital endotracheal intubation. *Acad Emerg Med* 2003;10:717-24.
67. Wang HE, Seitz SR, Hostler D, et al. Defining the learning curve for paramedic student endotracheal intubation. *Prehosp Emerg Care* 2005; 9:156-62.
68. Wang HE, Mann NC, Mears G, et al. Out-of-hospital airway management in the United States. *Resuscitation* 2011;82:378-85.
69. Warner KJ, Sharar SR, Copass MK, et al. Prehospital management of the difficult airway: a prospective cohort study. *J Emerg Med* 2009;36:257-65.
70. Warner KJ, Carlbom D, Cooke CR, et al. Paramedic training for proficient prehospital endotracheal intubation. *Prehosp Emerg Care* 2010; 14:103-8.
71. Wilbers NE, Hamaekers AE, Jansen J, et al. Prehospital airway management: A prospective case study. *Acta Anaesthesiol Belg* 2011;62:23-31.
72. Williams KN, Carli F, Cormack RS. Unexpected, difficult laryngoscopy: a prospective survey in routine general surgery. *Br J Anaesth* 1991;66:38-44.
73. Zwillich CW, Pierson DJ, Creagh CE, et al. Complications of assisted ventilation. A prospective study of 354 consecutive episodes. *Am J Med* 1974;57:161-70.

## Anhang

### Erhebungsprotokoll

#### Protokoll Intubationsversuche

##### Notarzt:

- NAW/RTH:
- Fachrichtung (Intern./Anae.):
- Berufsjahr:

##### Einsatzdaten:

- Datum:
- Alarmierungswort:
- Indikation:
- Einsatznummer:
- Diagnose:
- Ursache (intern./trauma.):

##### Patientendaten:

- Alter:
- Größe:
- Geschlecht:
- Gewicht:

##### Habitus/verletzungsbedingte Schwierigkeiten:

- langer Hals
- kurzer Hals
- Zahnersatz/schlechter Zahnstatus
- Mundöffnung < 3 cm (Zahnabstand)
- Erbrechen/Aspiration vor Intubation
- Schwellung/Ödeme
- Adipositas (BMI>30)
- Verletzungen im Gesichtsbereich
- Kehlkopftrauma
- Mb. Bechterew
- Verlegung der Atemwege
- Blutungen im Rachenraum

##### Räumliche Verhältnisse:

- enge Platzverhältnisse
- eingeklemmte Person
- Stiff-Neck/Halskrause
- Intubation im NAW/RTH
- Intubation am Boden
- sonstige:

##### Material/Hilfsmittel:

- Kopfpolster
- Führungsstab
- Sellik-Handgriff/ BURP
- Absaugung

##### Intubation:

- Befürchteten Sie eine erschwerte Intubation ?  JA  NEIN
- Intubationsversuche d. Vorbehandelnde:
- Intubation erfolglos
- anderes Atemwegsmanagement (Maskenbeatmung, Koniotomie, sonstige):
- Sedierung
- Relaxierung
- Intubationsversuche d. NA:



Klassifikation nach Cormack und Lehane

## Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie Herrn Prof. Dr. Jörg Weimann für die Überlassung des Themas und die Betreuung dieser Arbeit. Besonderen Dank möchte ich meinen beiden Betreuern Frau Dr. Bergit Brunne und Herrn Dr. Jan Breckwoldt aussprechen.

Herzlichen Dank den Notärzten des Notfallstützpunktes der Universitätsklinik Benjamin Franklin der Charité für ihre Mitarbeit bei der Datenerhebung.

Dankenswerterweise erhielten wir statistische Hilfe vom Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie der Universitätsmedizin der Charité.

Herzlichen Dank meiner Familie und meinen Freunden, die mir auch in den schwierigsten Situationen den Rücken freigehalten und mich immer wieder zum weitermachen motiviert und mich in vielerlei technischen Fragen unterstützt haben.

## **Lebenslauf**

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

## Eigene Veröffentlichung

### Publikation 1:

Breckwoldt J, Klemstein S, Brunne B, Schnitzer L, Mochmann HC, Arntz HR. Difficult prehospital endotracheal intubation-predisposing factors in a physician based EMS. Resuscitation, 2011; 82:1519-24

### Publikation 2:

Breckwoldt J, Klemstein S, Brunne B, Schnitzer L, Arntz HR, Mochmann HC. Expertise in prehospital endotracheal intubation by emergency medicine physician-comparing „proficient performers“ and „experts“. Resuscitation, 2012; 83:434-9



## Eidesstattliche Erklärung

„Ich, Sebastian Klemstein, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Inzidenz und Ursache der erschwerten prähospitalen Intubation“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -[www.icmje.org](http://www.icmje.org)) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

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

Berlin, den 20.02.2013

---

(Sebastian Klemstein)

**Anteilserklärung an etwaigen erfolgten Publikationen**

## Publikation 1

Breckwoldt J, Klemstein S, Brunne B, Schnitzer L, Mochmann HC, Arntz HR. Difficult prehospital endotracheal intubation-predisposing factors in a physican based EMS. Resuscitation, 2011; 82:1519-24

## Beitrag im Einzelnen:

Fragebogenerstellung, Erfassung der Primärdaten und Sicherung der Datenqualität, statistische Auswertung und Interpretation der Ergebnisse, Korrektur des Manuskriptes (30 Prozent)

## Publikation 2

Breckwoldt J, Klemstein S, Brunne B, Schnitzer L, Arntz HR, Mochmann HC. Expertise in prehospital endotracheal intubation by emergency medicine physican-comparing „proficient performers“ and „experts“. Resuscitation, 2012; 83:434-9

## Beitrag im Einzelnen:

Fragebogenerstellung, Erfassung der Primärdaten und Sicherung der Datenqualität, statistische Auswertung und Interpretation der Ergebnisse, Korrektur des Manuskriptes (30 Prozent)

Berlin, den 20.02.2013

---

(Sebastian Klemstein)