

Aus der Abteilung Anaesthesiologie  
( Prof. Dr. med. M. Quintel )  
im Zentrum Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin  
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

**Inzidenz und Gründe für einen  
schwierigen Atemweg auf einer operativen Intensivstation**

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizinischen Fakultät der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Elisa Bleckmann

aus Kassel

Göttingen 2012

**Dekan:** Prof. Dr. med. H. K. Kroemer

**I. Berichtstatter:** Prof. Dr. med. M. Quintel

**II. Berichtstatter:** Priv.-Doz. Dr. med. B. Kitze

**III. Berichtstatter:** Prof. Dr. med. M. Oppermann

**Tag der mündlichen Prüfung:** 28. Mai 2013

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>7</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Der schwierige Atemweg.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Anatomie des Atemwegs.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 Prädilektionsfaktoren für einen schwierigen Atemweg .....</b>	<b>13</b>
<b>1.4 Die Intubation .....</b>	<b>17</b>
1.4.1 Vorbereitungen .....	17
1.4.2 Präoxygenierung und Maskenbeatmung .....	17
1.4.3 Endotrachealtuben.....	19
1.4.4 Die endotracheale Intubation .....	20
1.4.5 Die blind nasale Intubation .....	23
1.4.6 Fiberoptische Intubation beim wachen Patienten.....	23
1.4.7 Extratracheale oder supraglottische Hilfsmittel .....	24
<b>1.5 Management des schwierigen Atemwegs .....</b>	<b>26</b>
<b>1.6 SAPS II - Simplified Acute Physiology Score .....</b>	<b>31</b>
<b>1.7 Zielsetzung der Untersuchung .....</b>	<b>32</b>
<b>2 Material und Methoden.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 Die Intensivstation des Klinikums Göttingen .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2 Studiendesign .....</b>	<b>35</b>
2.2.1 Versuchsdurchführung.....	35
2.2.2 Datenerfassung .....	35
<b>2.3 Patientenrekrutierung.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4 Einteilung der Schwierigkeitsgrade .....</b>	<b>36</b>
<b>2.5 Der Algorithmus der Göttinger Intensivstation .....</b>	<b>37</b>
<b>2.6 Statistische Bearbeitung der Daten.....</b>	<b>37</b>
<b>3 Ergebnisse .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Die Inzidenz des schwierigen Atemwegs auf der Intensivstation .....</b>	<b>38</b>
3.1.1 Aufteilung .....	38

3.1.2	„Fehlgeschlagene Intubationen“ .....	39
<b>3.2</b>	<b>Die Patienten .....</b>	<b>40</b>
3.2.1	Allgemeine Daten .....	40
3.2.2	Liegedauer auf der ICU .....	41
3.2.3	Der Flüssigkeitshaushalt zum Zeitpunkt der Intubation .....	41
3.2.4	Hämodynamik, O <sub>2</sub> - und CO <sub>2</sub> -Sättigung .....	42
3.2.5	Anatomie .....	43
<b>3.3</b>	<b>Die Ärzte .....</b>	<b>44</b>
3.3.1	Der Ausbildungsstand der Ärzte.....	45
<b>3.4</b>	<b>Indikation zur Intubation .....</b>	<b>46</b>
<b>3.5</b>	<b>Die Vorbereitung zur Intubation .....</b>	<b>47</b>
3.5.1	Notfallintubationen .....	47
3.5.2	Der Difficult-Airway-Koffer.....	48
3.5.3	Einschätzung des schwierigen Atemwegs.....	49
3.5.4	Vorbereitung .....	49
3.5.5	Die Medikamente zur Narkoseeinleitung .....	50
3.5.6	Maskenbeatmung .....	51
<b>3.6</b>	<b>Mortalität auf der ICU .....</b>	<b>52</b>
<b>3.7</b>	<b>SAPS II - Simplified Acute Physiology Score .....</b>	<b>53</b>
<b>3.8</b>	<b>Cormack und Lehane .....</b>	<b>54</b>
<b>3.9</b>	<b>Mallampati .....</b>	<b>54</b>
<b>4</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>55</b>
4.1	Allgemeine Vorbemerkungen .....	55
4.2	Der schwierige Atemweg.....	56
4.3	Einschränkungen der Studie .....	67
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>68</b>
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>71</b>
6.1	Das Studienprotokoll.....	71
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>75</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sagittalschnitt durch Kopf und Hals .....	12
Abbildung 2: Mallampati-Klassifikation .....	15
Abbildung 4: Laryngoskopische Aufsicht auf den Kehlkopf, nach Cormack und Lehane ..	16
Abbildung 5: Intubationsmaterial .....	21
Abbildung 6: Algorithmus zum Management des schwierigen Atemwegs .....	29
Abbildung 7: Algorithmus für einen schwierigen Atemweg auf der Intensivstation .....	31
Abbildung 8: Übersicht über die Intubationen .....	38
Abbildung 9: Die Inzidenz des schwierigen Atemwegs.....	39
Abbildung 10: Durchschnittliche Liegedauer auf der Intensivstation.....	41
Abbildung 11: Übersicht über die intubierenden Ärzte .....	45
Abbildung 12: Ausbildungsstand.....	45
Abbildung 13: Übersicht über die Indikationen zur Intubation .....	47
Abbildung 14: Notfallintubationen.....	48
Abbildung 15: Anzahl der Fälle, in denen der Difficult-Airway-Koffer geholt wurde .....	49

**Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b>	<b>Fehlgeschlagene Intubationen .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabelle 2:</b>	<b>Alter, Größe, Gewicht und BMI der untersuchten Patienten.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabelle 3:</b>	<b>Durchschnittlicher Flüssigkeitshaushalt der Patienten auf der Intensivstation</b>	<b>41</b>
<b>Tabelle 4:</b>	<b>Blutdruck, Herzfrequenz, Sauerstoff- und Kohlendioxidsättigung .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabelle 5:</b>	<b>Anatomische Besonderheiten .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabelle 6:</b>	<b>Vorbereitungen .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabelle 7:</b>	<b>Medikamente zur Narkoseeinleitung .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabelle 8:</b>	<b>Mortalität auf der ICU .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabelle 9:</b>	<b>SAPS II und Prognose der Mortalität .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabelle 10:</b>	<b>Cormack und Lehane der intubierten Patienten .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabelle 11:</b>	<b>Mallampati aller Patienten .....</b>	<b>54</b>

**Abkürzungsverzeichnis**

AIMS	Australian incident monitoring study
ASA	American Society of Anaesthesiologists
BURP	Backwards Upwards Right Pressure
C&L	Cormack und Lehane
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CT	Combitubus
EI	Einfache Intubation
FVC	Forcierte Vitalkapazität
FEV1	Einsekundenkapazität
HF	Herzfrequenz
ICU	Intensivstation
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
ILMA	Intubationslarynxmaske
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
LMA	Larynxmaske
LT	Larynxtubus
MAD	arterieller Mitteldruck
Min	Minute
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
PaCO <sub>2</sub>	Kohlendioxid-Partialdruck
PaO <sub>2</sub>	Sauerstoffpartialdruck
RR	Blutdruck
SaO <sub>2</sub>	Sauerstoffsättigung
SEI	Sehr einfache Intubation
SI	Schwierige Intubation
UMG	Universitätsmedizin Göttingen

## 1 Einleitung

### 1.1 Der schwierige Atemweg

In der Anästhesiologie und Intensivmedizin spielt die Atemwegssicherung eine zentrale Rolle. Insbesondere das Auftreten des sogenannten unerwarteten schwierigen Atemweges geht mit einer erhöhten Mortalität und Morbidität des Patienten einher.

Auch im Zeitalter der supraglottischen Atemwege stellt das Atemwegsmanagement in Ausnahmefällen noch eine enorme Herausforderung für Anästhesisten, Intensiv- und Notfallmediziner dar und hat insbesondere wegen der hohen Wahrscheinlichkeit eines potentiell fatalen Ausgangs nicht an Bedeutung verloren.

Im Operationssaal werden täglich Patienten unter kontrollierten Bedingungen intubiert. Hier sind die Patienten im Vorfeld klinisch untersucht worden, prämediziert und werden unter kontrollierten Bedingungen elektiv intubiert. Auf einer Intensivstation erfolgt die Atemwegssicherung häufig in einer Notfallsituation, so dass meist wenig Zeit zur optimalen Vorbereitung der Intubation bleibt. Zusätzlich sind diese Patienten häufig nicht nüchtern und daher sollte initial auf Maskenbeatmung verzichtet werden. Das größte Problem stellt der unerwartet schwierige Atemweg dar.

In der Regel gelingen die Beatmung mit der Gesichtsmaske und die anschließende endotracheale Intubation problemlos. Treten jedoch Schwierigkeiten bei der Maskenbeatmung und der endotrachealen Intubation auf, kann die Oxygenierung des Patienten schnell zu einer der größten Herausforderungen werden. Lässt sich dieses Problem nicht zügig lösen, steigt das Risiko einer schwerwiegenden Komplikation (Dubost et al. 1979). So können beispielsweise bei nicht nüchternen Patienten eine Aspiration (Olsson et al. 1986), ein hypoxischer Hirnschaden oder sogar Tod auftreten (Caplan et al. 1990). Caplan et al. stellten fest, dass 85% aller atemwegsbezogenen Komplikationen mit einem Hirnschaden oder Tod enden (Caplan et al. 1990).

Aufgrund der genannten Komplikationen ist es entscheidend, einen schwierigen Atemweg frühzeitig zu erkennen und mögliche Fehlerquellen, die das Atemwegsmanagement negativ beeinflussen, zu vermeiden. Als Gründe für die schwierige Maskenbeatmung sowie schwierige Intubation lassen sich unter anderem menschliches Fehlverhalten sowie eine unzureichende Vorbereitung der Atemwegssicherung anführen (Walz et al. 2007). Aus



diesem Grund ist es wichtig, mögliche Fehlerquellen zu detektieren und damit die Inzidenz des schwierigen Atemwegs zu senken.

Der schwierige Atemweg lässt sich nicht eindeutig definieren, in der Literatur finden sich unterschiedliche Definitionen. Die „American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway“ definiert eine schwierige Intubation als eine Situation, in der ein ausgebildeter Anästhesist Schwierigkeiten mit der Maskenbeatmung, der Laryngoskopie oder der endotrachealen Intubation hat, oder einer Kombination aus den genannten Problemen. Der schwierige Atemweg stellt eine komplexe Interaktion zwischen patientenspezifischen Parametern, der klinischen Ausstattung, der Vorbereitung und Ausbildung des Arztes dar (ASA 2003).

Eine weitere Definition des schwierigen Atemwegs ist die Unmöglichkeit der Tubusplatzierung nach mehr als drei Versuchen, einer Dauer von mehr als 10 Minuten oder der benötigten Hilfe von einem erfahrenerem Kollegen (Schwartz et al. 1995). Einige Studien verwenden zusätzlich die Einteilung nach Cormack und Lehane zur Einteilung des schwierigen Atemwegs (Cormack und Lehane 1984).

Ein schwieriger Atemweg kann neben einer suffizienten Maskenbeatmung auch die Platzierung einer supraglottischen Beatmungshilfe sowie die endotracheale Intubation unmöglich machen. Jede der genannten Situationen verlangt ein spezielles Vorgehen. Deshalb wurden für das Erkennen sowie für das Management des schwierigen Atemweges Leitlinien und Algorithmen etabliert (ASA 1993, ASA 2003, Benumof 1996).

Im Operationsaal werden täglich prämedizierte und nüchterne Patienten durch gut ausgebildete Anästhesisten unter kontrollierten Bedingungen elektiv intubiert (Domino et al. 1999). Präoperativ werden die Patienten hierfür aufgeklärt und körperlich untersucht. Hierzu gehört unter anderem der Blick in den geöffneten Mund des Patienten, um den Mallampati einzuschätzen (Mallampati et al. 1985). Zusätzlich wird der thyreomentale Abstand nach Patil gemessen (Patil et al. 1983). Im Weiteren sind die Patienten bei elektiven Intubationen nüchtern und prämediziert. Die Prämedikation hat das Ziel der Anxiolyse, Sedierung sowie die vegetative Dämpfung des Patienten. Es hat sich gezeigt, dass eine Prämedikation die Narkoseeinleitung erleichtert. Bei elektiven Intubationen sind ernsthafte Komplikationen selten (Cheney et al. 2006) und die Wahrscheinlichkeit eines schwierigen Atemwegs gering (Rose und Cohen 1994). Im Rahmen der elektiven präoperativen

Atemwegssicherung treten ca. 1 % schwierige und 0.01% unmögliche Intubationen auf. Signifikant höher ist das Auftreten des schwierigen Atemwegs in der präklinischen Notfallversorgung. (Katz und Falk 2001, Timmermann et al. 2006) In diesem „Setting“ können für die Intubation keine optimalen Intubationsbedingungen geschaffen werden, wie es im OP der Fall ist. (Matioc und Arndt 2005) Im Bereich der Notfallmedizin ist die Häufigkeit des schwierigen Atemwegs im Vergleich zur präoperativen Narkoseeinleitung mit ca. 10% deutlich höher. (Timmermann et al. 2005, Timmermann et al. 2006) Kritisch Kranke und hämodynamisch instabile Patienten benötigen eine Intubation häufig als eine Notfallmaßnahme mit wenig Möglichkeiten zur optimalen Vorbereitung der Intubation (Cormack und Lehane 1984, Schwartz et al. 1995, Le Tacon et al. 2000). In verschiedenen Studien trat während der laryngoskopischen Intubation in 0,3 – 13 % der Fälle ein Cormack und Lehane Grad III oder IV auf (Wilson et al. 1988, Frerk 1991, Williams et al. 1991). Deshalb waren notfallmäßige Intubationen außerhalb des Operationssaals im präklinischen Bereich schon häufig Gegenstand von klinischen Studien. (Adnet et al. 1998, Ricard-Hibon et al. 2002).

Im Vergleich dazu werden auf der Intensivstation schwer kranke Patienten mit geringen physiologischen Reserven intubiert. Zwar sind die Patienten auf einer Intensivstation bereits in medizinischer Betreuung, jedoch erfolgt hier die Sicherung des Atemweges ebenfalls häufig im Rahmen einer akuten Verschlechterung des Patienten, so dass regelhaft äußerste Eile geboten ist.

Erst wenige Studien beschäftigten sich mit dem Managements des schwierigen Atemwegs auf der Intensivstation (Schwartz et al. 1995, Le Tacon et al. 2000, Jaber et al. 2006, Walz et al. 2007). Le Tacon et al. ermittelten in einer prospektiven Studie, die insgesamt 80 Patienten einschloss, die Häufigkeit der schwierigen endotrachealen Intubation und zeigten zusammenhängende Komplikationen auf (Le Tacon et al. 2000). Jaber et al. zeigten in ihrer Multicenter-Studie, die 253 endotracheale Intubationen auf der Intensivstation untersuchte, dass 28% aller Intubationen mit lebensbedrohlichen Komplikationen assoziiert waren (Jaber et al. 2006). In dieser Studie betrug die Inzidenz des schwierigen Atemwegs 12%. Diese Angabe ist ähnlich den Untersuchungsergebnissen von Schwartz et al., die eine Studie mit 297 Patienten einer Intensivstation durchführten und eine Inzidenz des schwierigen Atemwegs von 8% beschreiben (Schwartz et al. 1995). Diese Zahlen sind deutlich geringer als

in der Studie von Le Tacon, wo in 22,5 % der Fälle ein schwieriger Atemweg auftrat (Le Tacon et al. 2000). Die jüngste veröffentlichte Studie von Griesdale zeigte nur 6,6% schwierige Intubationen. Allerdings wurden in dieser Studie 22% der untersuchten Intubationen primär mit einer Fiberoptik oder einer Videolaryngoptik wie beispielsweise dem GlideScope (GlideScope®, Verathon®, Bothell, Washington, USA) durchgeführt. 40,4% der untersuchten Intubationen erfolgten nicht auf einer Intensivstation, sondern wurden auf Normalstation durchgeführt (Griesdale et al. 2008).

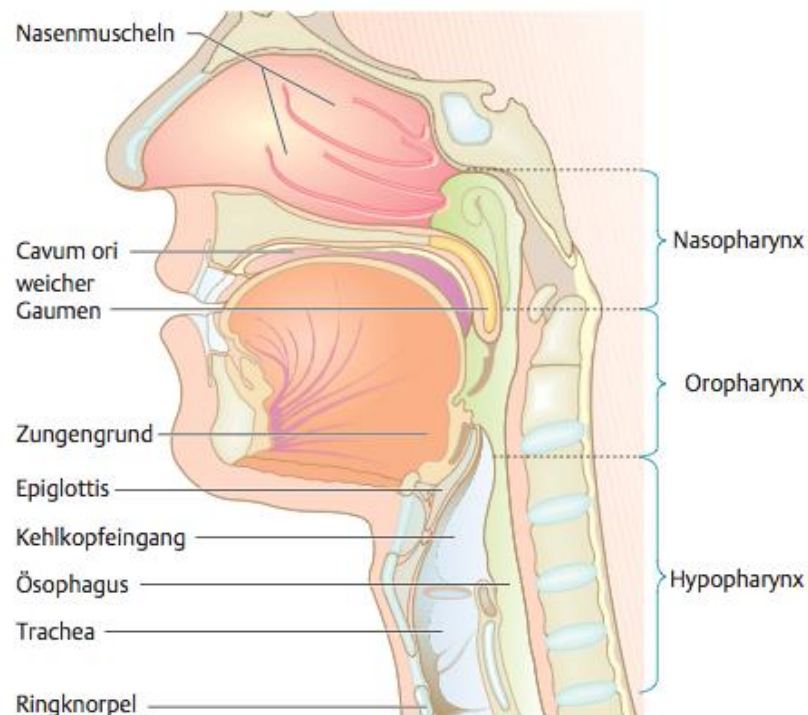
Zusammenfassend riet Jaber et al., dass das Ziel folgender Studien die genaue Analyse von Gründen für eine schwierige Intubation sein sollte, um weitere protektive Faktoren herausarbeiten zu können (Jaber et al. 2006). Als einen wichtigen protektiven Effekt, um die Folgen eines schwierigen Atemwegs zu vermeiden, beschrieb Jaber et al. die endotracheale Intubation durch einen Assistenzarzt, angeleitet von einem Facharzt (Jaber et al. 2006). Da das Auftreten eines schwierigen Atemwegs für den Patienten eine erhöhte Morbidität und Mortalität bedeutet, ist es wichtig, mögliche Fehlerquellen zu detektieren und bereits erfolgte Studien zu ergänzen, um die Inzidenz des schwierigen Atemwegs auf der Intensivstation zu reduzieren und die Versorgung des Patienten zu verbessern. Auf Grund der Heterogenität der Daten aus bisher veröffentlichten Studien führten wir eine Reevaluation des Problems durch, um die genaue Inzidenz des schwierigen Atemwegs auf der Intensivstation zu erfassen und mögliche Gründe hierfür herauszuarbeiten. Dies gilt vor allem für diese Intubationen, die von Fachärzten der Anästhesie durchgeführt wurden, um die fehlende Berufserfahrung bei Assistenzärzten als Fehlerquelle auszublenden.

## **1.2 Anatomie des Atemwegs**

Grundlegende Kenntnisse über die Anatomie des oberen Respirationstraktes sind eine wichtige Voraussetzung für das Atemwegsmanagement. Der natürliche Weg der Luft in die Luftröhre und in die Lunge führt zum einen über die Nase und zum anderen über den Mund und den Oropharynx in den Larynx.

Die Mundhöhle (Cavitas oris) bildet den ersten gemeinsamen Weg des Atmungs- und Verdauungsweges. Diese wird aufgeteilt in das Vestibulum oris (Vorhof), den Raum zwischen den Lippen bzw. Wangen und den Zähnen und die eigentliche Mundhöhle (Cavitas oris), die

von der Zahnreihe bis zum Isthmus faucium (Schlundbogen) reicht. Kranial ist die Mundhöhle begrenzt durch den weichen und harten Gaumen (Palatum durum und molle), ventral und lateral von den Zähnen und kaudal von der Zunge und dem Diaphragma oris (M. mylohyoideus). Die Zunge dient neben der Beförderung von Speisen als Geschmacksorgan auch der Artikulation beim Sprechen. Mittig des weichen Gaumens sitzt die Uvula. Der Isthmus faucium trennt die Mundhöhle vom Rachen. Dieser wird kranial vom Gaumensegel, lateral vom vorderen und hinteren Gaumenbogen und unten von der Zunge begrenzt. Zwischen den beiden Gaumenbögen liegt die Tonsilla palatina. Zusammen mit der Tonsilla lingualis, Tonsilla pharyngealis und Tonsilla tubaria bildet sie den lymphatischen Rachenring (Waldeyer-Rachenring), der im Bereich des Übergangs von der Mund- und Nasenhöhle in den Pharynx angesiedelt ist.



**Abbildung 1:** Sagittalschnitt durch Kopf und Hals (Doerges et al. 2009, S. 2)

Ein weiterer Teil des Atemweges wird durch die Nase gebildet. Aufgabe der Nase ist die Anfeuchtung, Erwärmung und Reinigung der Atemluft, sowie Bildung der Nasenlaute unserer Stimme. Zusätzlich enthält sie das Riechorgan. Die äußere Öffnung sind die beiden Nasenlöcher (Aperturæ piriformis). Die Nase wird durch das Nasenseptum in zwei

annähernd gleich große Teile getrennt. Diese werden unterteilt in den Nasenvorhof und die Nasenhöhle, welche als Grenze eine bogenförmige Schleimhautfalte (Limen nasi) hat. Von den beiden lateralen Nasenwänden ragen die drei Nasenmuscheln (Conchae nasi) in die Nasenhöhle. Hier liegen die Öffnungen zu den Nasennebenhöhlen (Sinus) und die Mündung des Tränennasenganges (Ductus nasolacrimales). Nach innen münden die Nasenhöhlen in die Choanae nasi, welche sie mit dem Nasenrachenraum verbindet.

Der Pharynx ist in drei verschiedene Anteile aufgeteilt, den Nasopharynx, den Oropharynx und den Hypopharynx. Der Nasopharynx reicht von der Schädelbasis bis hin zum Gaumensegel. Verbunden ist der Nasopharynx mit insgesamt fünf verschiedenen Zugängen, den beiden Nasenhöhlen, die Mündung der Tuba auditiva, mit der der Nasopharynx mit dem Mittelohr verbunden ist und dem Oropharynx. Dieser reicht von der Uvula bis zur Epiglottis. Er steht über den Isthmus faucium mit der Mundhöhle in Verbindung. An den Oropharynx schließt sich der Hypopharynx an, der von der Epiglottis bis zum unteren Rand des Ringknorpels reicht. Er beinhaltet den Larynx und hat Verbindung zum Ösophagus und zur Trachea. Der Larynx ist das Organ der Phonation und bildet die Grenze zwischen dem oberen und unteren Respirationstrakt. Durch Schlucken oder Sprechen wird der Larynx um bis zu 4 cm in vertikaler Richtung bewegt. Der Larynx besteht aus drei großen Knorpeln, dem Schildknorpel (Cartilago thyroidea), dem Ringknorpel (Cartilago cricoidea), und dem Kehlkopfdeckel (Epiglottis), und den zwei kleineren Stellknorpeln (Cartilagine arytaenoideae). Der Ring- und der Schildknorpel werden durch das von ventral palpable Ligamentum cricothyroideum verbunden. Dies ist im Notfall der als Ultima Ratio zu wählende chirurgische Zugangsweg (Koniotomie), um eine Oxygenierung des Patienten sicherzustellen. Der Larynx lässt sich in drei „Stockwerke“ einteilen. Die Supraglottis bildet das obere Stockwerk, sie reicht vom Kehlkopfeingang bis zum Spalt zwischen den Taschenfalten (Plica vestibularis). Die Glottis bildet das mittlere Stockwerk und reicht bis zur eigentlichen Stimmritze (Rima glottis). Das untere Stockwerk geht am inferioren Rand des Ringknorpels in die Trachea über (Schiebler 2005).

### **1.3 Prädilektionsfaktoren für einen schwierigen Atemweg**

Aufgrund der erhöhten Mortalität und Morbidität, mit welcher der schwierige Atemweg einhergeht, ist es von großer Wichtigkeit diesen frühzeitig zu erkennen. Da es keinen

Einzeltest gibt, um einen schwierigen Atemweg vorherzusagen, ist es wichtig verschiedene Parameter in die Beurteilung eines Patienten einzubeziehen. Im Rahmen jeder Prämedikation sollte eine ausführliche Anamnese bezogen auf die Freihaltung der Atemwege erfolgen. Hierzu dienen neben der klinischen Untersuchung sowohl die gezielte Befragung als auch das Studium vorhandener Anästhesieprotokolle, sofern diese zugänglich sind.

Auf einer Intensivstation erfolgen Intubationen zumeist notfallmäßig, so dass ein Gespräch mit dem Patienten häufig nicht möglich ist. In diesen Fällen ist die genaue Inspektion der von außen sichtbaren anatomischen Proportionen unabdingbar, denn hier können wichtige Hinweise für einen schwierigen Atemweg erkannt werden. Eine solche atemwegsbezogene Untersuchung sollte die Besonderheiten von Mund, Gesicht, Zahnstatus, Kiefer, Zunge, Hals und Halswirbelsäule erfassen.

Mallampati entwickelte 1985 eine einfache klinische Einteilung zur Identifikation eines schwierigen Atemweges (Mallampati et al. 1985). Zur Untersuchung sitzt oder steht der wache Patient und streckt die Zunge bei neutraler Kopfhaltung maximal aus dem Mund, siehe Abbildung 2. Bei Grad I ist der Pharynx vollständig einsehbar, bei Grad II ist der weiche Gaumen und Gaumenbögen gut sichtbar, die Uvula ist durch Zunge verdeckt und bei Grad III ist nur Gaumen sichtbar (Mallampati et al. 1985). Zwei Jahre später modifizierten Samsoon und Young die Einteilung in die heute bekannte Aufteilung in vier Grade. Grad eins beschreibt die volle Sichtbarkeit des weichen Gaumens, der Uvula und der Gaumenbögen, Grad zwei die Sicht auf die seitlichen Gaumenbögen, die Spitze der Uvula ist nicht mehr sichtbar. Bei Grad drei ist nur der weiche Gaumen sichtbar und bei Grad vier nur der harte Gaumen (Samsoon und Young 1987).

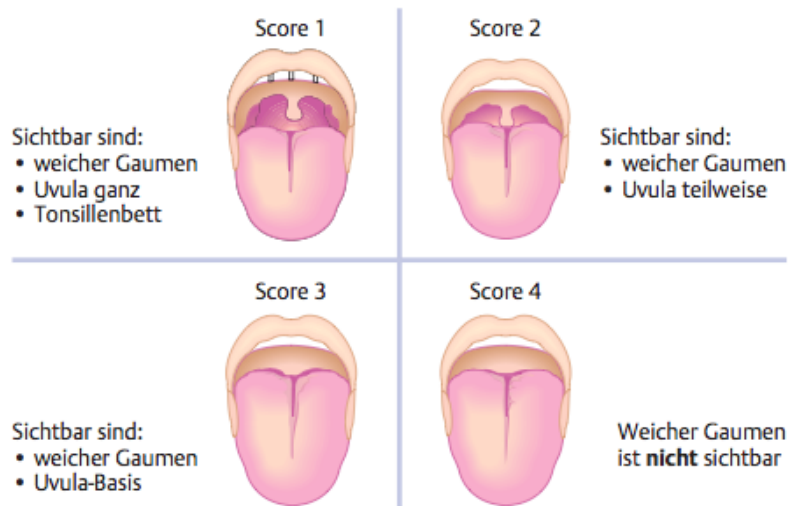


Abbildung 2: Mallampati-Klassifikation, modifiziert durch Samssoon und Young (Doerges et al. 2009, S. 9)

In der Literatur gibt es eine Vielzahl von Risikofaktoren, die eine Einschätzung erlauben, ob ein schwieriger Atemweg zu erwarten ist oder nicht.

Patil beschrieb einen veränderten thyreomentalen Abstand als Risikofaktor für eine schwierige Intubation. Dieser wird gemessen von der Kinn-Unterkante bis zur Incisura thyroidea des Schilddrüsenknorpels. Bei einem Abstand von weniger als 6,5 Zentimetern ist mit einem schwierigen Atemweg zu rechnen (Patil et al. 1983).

Frerk empfahl die Kombination aus der Messung des thyreomentalen Abstandes und dem Mallampati-Score. Bei einem Mallampati von Grad III oder IV und einem thyreomentalen Abstand von weniger als 7 Zentimetern sollte ein schwieriger Atemweg erwartet werden (Frerk 1991).

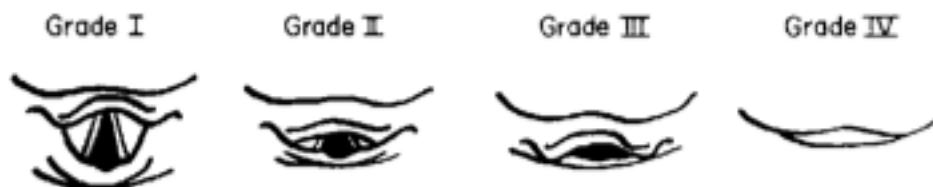
El-Ganzouri beschrieb eine Kombination aus folgenden Punkten zur Einschätzung eines schwierigen Atemweges: Eine Mundöffnung < 4 cm, ein thyreomentaler Abstand < 6 cm, Mallampati Grad III, eine eingeschränkte Halsbeweglichkeit, Überbiß, ein Körpergewicht > 110 kg und eine schwierige Intubation in der Vorgeschichte (el-Ganzouri et al. 1996).

Rose und Cohen untersuchten 18500 Patienten und fanden als Prädiktoren für eine schwierige direkte Laryngoskopie eine verringerte Mundöffnung, einen verkürzten thyreomentalen Abstand, eine höhergradige Mallampati-Klassifikation und eine eingeschränkte Überstreckbarkeit der Halswirbelsäule sowie die Kombination von zwei oder

mehreren der genannten Merkmale (Rose und Cohen 1994). Allerdings hatten nur 34,5 % der untersuchten Patienten, bei denen sich die endotracheale Intubation als schwierig herausstellte, einen oder mehrere der genannten Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg. Um einen schwierigen Atemweg besser im Vorfeld einschätzen zu können, sollten die oben genannten Testverfahren kombiniert werden. Dies erhöht die Sensitivität (Gerlach et al. 2006).

Die bekannten Prädiktoren für einen möglichen schwierigen Atemweg erwiesen sich zwar nicht als absolut treffsicher, ihre Überprüfung kann jedoch die Inzidenz der unerwarteten schwierigen Atemwegs verringern und damit die Sicherheit des Patienten erhöhen (Deller 1995). Grundsätzlich gilt, Prädiktoren können nicht jede Situation eines schwierigen Atemwegs im Voraus erkennen. Wer Narkosen durchführt, muss daher jederzeit auf einen schwierigen Atemweg vorbereitet sein (Yentis 2002).

Während der Intubation erlaubt die direkte Laryngoskopie die Einteilung in die vier Grade nach Cormack und Lehane (Cormack und Lehane 1984), siehe Abbildung 3. Sind Kehldeckel, Stimmlippen und Aryknorpel vollständig sichtbar, wird dies als Grad 1 bezeichnet. Bei Grad 2 sind die Stimmlippen nur teilweise erkennbar, bei Grad 3 ist nur der Kehldeckel sichtbar. Bei Grad 4 sind weder Glottis noch Epiglottis sichtbar, so dass eine konventionelle Intubation meist nicht möglich ist und spezielle Techniken wie die fiberendoskopische Intubation eingesetzt werden müssen.



**Abbildung 3:** Laryngoskopische Aufsicht auf den Kehlkopf, Einteilung nach Cormack und Lehane (Samsoon und Young 1987, S. 488)



## **1.4 Die Intubation**

Zur Durchführung einer erfolgreichen endotrachealen Intubation sind eine Vielzahl von Schritten nötig, welche im Folgenden einzeln vorgestellt werden.

### **1.4.1 Vorbereitungen**

Zu Beginn ist die optimale Lagerung des Patienten von großer Wichtigkeit. Hierzu wird der Kopf leicht erhöht gelagert und im atlanto-okzipitalen Gelenk überstreckt. In der so genannten „verbesserten Jackson-Position“ kommt es zu einer Annäherung der Achsen zwischen Pharynx und Trachea. In der so genannten „Schnüffel-Position“ liegen Mundhöhle, Pharynx und Larynx in einer Ebene. Passende Lagerungskissen oder Rollen in verschiedenen Größen sollten zur optimalen Positionierung bereitliegen (Schulte am Esch et al. 2002). Weitere einfache Maßnahmen können die Intubationsbedingungen optimieren. Um einen optimalen Zugang zum Kopf des Patienten zu haben, kann das Kopfteil am Patientenbett entfernt werden und das Bett auf eine bequeme Arbeitshöhe verstellt werden. Weiterhin sind erfahrene Helfer zum Anreichen gewünschter Hilfsmittel, Optimierung der Sichtverhältnisse durch Absaugung und Vermeidung von Zeitdruck durch ausreichende Präoxygenierung wichtig (Krier und Georgi 2001).

Diese Art der Patientenvorbereitung findet vornehmlich in der operativen Anästhesie Einsatz, da die Patienten dort elektiv und somit geplant intubiert werden. Im Rahmen der Intensivmedizin ist eine solche Vorbereitung oft aus Dringlichkeit der Intubation nicht möglich.

### **1.4.2 Präoxygenierung und Maskenbeatmung**

Nachdem der Patient, im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten optimal für die Intubation vorbereitet wurde, erfolgt die sogenannte Präoxygenierung. Hierunter versteht man eine prophylaktische Anreicherung der Lunge mit Sauerstoff, um die während der Intubation bestehende Apnoezeit zu verlängern. Dazu wird dem noch spontan atmenden Patienten über eine dicht abgeschlossene Gesichtsmaske über mehrere Minuten reiner Sauerstoff appliziert. Bei Raumluftatmung wäre der Lungenvorrat von insgesamt 400ml Sauerstoff in der funktionellen Residualkapazität (FRC) beim erwachsenen Patienten schon nach etwa 75 Sekunden aufgebraucht (Braun et al. 2004). Ziel der Präoxygenierung ist es, den Sauerstoffspeicher der Lunge maximal mit reinem O<sub>2</sub> zu füllen und den vorhandenen Stickstoff (N<sub>2</sub>) auszuwaschen, genannt Denitrogenisierung. Es können nie 100% O<sub>2</sub> erreicht

werden, sondern nur maximal etwa 88%, weil die physiologischen Gasanteile von Kohlendioxid (5% CO<sub>2</sub>) und Wasserdampf (6% H<sub>2</sub>O) nicht eliminiert werden können. Eine effektive Präoxygenierung kann einen mindestens 10-minütigen Hypoxieschutz ermöglichen (Mertzlufft und Krier 2001). Die Stickstoff-Elimination ist gemäß der Literatur nach etwa einer Minute zu 98% (Mertzlufft und Zander 1994a, b) und nach etwa 2 ½ Minuten zu 99% erreicht (Carmichael et al. 1989).

Nachdem der Patient präoxygeniert wurde, erfolgt die Gabe eines Analgetikums und eines Hypnotikums. Hierdurch kommt es zu einer Apnoe des Patienten, welche eine Maskenbeatmung erfordert.

Die Maskenbeatmung ist die klassische Beatmungsmethode, die zum obligaten Grundinstrumentarium des Atemwegsmanagements im klinischen Alltag zählt und vor jeder Intubation bei nüchternen Patienten durchgeführt werden sollte. Hierzu wird die Maske auf das Gesicht des Patienten aufgesetzt, damit sie dicht abschließt und keine Luft entweichen kann. Gleichzeitig wird der Hals des Patienten überstreckt, um zu verhindern, dass die zurückfallende Zunge die Atemwege verlegt. Die Erfolgszeichen für eine suffiziente Maskenbeatmung sind die Atembewegungen des ventilerten Thorax, ein adäquates expiratorisches Minutenvolumen in der Volumetrie, der Nachweis von Kohlendioxid in der Ausatemluft, mittels einer Kapnometrie, und die mit Verzögerung reagierende Pulsoxymetrie.

Neben dem standardisierten Einsatz der Maskenbeatmung bei der elektiven endotrachealen Intubation hat die Maskenbeatmung auch im Rahmen der Notfallbeatmung einen großen Stellenwert (z.B. auf der Intensivstation). In der Notfallsituation ist eine effektive Präoxygenierung durch den spontan atmenden Patienten oft nicht möglich, so dass der Patient durch Insufflation von Sauerstoff über die Maske präoxygeniert werden muss. Da das Aufsetzen einer solchen Maske wenig Zeit erfordert, ist sie momentan die erste Wahl für die Notfallbeatmung eines intubationspflichtigen Patienten.

Bei Notfallpatienten konnte gezeigt werden, dass die Rate an Aspirationen, Regurgitationen und daraus resultierenden pulmonalen Komplikationen durch eine insuffizient ausgeführte Maskenbeatmung ansteigt (Lawes und Baskett 1987). Durch eine Gesichtsmaske ist keinerlei Aspirationsschutz gegeben. Der maximale Beatmungsdruck bei der Gesichtsmaskenbeatmung sollte möglichst weniger als 20 mbar betragen. Trotzdem kann es

zur Insufflation von Luft oder Sauerstoff in den Magen kommen. Eine Gesichtsmaske bietet keinerlei Schutz vor einer Aspiration. Bei einem leicht zu beatmenden Patienten ist eine Einhand-Maskenbeatmung durchführbar, was bedeutet, dass die Maske mit einer Hand im Gesicht des Menschen fixiert und mit der anderen Hand der Beatmungsbeutel gedrückt werden kann. Ist die Beatmung in diesem Sinne nicht möglich, so muss die Maske mit zwei Händen abgedichtet werden und eine zweite Person bedient den Beatmungsbeutel. Risikofaktoren für eine schwierige Maskenbeatmung beispielsweise sind ein Alter über 55 Jahren, ein BMI über  $26 \text{ kg/m}^2$ , Zahnlosigkeit, das männliche Geschlecht, ein Bart, ein fliehendes Kinn, Schnarchen in der Vorgeschichte und ein Mallampati 4. Grades (Walz et al. 2007). Eine hilfreiche Ergänzung des Beutel-Masken-Systems ist der Guedeltubus, der durch seine gebogene Form, ähnlich dem Unterkiefer, die Zunge anhebt und somit das Zurückfallen der Zunge verhindert. Eine ausreichende Präoxygenierung zur Hypoxieprophylaxe ist vor jeder Narkoseeinleitung absolut obligat, um die Sicherheit für den Patienten zu erhöhen. Baillard et al. konnten eindeutig belegen, dass eine Präoxygenierung vor der Intubation das Risiko von Hypoxie deutlich senkt (Baillard et al. 2006).

Zusammenfassend stellt die Maskenbeatmung eine wichtige Grundlage zur Sicherung der Atemwege dar und dient der Vorbereitung zur endotrachealen Intubation. Bei Notfallintubationen ist jedoch immer zu bedenken, dass es bei den zumeist nicht nüchternen Patienten durch Insufflation von Luft in den Magen zu Erbrechen mit folgender Aspiration kommen kann.

### **1.4.3 Endotrachealtuben**

Nachdem der Patient wie bereits beschrieben im Rahmen der Möglichkeiten präoxygeniert wurde, stellt die endotracheale Intubation nach wie vor den Goldstandard zur Sicherung der Atemwege dar. Auch in der Notfallsituation ist die endotracheale Intubation das Mittel der Wahl.

Bei einem Endotrachealtubus handelt es sich um einen aus Kunststoff hergestellten biegsamen Schlauch, an dessen distalem Ende sich eine aufblasbare Manschette (Cuff) für die Abdichtung der Trachea befindet. Endotrachealtuben gibt es in verschiedenen Größen und Formen.

Jede Intubation kann Komplikationen mit sich bringen. Zum einen können beim Einführen des Laryngoskops Weichteile wie beispielsweise Ober- oder Unterlippe zwischen Zahnreihe und Laryngoskop eingequetscht werden, zum anderen können bei unbedachten Hebelbewegungen mit dem Laryngoskop Zähne beschädigt werden. Weiterhin kommt es vor allen Dingen bei trockenen Schleimhäuten und wiederholten frustranen Intubationsversuchen zu Blutungen oder Schwellung im Intubationsfeld. Eine gefährliche Komplikation ist die Intubation des Ösophagus oder die einseitige Intubation, die, wenn sie nicht rechtzeitig erkannt, schwerwiegende Folgen durch Hypoxie nach sich ziehen kann. Als weitere Gefahr besteht die Verletzung der Stimmbänder oder die Perforation der Trachea. Bei Langzeitbeatmungen kann der Druck des Cuff Nekrosen oder Ulzerationen der Trachealschleimhaut verursachen.

#### 1.4.4 Die endotracheale Intubation

Ziel der endotrachealen Intubation ist das Einführen eines Tubus über den Larynx in die Trachea, um die Atemwege zu sichern und einen adäquaten Aspirationsschutz zu gewährleisten. Die endotracheale Intubation wird in der Regel am narkotisierten und muskelrelaxierten Patienten unter direkter Laryngoskopie transoral vorgenommen. Um die Intubation so einfach wie möglich zu gestalten, sollte die Intubation bestmöglich vorbereitet werden.



**Abbildung 4: Intubationsmaterial (Roewer und Thiel 2008, S. 117)**

Zum vorbereiteten Equipment einer endotrachealen Intubation gehört eine Gesichtsmaske zur Präoxygenierung, Medikamente für eine ausreichende Narkose, ein Laryngoskop, Tuben in verschiedenen Größen, eventuell ein Führungsstab, ein Guedeltubus, eine Tubusfixierung, eine einsatzbereite Absaugung und eine Blockerspritze. Für eine nasotracheale Intubation sollten zusätzlich abschwellende Nasentropfen und eine Magill-Zange bereit liegen. Die hauptsächlich verwendete Intubationstechnik ist die direkte laryngoskopische Intubation unter Sicht.

Ein Beatmungstubus kann entweder durch den Mund (orotracheal) oder die Nase (nasotracheal) eingeführt werden. Dies hängt vom eventuellen Operationsgebiet oder anatomischen Gegebenheiten ab. In der Regel werden für Frauen Endotrachealtuben mit einem Innendurchmesser von 7,0-8,0 mm und für Männer mit einem Innendurchmesser von 7,5-8,5 mm vorbereitet. Vor der Narkoseeinleitung sollte wie bereits oben beschrieben eine Präoxygenierung stattfinden. Nach Narkoseeinleitung sollte vor der Gabe der Muskelrelaxanzien geprüft werden, ob der nüchterne Patient gut über die Maske beatmet werden kann. Nur wenn eine suffiziente Beatmung möglich ist, darf ein Muskelrelaxans gegeben werden. Bis zu dessen Wirkungseintritt wird die Maskenbeatmung weitergeführt, bis schließlich die Laryngoskopie durchgeführt werden kann. Das Laryngoskop dient als Hilfsmittel zur Einstellung der direkten Sicht auf die Stimmritze. Hierzu kann ein gebogener Spatel (Macintosh Spatel) oder ein gerader Spatel (Miller-Spatel) verwendet werden. Die Wahl des Spatels ist abhängig von persönlichen Vorlieben bzw. der persönlichen Erfahrung des Arztes. In einer Studie (Hastings et al. 1996) wurde die Verwendung des Miller-Spatels empfohlen, da hier weniger Kraft benötigt wird und die Kopfextension geringer gehalten werden kann. In einer ähnlichen Studie wurden der Macintosh-Spatel und der McCoy-Spatel, der ähnlich wie der Macintosh-Spatel gebogen ist, zusätzlich aber auch die Möglichkeit bietet, die Epiglottis mittels einer beweglichen, klappbaren Spitze anzuheben, verglichen. Hier konnte gezeigt werden, dass die Verwendung des McCoy-Spatels keine besseren Ergebnisse im Vergleich zum Standard-Macintosh-Spatel in einfachen und schwierigen Intubationen bringt (Sethuraman et al. 2006). Im Allgemeinen wird die Verwendung eines

gebogenen Spatels nach McIntosh bei Erwachsenen bevorzugt, da dieser sich besser der Anatomie der Mundhöhle anpasst (Striebel 2009).

Mit der rechten Hand wird der Mund des Patienten geöffnet. Das Laryngoskop wird mit der linken Hand vorsichtig am rechten Mundwinkel des Patienten eingeführt und weiter in den Mund vorgeschoben. Hierbei wird die Zunge nach links weggedrängt und das Laryngoskop zur Mittellinie des Mundes gebracht. Der Laryngoskopspatel wird bis zur Epiglottis vorgeführt und in der Falte zwischen Zungengrund und Epiglottis platziert. Nun wird das Laryngoskop in Griffrichtung gezogen. Hierdurch wird die Epiglottis aufgerichtet und der Blick auf die Stimmritze wird frei. Der Tubus kann nun unter Sicht mit der rechten Hand durch die Stimmritze in die Trachea eingeführt werden. Anschließend wird der Cuff des Tubus geblockt und der Tubus fixiert (Striebel 2009).

Bei der nasotrachealen Intubation wird der nasopharyngeal eingeführte Tubus unter laryngoskopischer Darstellung vom Oropharynx mit Hilfe einer von der rechten Hand geführten Magill-Zange durch den Larynx in die Trachea vorgeschoben (Schulte am Esch et al. 2002).

Wenn nach einer Narkoseeinleitung die endotracheale Intubation nicht gelingt, können verschiedene Maßnahmen angewandt werden, um die Sicht auf den Kehlkopfeingang zu verbessern. Vor jedem weiteren Intubationsversuch sollten wieder optimale Bedingungen bezüglich Sauerstoffversorgung, Anästhesietiefe, Lagerung des Patienten und gegebenenfalls Muskelrelaxation geschaffen werden (Gerlach et al. 2006). Knill beschrieb 1993 anhand von zwei Fällen, dass die günstigste Intubationsposition des Larynx durch eine dreidimensionale Verschiebung des Schildknorpels erreicht werden kann und etablierte damit ein Verfahren namens BURP (=backwards-upwards-rightwards-pressure) (Knill 1993). Dabei wird der Schildknorpel zuerst nach dorsal gegen die Halswirbelsäule, dann soweit wie möglich nach oben und dann nach rechts (maximal zwei Zentimeter) gedrückt. Durch diese einfache Maßnahme konnten Cormack-Lehane-Einstufungen (C&L) der Klassen 3. und 4. um mindestens eine verbessert werden, in Ausnahmefällen sogar in eine C&L Klassifikation 1 umgewandelt werden (Latto und Vaughan 1997, Ullrich und Listyo 1998).

#### **1.4.5 Die blind nasale Intubation**

Ist eine endotracheale Intubation nicht möglich, kann beim spontan atmenden Patienten alternativ auch blind nasal intubiert werden. Eine nasotracheale Intubation kann von erfahrenen Anästhesisten ohne direkte Sicht, also blind durchgeführt werden. Hierzu wird der Tubus vorgeschoben und mittels des Atemgeräusches vor der Epiglottis plaziert. Bei Inspiration des Patienten wird der Tubus dann in die Trachea vorgeschoben. Grundvoraussetzung hierfür ist eine erhaltene Spontanatmung (Schulte am Esch et al. 2002). Das Verfahren der blindnasalen Intubation sollte aufgrund der deutlich erhöhten Infektionsrate nicht mehr durchgeführt werden (Gerlach et al. 2006).

#### **1.4.6 Fiberoptische Intubation beim wachen Patienten**

Der Goldstandard bei Verdacht auf einen schwierigen Atemweg ist die fiberoptische Intubation am wachen Patienten (Heidegger und Gerig 2004). Wird eine schwierige Atemwegssicherung bei einem Patienten erwartet, sollte eine fiberoptische Intubation dringend in Erwägung gezogen werden (Walz et al. 2007). Dies stellt eine risikoarme, stressarme, nicht traumatisierende Intubationsmethode bei erhaltener Spontanatmung dar (Krier und Georgi 2001). Indikationen für eine fiberoptische Intubation sind neben dem erwarteten schwierigen Atemweg die kontraindizierte Gabe von Anästhetika oder Muskelrelaxanzien, schwerkranke Patienten und sichere Platzierung des trachealen Tubus (Kleemann 1997). Bei erwarteten schwierigen Intubationen wird bis zur definitiven Sicherung der Atemwege die Spontanatmung erhalten. Der Endotrachealtubus kann transnasal oder –oral eingebracht werden. Bei der Durchführung der Intubation wird die Fiberoptik unter ständiger Sicht bis kurz vor die Bifurkation geführt, anschließend dient sie als Führungsschiene für den Tubus. Beim Einbringen des Tubus ist darauf zu achten, dass das Fiberskop nicht weiter in den Bronchialbaum vorgeschoben wird. Nach der Intubation wird die korrekte Lage des Tubus fiberoptisch und kapnometrisch gesichert. Erst nachdem dies geschehen ist, wird der Patient anästhesiert und der Verlust der Spontanatmung in Kauf genommen. Wenn die Sicherung der Atemwege nicht gelingt, besteht so die Möglichkeit des Rückzugs und der Verschiebung der Anästhesieeinleitung auf einen späteren Zeitpunkt (Gerlach et al. 2006).

#### **1.4.7 Extratracheale oder supraglottische Hilfsmittel**

Obwohl die endotracheale Intubation der Goldstandard zur Atemwegssicherung darstellt, stehen verschiedene alternative Atemwege zur Verfügung. Bei kurzen elektiv geplanten operativen Eingriffen ist es sinnvoll, um die Risiken einer endotrachealen Intubation zu minimieren, auf alternative Atemwege, wie beispielsweise eine Larynxmaske, auszuweichen. Auch in Notfallsituationen, beispielsweise bei missglückten Intubationen kann der Einsatz von extratrachealen Hilfsmitteln sinnvoll sein, um eine adäquate Oxygenierung des Patienten sicherzustellen. Als extratracheale Hilfsmittel stehen beispielsweise die Larynxmaske, der Combitubus oder die Intubationslarynxmaske zur Verfügung.

Die Larynxmaske wurde 1983 in die Routineanästhesie in Deutschland eingeführt und stellt eine Alternative zur klassischen Gesichtsmaske dar, besonders bei anatomischen Anomalien im Gesichtsbereich. Die Risiken der endotrachealen Intubation können mit dieser Methode umgangen werden. Die Vorteile der Larynxmaske liegen in der einfachen Handhabung und in der geringen traumatischen Wirkung. Deutliche Nachteile der Larynxmaske liegen im geringen Aspirationsschutz und darin, dass die Larynxmaske keine subglottischen Stenosen überbrücken kann. Die Larynxmaske wird blind, ohne Zuhilfenahme eines Laryngoskops, in den Hypopharynx des narkotisierten Patienten vorgeschoben. Eine Muskelrelaxierung ist nicht kontraindiziert, jedoch zum Einsatz der Larynxmaske nicht erforderlich. Der Beatmungsdruck sollte möglichst gering gehalten werden ( $< 20 \text{ cm H}_2\text{O}$ , Öffnungsdruck des distalen Ösophagusphinkters), um das Risiko einer Mageninsufflation weitestgehend zu reduzieren (Kretz und Teufel 2006). Die Larynxmaske stellt auch in Notfallsituationen bei nicht möglicher Maskenbeatmung und nicht erfolgreicher Intubation ein wichtiges Hilfsmittel zur Sicherung der Atemwege dar (Brain 1984). Die Standard-Larynxmaske stellt wegen des fehlenden Aspirationsschutzes und der potentiellen Gefahr einer Mageninsufflation dennoch keine primäre langfristige Ersatzmethode bei der Bewältigung von Intubationsproblemen in der Notfallmedizin dar.

Der Larynxtubus stellt neben der Larynxmaske eine mögliche Alternative zur Atemwegssicherung bei kurz dauernden operativen Eingriffen dar. Wegen der einfachen Handhabung konnte er besonders bei Atemwegsnotfällen („can't intubate- can't ventilate“) eine besondere Rolle spielen. Der Larynxtubus ist ein leicht „S-förmiger“ Einzellumentubus, der am distalen Ende verschlossen ist. Nach der blinden Platzierung kommt die Spitze des



Tubus im Ösophagus zum Liegen. An der Spitze befindet sich ein kleine Niederdruckcuff, mit dem der Ösophagus verschlossen wird. Im mittleren Teil besitzt er einen größeren Cuff, der den Pharynx nach oben hin abschließt. Zwischen den beiden Cuffs befindet sich eine Öffnung, von der aus die Atemluft in die Trachea gelangen kann (Krier und Georgi 2001).

Auch der Combitubus stellt ein Instrument zur Sicherung der Atemwege dar, vor allem geeignet in Notfallsituationen. Der Combitubus besitzt zwei Lumen und ist mit zwei unabhängigen Cuffs ausgestattet, die sich einzeln blocken lassen. Der proximale Cuff umgibt den Tubus etwa in der Mitte des Tubus, der distale Cuff befindet sich an distalen Ende. Zwischen den beiden Cuffs endet das proximale Lumen, unterhalb des distalen Cuffs endet das distale Lumen. Der Combitubus wird in der Regel blind in Neutralstellung des Kopfes eingeführt. Die Spitze befindet sich nach Einführen des Tubus in weniger als 5 % der Fälle in der Trachea, in mehr als 95 % der Fälle im Ösophagus. Im ersten Fall ist ein Beatmen wie über einen herkömmlichen Endotrachealtubus möglich. Im zweiten, deutlich häufigeren Fall wird durch den distalen Cuff der Ösophaguseingang verschlossen. Die Beatmung erfolgt nach Blocken des oberen im Pharynx liegenden Cuffs über das Lumen, welches sich zwischen den beiden Cuffs öffnet (Gerlach et al. 2006). Das geeignete der beiden Lumen lässt sich durch ein positives endexpiratorisches CO<sub>2</sub> oder durch Auskultation über der Lunge identifizieren (Kretz und Teufel 2006). Der Einsatz des Combitubus ist anspruchsvoll. Durch ein zu tiefes Einführen kommen beide Öffnungen im Ösophagus zu liegen und eine Beatmung ist unmöglich. Daneben kommt häufig auch eine Verwechslung der Adapter vor (Gerlach et al. 2006). Auch bei korrekter Lage können Komplikationen auftreten. Das häufigste Problem ist die Aspiration von Mageninhalt, da die Abdichtung des Cuffs im Ösophagus oft insuffizient ist. Auch Verletzungen des Mundraumes, Larynx, oder des Ösophagus sind möglich (Vezina et al. 2007).

Ein wichtiger Unterschied zwischen dem Larynxtubus und dem Combitubus ist, dass der Combitubus nur in zwei verschiedenen Größen verfügbar ist, während der Larynxtubus in fünf verschiedenen Größen zur Verfügung steht.

Die Intubationslarynxmaske (ILMA) stellt eine Weiterentwicklung zur Standard-Larynxmaske (SLM) dar. Zur besseren Handhabung wurde ein Stahlschaft mit Griff und eine flexible Gummilippe (Epiglottic Elevating Bar) eingebaut, die dazu dient, die Epiglottis beim Einführen des Tubus anzuheben. Geeignete Tuben zur blinden Intubation mit der ILMA sind

hochflexible Tuben bis zum Durchmesser von 8 mm mit Cuff. Plastiktuben eignen sich wegen ihrer schlechten Flexibilität nicht (Langenstein und Moller 1998). Die ILMA verbessert gegenüber der SLM den Erfolg der blinden Intubation von 30- 50% auf circa 90% ungeachtet anatomischer Schwierigkeiten. Ca. 50% der Patienten können im ersten Versuch erfolgreich blind intubiert werden (Langenstein und Moller 1998). Die kumulative Erfolgsrate bei der Durchführung der Intubation über die liegende ILMA lag in einer Multizenterstudie mit 500 Patienten bei über 95 % bei maximal 3 Versuchen (Baskett et al. 1998). Die Anwendung der ILM ist limitiert bei Mundöffnung von weniger als zwei Zentimetern. Bei elektiver Patientenversorgung stellen pathologischen Veränderungen im Rachen wie Tumore und entzündlichen Veränderungen eine Kontraindikation dar (Braun 1998).

### **1.5 Management des schwierigen Atemwegs**

Das Management des schwierigen Atemwegs beginnt mit der ausführlichen Erhebung der Anamnese und dem klinischen Befund, der bereits eventuelle Hinweise auf eine schwierige Atemwegssicherung gibt. Dies schließt soweit möglich auch bereits die Einsicht in frühere Narkoseprotokolle ein.

Um das Auftreten eines schwierigen Atemwegs zu beherrschen wurden diverse Algorithmen festgelegt. Diese sind als Empfehlungen zur Problemlösung zu sehen und nicht wie das Wort „Algorithmus“ impliziert, als konkrete Handlungsanweisung. Unter anderem wurden solche Leitlinien von der American Society of Anaesthesiology (ASA 2003) und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (Braun et al. 2004) herausgeben.

Betrachtet man das Patientenkollektiv, bei dem es zu einem schwierigen Atemweg kommt, können zwei Gruppen von Patienten unterschieden werden.

Die erste Gruppe bietet anamnestische oder körperliche Hinweise, die auf einen schwierigen Atemweg hindeuten. Diese können beispielsweise in der Prämedikation oder bei Inspektion des Patienten detektiert werden. In diesem Fall kann man sich auf eine schwierige Atemwegssicherung vorbereiten, da diese erwartet wird. Für diese Patienten wird im Regelfall eine fiberoptische Intubation unter Spontanatmung geplant.

Neben diesen Patienten, die ein berechenbares Risiko für einen schwierigen Atemweg mit sich bringen, gibt es ein weiteres Patientenkollektiv, welches trotz adäquater präoperativer

Befunderhebung keinen Hinweis auf einen schwierigen Atemweg bietet und somit das Vorliegen eines schwierigen Atemwegs nicht antizipiert und entsprechend vorbereitet werden kann. Dieses stellt ein großes Problem in der operativen Anästhesie, Intensivmedizin und in der Notfallmedizin dar. Der unerwartet schwierige Atemweg ist das zentrale Problem der bekannten Atemwegsalgorithmen. Jede Intubation muss daher so gut vorbereitet werden, wie es die Möglichkeiten zulassen. Eine gute Vorbereitung in diesem Sinne, also sowohl logistisch als auch strukturell, steigert den Erfolg der Intubation und senkt das Risiko für Komplikationen. Eine wichtige Grundvoraussetzung für das Management des schwierigen Atemwegs ist das Vorhandensein eines Koffers oder Rucksacks mit Equipment für einen schwierigen Atemweg. Hier sollten nach Empfehlung der American Society of Anesthesiologists folgende Dinge zur Verfügung stehen: verschiedene Laryngoskope, Tuben und Führungsstäbe in verschiedenen Größen, Larynxmasken in verschiedenen Größen, eine Intubationslarynxmaske, eine flexible Fiberoptik mit entsprechender Ausrüstung, mindestens ein extratracheales Hilfsmittel, zum Beispiel ein Larynxtubus, ein Combitubus, Equipment für eine Koniotomie und ein CO<sub>2</sub>-Detektor (ASA 2003).

Bei einem erwartet schwierigen Atemweg sollte die Spontanatmung bis zur definitiven Sicherung der Atemwege erhalten bleiben. Hier ist es wichtig den Patienten, soweit die Situation es zulässt, über das Risiko und das weitere Vorgehen zu informieren. Zusätzlich ist es wichtig, beim Auftreten eines schwierigen Atemweges fachärztliche Hilfe anzufordern. Die fiberoptische Intubation als erste Wahl oder die Einlage einer Larynxmaske im wachen Zustand oder mit leichter Sedierung ist in einem hohen Prozentsatz erfolgreich und mit einem geringen Risiko verbunden. Ein Rückzug ist hier jederzeit möglich. In Ausnahmefällen kann vor einem chirurgischen Eingriff mit schwieriger Atemwegsfreihaltung die elektive Tracheotomie erforderlich sein, insbesondere wenn alternative Methoden der Atemwegssicherung nicht verfügbar oder nicht durchführbar sind.

Ein wesentlich größeres Problem stellen die unerwartet schwierigen Atemwege dar. Jeder Anästhesist sollte im Vorfeld eine Strategie zum Management des schwierigen Atemwegs erarbeitet haben, die im Notfall angewandt werden kann. Hier können verschiedene Szenarien unterschieden werden, die im Folgenden vorgestellt werden. Grundsätzlich wichtig ist, dass vor der Gabe von Muskelrelaxanzien beim nüchternen Patienten eine suffiziente Maskenbeatmung möglich sein sollte. Erst wenn die Maskenbeatmung gelingt,

kann die Muskelrelaxation durchgeführt werden, um die endotracheale Intubation zu erleichtern. Die erste Laryngoskopie sollte hinsichtlich Lagerung, Spatelgröße, externer Kehlkopfmanipulation, genannt BURP, und Anästhesiequalität möglichst schon unter optimalen Bedingungen durchgeführt werden (Benumof 1994). Bei wiederholten Versuchen, die endotracheale Intubation durchzuführen, entstehen möglicherweise Verletzungen, Blutungen und Schwellungen, die eine Beatmung des Patienten unmöglich machen können. Bei Notfallintubationen konnte ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Laryngoskopien und Komplikationen, wie Hypoxie, Bradykardie, Regurgitation, Aspiration, festgestellt werden (Mort 2004). In der im Juli 2005 veröffentlichten „closed claims analysis“ der ASA wurde gezeigt, dass multiple Intubationsversuche mit einem häufigeren Auftreten von hypoxischem Hirnschaden und einer höheren Mortalität in Verbindung stehen. Darüber hinaus weisen die Daten darauf hin, dass multiple konventionelle Intubationsversuche die erfolgreiche Anwendung der Larynxmaske und des Combitubus unwahrscheinlicher machen (Peterson et al. 2005).

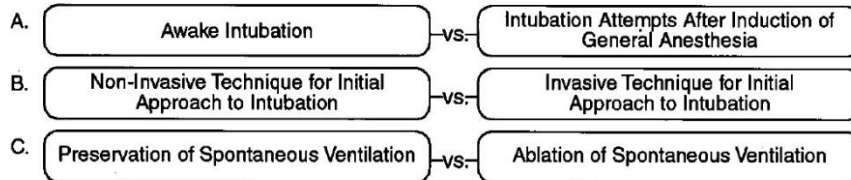
Ist eine suffiziente Maskenbeatmung möglich, gelingt jedoch die Intubation nicht (can ventilate, can't intubate), sollte entweder nach Rückkehr der Spontanatmung eine fiberoptische Intubation durchgeführt werden oder bei zwingend notwendiger Intubation eine Intubation über die Intubationslarynxmaske durchgeführt werden. Ist eine endotracheale Intubation nicht dringend notwendig, bleibt die Möglichkeit der Verwendung von supraglottischen Hilfsmitteln.

Gelingt sowohl die Maskenbeatmung, als auch die Intubation nicht (can't ventilate - can't intubate), sollte wie bereits erwähnt fachärztliche Hilfe gerufen werden. In dieser Situation steht die Oxygenierung des Patienten an erster Stelle. Hier sollten supraglottische Beatmungshilfe, wie beispielsweise Larynxmaske, Combitubus, Larynxtubus oder ähnliche zum Einsatz kommen, um eine Ventilation möglich zu machen. Wenn das Ziel der Atemwegssicherung die endotracheale Intubation ist, kann statt einer konventionellen Larynxmaske die Intubationslarynxmaske (ILMA) eingesetzt werden. Sind alle Bemühungen frustan, besteht bei drohender Hypoxie die Indikation, mittels Koniotomie einen Zugangsweg zu den Atemwegen zu schaffen.

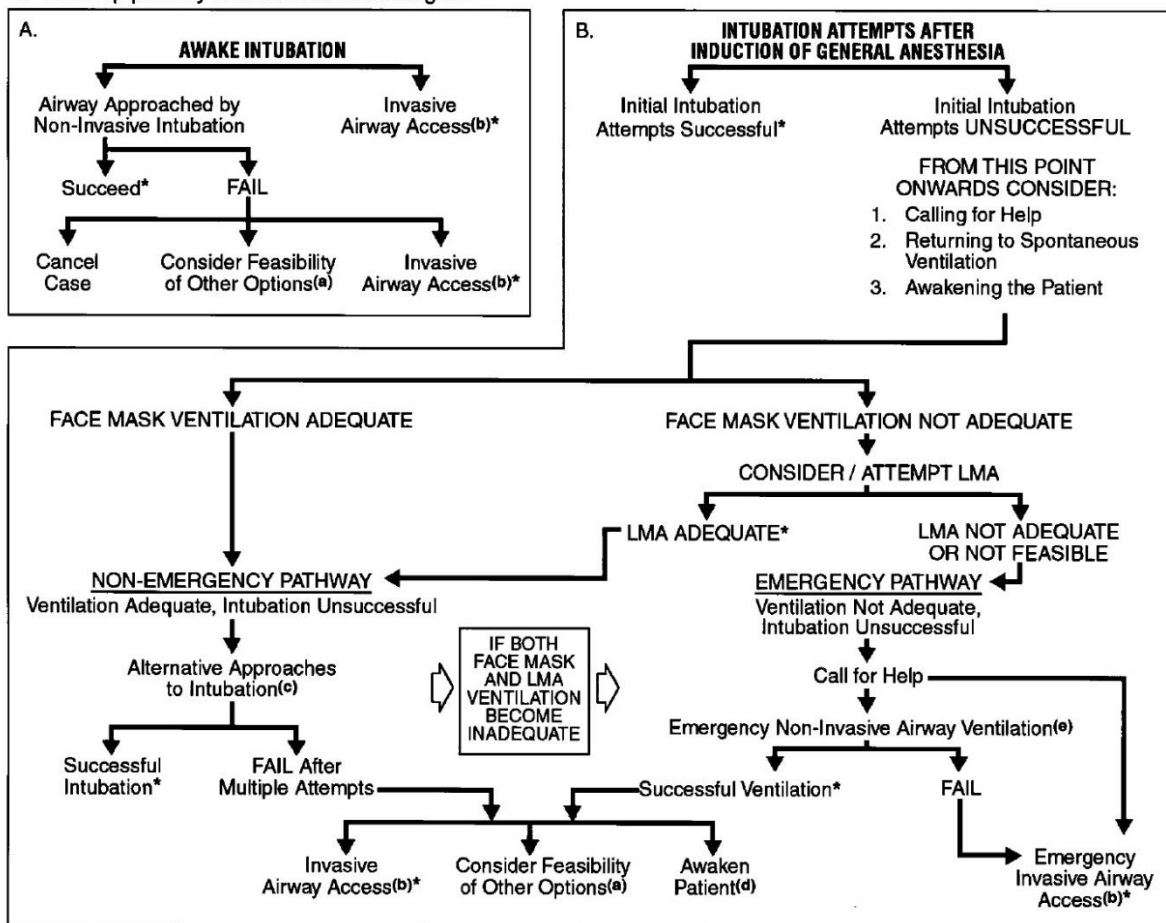


### DIFFICULT AIRWAY ALGORITHM

1. Assess the likelihood and clinical impact of basic management problems:
  - A. Difficult Ventilation
  - B. Difficult Intubation
  - C. Difficulty with Patient Cooperation or Consent
  - D. Difficult Tracheostomy
2. Actively pursue opportunities to deliver supplemental oxygen throughout the process of difficult airway management
3. Consider the relative merits and feasibility of basic management choices:



4. Develop primary and alternative strategies:



\* Confirm ventilation, tracheal intubation, or LMA placement with exhaled CO<sub>2</sub>

- a. Other options include (but are not limited to): surgery utilizing face mask or LMA anesthesia, local anesthesia infiltration or regional nerve blockade. Pursuit of these options usually implies that mask ventilation will not be problematic. Therefore, these options may be of limited value if this step in the algorithm has been reached via the Emergency Pathway.
- b. Invasive airway access includes surgical or percutaneous tracheostomy or cricothyrotomy.
- c. Alternative non-invasive approaches to difficult intubation include (but are not limited to): use of different laryngoscope blades, LMA as an intubation conduit (with or without fiberoptic guidance), fiberoptic intubation, intubating stylet or tube changer, light wand, retrograde intubation, and blind oral or nasal intubation.
- d. Consider re-preparation of the patient for awake intubation or canceling surgery.
- e. Options for emergency non-invasive airway ventilation include (but are not limited to): rigid bronchoscope, esophageal-tracheal combitube ventilation, or transtracheal jet ventilation.

Abbildung 5: Algorithmus zum Management des schwierigen Atemwegs (ASA 2003, S. 1273)

Da der Algorithmus der ASA vor allem zum Atemwegsmanagement im Operationssaal entwickelt wurde, empfehlen Walz et al. eine Anpassung des Algorithmus für den schwierigen Atemweg auf der Intensivstation. Patienten einer Intensivstation haben weniger respiratorische Reserven, als elektiv behandelte Patienten im Operationssaal, so dass sie Apnoe-Zeiten weniger tolerieren können (Walz et al. 2007). Die Rückkehr zur Spontanatmung und anschließende fiberoptische Intubation ist eine wichtige Strategie im OP, um einen schwierigen Atemweg zu beherrschen. Eine wichtige Tatsache jedoch ist, dass Patienten einer Intensivstation wegen eingeschränkter physiologischer Reserven häufig auf eine Beatmung angewiesen sind, weil eine Intubation häufig im Rahmen einer akuten Verschlechterung des Patienten stattfinden muss.

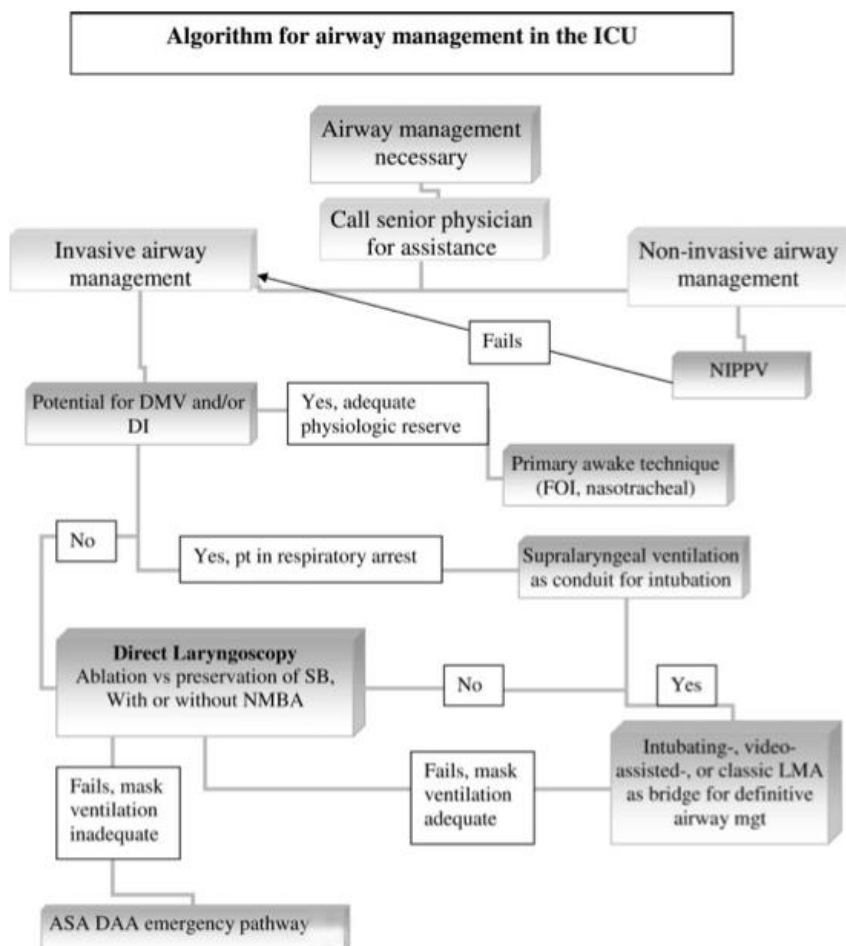


FIGURE 2. Algorithm for airway management in the ICU. SB = spontaneous breathing; NMBA = neuromuscular blocking agent; DMV = difficult mask ventilation; pt = patient.

**Abbildung 6: Algorithmus für einen schwierigen Atemweg auf der Intensivstation (Walz et al. 2007, S. 616)**

Die größte Herausforderung in der Anästhesie stellt wie bereits erläutert der unerwartet schwierige Atemweg dar. Leitlinien hierfür wurden von der Difficult Airway Society (Henderson et al. 2004), Crosby et al. (1998), Benumhof (1996), der ASA (2003) herausgegeben.

Als Lösungsvorschlag zur Sicherung der Oxygenierung bieten diese Algorithmen verschiedene Möglichkeiten an, nämlich den Einsatz von Larynxmasken, Intubationslarynxmasken, Combitubus und als „ultima ratio“ die Koniotomie. Diese Ausstattung ist verpackt in einem Notfallkoffer und wird von der ASA als wichtige Notfallausrüstung empfohlen (ASA 2003).

Kernstück aller Leitlinien sind auch hier verschiedene Strategien, bei denen die Sicherung der Oxygenierung der Patienten im Vordergrund steht. Alle Leitlinien haben sich zum Ziel gesetzt, dem intubierenden Arzt verschiedene Strategien und Empfehlungen an die Hand zu geben, um die Oxygenierung des Patienten zu gewährleisten und Handlungsalternativen aufzuzeigen. Jeder Arzt steht jedoch in der Pflicht, für seine Klinik und seine Situation den geeigneten Algorithmus auszusuchen und ihn an sein Umfeld anzupassen, daher müssen die vorhandenen Algorithmen immer wieder überarbeitet werden.

## **1.6 SAPS II - Simplified Acute Physiology Score**

Um die Krankheitsschwere eines Patienten einzuschätzen, wurden verschiedene Scoringssysteme entwickelt, die vor allen Dingen in der Intensivmedizin verwendet werden. Prognostische Scoringssysteme wurden Anfang der 80er Jahre eingeführt. Seitdem haben sich verschiedene Scores durch entsprechende Aktualisierung und Weiterentwicklung auf der Basis großer Fallzahlen fest etabliert und werden nicht zuletzt im Qualitätsmanagement immer häufiger angewandt.

Mit der Verwendung prognostischer Scores in der Intensivmedizin sind verschiedene Zielsetzungen verbunden: Standardisierte Einschätzung des Krankheitsschweregrades,

Evaluation von Outcome bzw. Überleben, Qualitätsmanagement, Verlaufskontrollen und Hilfe bei der ärztlichen Entscheidungsfindung (Schuster et al. 1991, Bein und Unertl 1993, Suter et al. 1994).

Die primäre Intention des 1984 von Le Gall et al. entwickelten SAPS-Systems war es, den ursprünglichen Acute Physiology And Chronic Health Evaluation (APACHE) (Knaus et al. 1981) durch Reduktion von 34 auf 13 Variablen zu vereinfachen und in praktikableren Formen zu präsentieren (Le Gall et al. 1984). In der 1993 veröffentlichten Weiterentwicklung zum SAPS II wurde eine Formel etabliert, die es ohne größeren Aufwand ermöglicht, jeden aus verschiedenen Parametern berechneten Score-Wert einem individuellen Letalitätsrisiko zuzuordnen (Le Gall et al. 1993). Berücksichtigt werden Parameter wie der Aufnahmezustand, chronische Leiden, Glasgow Coma Scale, Alter des Patienten, systolischer Blutdruck, Herzfrequenz, Körpertemperatur, Urinausscheidung, sowie Harnstoff, Leukozyten, Kalium, Natrium, Bikarbonat, Bilirubin im Serum und im Falle einer maschinellen Beatmung der  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ .

Die aktuellste Fassung des SAPS-Systems ist der SAPS 3 bestehend aus 20 Variablen. Er wurde 2005 veröffentlicht (Metnitz et al. 2005, Moreno et al. 2005).

## **1.7 Zielsetzung der Untersuchung**

Die endotracheale Intubation gehört zu den alltäglichen Aufgaben eines Anästhesisten, sowohl im Operationssaal als auch auf der Intensivstation. Auf der Intensivstation wird ein Patientenkollektiv behandelt, bei dem ein schwieriger Atemweg und die daraus entstehenden Komplikationen, im Vergleich zu präklinischer und präoperativer Atemwegssicherung, relativ häufig auftritt. Hieraus ergeben sich für den Patienten eine erhöhte Morbidität und Mortalität. Es gibt zahlreiche Studien zum schwierigen Atemweg. Alle bisher veröffentlichten Studien zur Atemwegssicherung im Bereich der Intensivmedizin schlossen leider auch Intubationen ein, die nicht ausschließlich auf der Intensivstation, sondern auch im Aufwachraum oder in der Notaufnahme durchgeführt wurden. Bei dieser Untersuchung wurde daher besonders darauf Wert gelegt, dass nur Intubationen, die auf der Intensivstation durchgeführt wurden, in die Studie eingeschlossen wurden. Ein weiteres Problem bereits veröffentlichter Studien ist die Inhomogenität der Fachrichtungen der



Intensivmediziner, da keine der Studien ausschließlich Intubationen berücksichtigt hat, die komplett von Anästhesisten durchgeführt oder supervidiert wurden.

Das Ziel der Studie ist, nachdem die Inzidenz erfasst wurde, die Erarbeitung systemischer Prädiktoren und möglicher Fehler, die auf einen schwierigen Atemweg auf der Intensivstation hindeuten und diesen beeinflussen.

Die vorliegende Arbeit war daraufhin ausgerichtet, die folgende Fragestellungen zu untersuchen:

- 1) Wie häufig ist der schwierige Atemweg auf der Intensivstation?
- 2) Welches sind begünstigende Faktoren für einen schwierigen Atemweg?
- 3) Was sind mögliche Fehlerquellen für einen schwierigen Atemweg?
- 4) Wie kann man das Auftreten eines schwierigen Atemwegs verhindern oder optimal beeinflussen?

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Die Intensivstation des Klinikums Göttingen**

Das Klinikum der Georg-August-Universität Göttingen ist ein Haus der Maximalversorgung. Das Zentrum Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin führt zwei Intensivstationen mit 22 Betten auf Station 0118 und 20 Betten auf Station 0117. Jede Intensivstation ist auf die Versorgung unterschiedlicher Patientenkollektive spezialisiert. Die Station 0117 behandelt primär Patienten aus den Fachgebieten Neurochirurgie, Unfallchirurgie, einschließlich Patienten mit Polytrauma, Orthopädie, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Hals-Nasen-Ohrenheilkunde und Augenheilkunde. Die Station 0118 hingegen versorgt Patienten der Herzchirurgie, der Thoraxchirurgie, der Gefäßchirurgie, der Urologie, sowie der Gynäkologie. Zusätzlich werden hier die Patienten nach Herztransplantation und Lebertransplantation betreut.

Aus den unterschiedlichen Behandlungsspektren ergeben sich unterschiedliche ärztliche Besetzungen. Auf der Station 0117 arbeiten Assistenzärzte und Fachärzte der Anästhesie. Bevor ein Anästhesist in der Facharztweiterbildung auf der Intensivstation eingeteilt wird,

hat er bereits zwei Jahre im OP gearbeitet. Während dieser Zeit wird er in der Kardioanästhesie ausgebildet und betreut Narkosen in der Neurochirurgie. Erst nach Betreuung von Patienten in allen operativen Fächern findet ein Einsatz auf der Intensivstation statt. Nach einer Zeit von mehr als fünf Jahren ist die Facharztausbildung abgeschlossen. Auf der Station 0117 arbeiten mehrere Fachdisziplinen zusammen. Im Team der Intensivstation befinden sich immer Neurochirurgen in der Facharztausbildung und Assistenzärzte der Unfallchirurgie.

Auf der Station 0118 arbeiten Anästhesisten in der Facharztausbildung und Fachärzte der Anästhesie. Hier sind immer drei Ärzte der Herzchirurgie neben den Anästhesisten fester Bestandteil des Teams.

Für den Früh- und Spätdienst auf der Intensivstation ist neben den Assistenzärzten auch immer ein Oberarzt vor Ort. Im Nachtdienst arbeiten die Assistenzärzte alleine, jedoch ist auch ein Oberarzt im Rufdienst erreichbar. Somit ist eine bestmögliche Versorgung der Patienten durch gut ausgebildetes Personal gewährleistet.

Für die Sicherung des schwierigen Atemwegs steht eine Fiberoptik und ein Difficult-Airway-Koffer zur Verfügung. Dieser ist ausgestattet mit einem McCoy-Spatel, einem Miller-Spatel, einer Larynxmaske, langen Führungsstäben, einem Combi-Tubus, einer Jet-Ventilation, sowie einer Rossaint-Kanüle.

Auf der Intensivstation befindet sich zusätzlich ein Computerprogramm, genannt GIS (Göttinger Informationssystem für Intensivmedizin), das sämtliche patientenbezogenen Daten speichert, wie beispielsweise Blutdruck, Herzfrequenz und periphere Sauerstoffsättigung, die durch Überwachungsmonitore direkt am Bett des Intensivpatienten aufgezeichnet werden. So ist es möglich Daten exakt und zeitgenau zu ermitteln. Weiterhin ermöglicht GIS den patientenbezogenen Zugriff auf Laborbefunde, Arztberichte und Medikationspläne.

## **2.2 Studiendesign**

### **2.2.1 Versuchsdurchführung**

Bei dem Studiendesign handelt es sich um eine retrospektive Datenerhebung im Zeitraum von August 2007 bis August 2008. In diesem Zeitraum wurden genau 198 Patienten in die Studie eingeschlossen und zwar alle, die in diesem Zeitraum auf den Intensivstationen 0117 oder 0118 der Universitätsmedizin Göttingen intubiert, beziehungsweise reintubiert wurden.

### **2.2.2 Datenerfassung**

Nach der durchgeführten Intubation bzw. Reintubation wurde direkt im Anschluss ein dreiseitiger Fragebogen vom intubierenden Arzt ausgefüllt. Das Studienprotokoll erfasste patientenspezifische Daten, wie Gewicht, Größe, Hauptdiagnose sowie anatomische Besonderheiten, Volumentherapie beziehungsweise Flüssigkeitsstatus, Blutdruck und die Sauerstoffsättigung. Außerdem wurden Daten rund um die Planung und den Ablauf der Intubation bzw. Reintubation im Studienprotokoll abgefragt. Des Weiteren musste die Vorbereitung der Intubation, Medikamentengabe, Maskenbeatmung, Tubusart und Größe, Grund der Intubation, sowie Probleme bei der Intubation dokumentiert werden. Ein wichtiges Kriterium zur Einteilung der Patienten in verschiedene Gruppen sollte hierbei der Cormack und Lehane darstellen.

Zur erweiterten Dokumentation beinhaltet der Fragebogen einen Freitext zur Dokumentation von Gründen, die eine schwierige Intubation begünstigt haben. Anhand des Studienprotokolls konnten die meisten erforderlichen Daten erhoben werden, wobei nicht in allen Fällen eine komplette Dokumentation erfolgte, da der Alltag auf einer Intensivstation häufig nicht ausreichend Zeit zum Ausfüllen des Protokolls bot.

Fehlende Parameter konnten anschließend im Softwaresystem GISI (Göttinger Informationssystem für Intensivmedizin), siehe oben, herausgesucht werden. So war es möglich, alle notwendigen Daten im Anschluss zu ermitteln.

## **2.3 Patientenrekrutierung**

Alle Patienten, die in dem 13-monatigem Intervall im Zeitraum von August 2007 bis August 2008 auf der Intensivstation intubiert oder reintubiert wurden, wurden in die Studie

aufgenommen. Insgesamt konnten 198 Probanden in die Studie eingeschlossen werden. Ausgewertet wurden alle in die Studie aufgenommenen Patienten. Bei Patienten, die während dieser Zeit mehrfach intubiert wurden, wurde der Fragebogen für jede Intubation einzeln ausgefüllt. Kein Patient wurde aus der Studie ausgeschlossen.

#### **2.4 Einteilung der Schwierigkeitsgrade**

Die Patienten wurden von den intubierenden Ärzten nach drei Kategorien eingeteilt. Die Einteilung erfolgte nach der Schwierigkeit der Intubation in „sehr einfache“, „einfache“ und „schwierige“ Intubationen. Hierzu wurde bei den konventionellen endotrachealen Intubationen der Cormack-Lehane-Score verwendet. Eine „sehr einfache Intubation“ wurde definiert durch einen C&L I, bei direkter Sicht während der Intubation ohne Manipulation des Larynx. Eine Intubation wurde als „einfach“ definiert durch einen C&L II, der durch das BURP-Manöver (backward, upward and rightward pressure) (Knill 1993) oder Umlagerung des Patienten nicht beeinflussbar war, jedoch ohne Probleme zu intubieren war. Eine „schwierige Intubation“ wurde definiert durch eines oder mehrere der folgenden Kriterien: man benötigte mehr als drei Versuche oder mehr als zehn Minuten, um den Tubus zu positionieren; ein C&L III oder IV (Knill 1993), der nicht verbessert werden konnte zu einem C&L II oder I; die Kriterien der ASA für einen schwierigen Atemweg ist die klinische Situation, in der ein ausgebildeter Anästhesist Schwierigkeiten bei der Maskenbeatmung oder der Intubation hat oder beides (ASA 2003).

Für Patienten, die blind nasal intubiert wurden, wurde die Intubation als „sehr einfach“ eingestuft, wenn der Tubus beim ersten Versuch problemlos platziert werden konnte. Bei einer „einfachen“ Intubation waren zwei oder drei Versuche nötig, um den Tubus zu platzieren.

Fiberoptische Intubationen wurden bei Sicht auf alle laryngealen Strukturen und erfolgreicher Intubation beim ersten Versuch als „sehr einfach“ gewertet. Bei zwei Versuchen wurde die Intubation als „einfach“ eingestuft und bei drei Versuchen oder einer Dauer von mehr als 10 Minuten als „schwierig“.

## 2.5 Der Algorithmus der Göttinger Intensivstation

Das standardisierte Vorgehen einer endotrachealen Intubation gestaltete sich folgendermaßen: initial wurde eine direkte Laryngoskopie durchgeführt ausgenommen Patienten mit erwartet schwierigem Atemweg oder einem hämodynamisch instabilem Kreislauf. Bei diesen Patienten wurde eine primäre Intubation mit Hilfe einer Fiberoptik oder einer blind nasalen Intubation angestrebt. Der erste Versuch der Intubation wurde ohne Muskelrelaxans durchgeführt. Muskelrelaxanzien wie Rocuronium oder Succinylcholin wurden erst bei gesteigertem Muskeltonus oder bei schwierigen Intubationsverhältnissen eingesetzt. Als Hypnotika waren Etomidate und Propofol empfohlen. Der erste Versuch erfolgte durch den den Patienten betreuenden Assistenzarzt. Konnte die Intubation auch beim zweiten Versuch nicht durchgeführt werden, wurde der zuständige Oberarzt hinzugezogen. Der Fragebogen wurde ausschließlich von dem initial intubierenden Arzt ausgefüllt. Das Airway-Management-Equipment bestand aus Macintosh-Laryngoskopen der Größe 3, 4 und 5 (Karl Storz GmbH & Co. KG, Tuttlingen, Deutschland), einer flexiblen Fiberoptik (Karl Storz GmbH & Co. KG, Tuttlingen, Deutschland), Intubations-Larynx-Masken (ILMA, LMA, Deutschland GmbH, Bonn, Deutschland) und aus einem Frova®-Stab (Cook Critical Care, Bloomington, IN, USA).

## 2.6 Statistische Bearbeitung der Daten

Die durch das Studienprotokoll und GISI gewonnenen Daten wurden in das Tabellenkalkulationsprogramm Excel eingegeben und nach Beratung durch die Abteilung Medizinische Statistik des Zentrums Informatik, Statistik und Epidemiologie der Universität Göttingen ausgewertet.

Die Auswertung wurde mit einer statistischen Software durchgeführt (Statistica 9.0 for Windows; StatSoft; Europe). Bei Normalverteilung wurden die individuellen Mittelwerte ( $\pm$ SE) eines Datenblocks verwendet, andernfalls die Mediane (Bereich). Analysen zwischen Gruppen wurden mit Hilfe von Kontinuitätstafeln (Fisher`s Exakt-Test or  $\chi^2$ -Test) und jeweils mit dem t-Test oder dem Mann-Whitney Ranksummen-Test durchgeführt.

### 3 Ergebnisse

Die Studie wurde vom August 2007 bis August 2008 auf den anästhesiologischen Intensivstationen der UMG durchgeführt. Insgesamt benötigten 198 Patienten während dieser Zeit eine Intubation oder Reintubation auf der Intensivstation. Die Patienten wurden, wie im Kapitel Material und Methoden bereits erläutert, nach dem Schwierigkeitsgrad der Intubation in drei verschiedene Gruppen eingeteilt.

#### 3.1 Die Inzidenz des schwierigen Atemwegs auf der Intensivstation

##### 3.1.1 Aufteilung

In den Protokollen wurden 8 fiberoptische Intubationen (4%), 17 blind nasale Intubationen (8,5%) und 173 konventionelle endotracheale Intubationen (87%) dokumentiert. Hiervon wurden 53 (26,5%) Intubationen als sehr einfach, 78 (39%) als einfach und 42 (21%) als schwierig beschrieben.

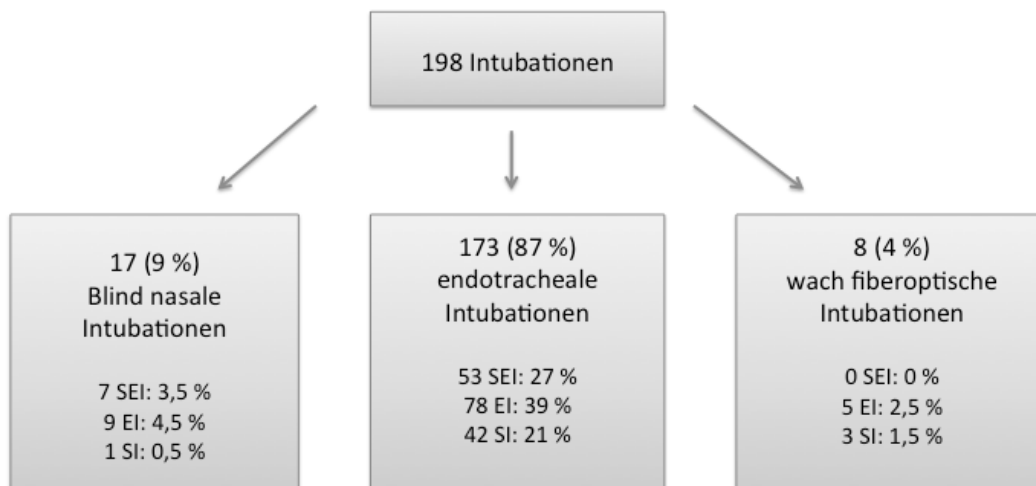


Abbildung 7: Übersicht über die Intubationen

Die Abbildung 8 zeigt die Gesamt-Übersicht über alle Intubationen. Hier zeigt sich eine Inzidenz des schwierigen Atemwegs von 23%. Sehr einfache und einfache Intubationen waren mit einer Häufigkeit von 30% und 47% vertreten.

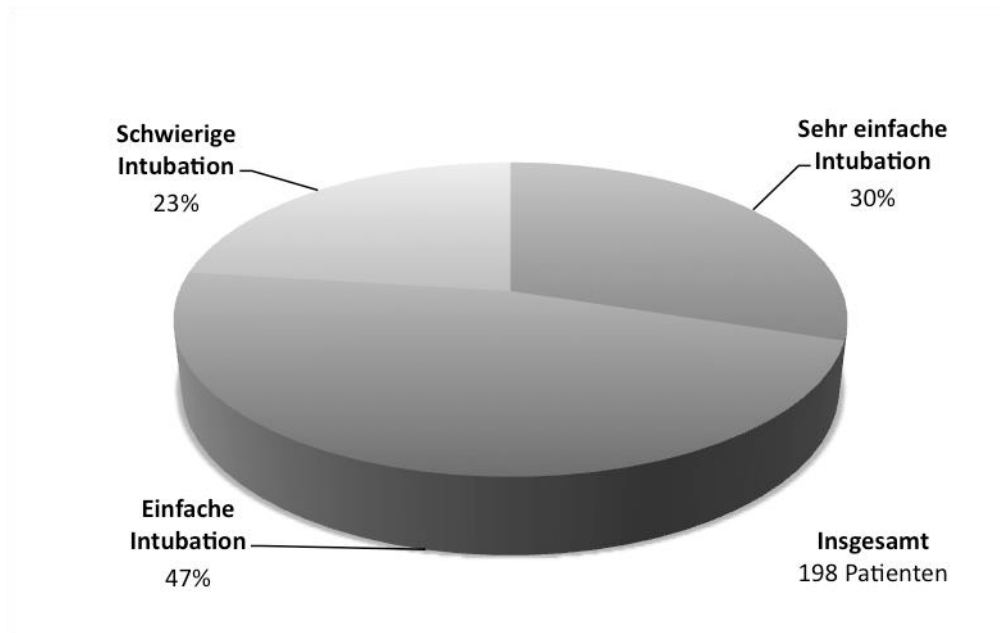


Abbildung 8: Die Inzidenz des schwierigen Atemwegs

### 3.1.2 „Fehlgeschlagene Intubationen“

	Intubation	Endotracheale Intubation	Wach fiberoptische Intubation	Blind nasale Intubation
(n)	8	7	0	1
(%)	(4 %)	(3,5 %)	(0 %)	(0,5 %)

Tabelle 1: Fehlgeschlagene Intubationen

Eine Intubation wurde als fehlgeschlagen bewertet, wenn die Intubation erst durch einen Wechsel des Intubationsverfahrens oder eine erneute Intubation durch einen erfahrenen Facharzt möglich war. Insgesamt acht Intubationen (4%) konnten durch eine konventionelle Laryngoskopie nicht durchgeführt werden. Eine der unmöglichen Intubationen (0,5%) trat bei einer blind nasalen Intubation auf, die anderen 7 (3,5%) bei konventionellen endotrachealen Intubationen. Durch einen erneuten Versuch eines Facharztes und einem

Wechsel der Intubationsmethode war in allen Fällen eine Intubation möglich. Fünf Patienten konnten durch eine Intubations-Larynx-Maske (ILMA, LMA, Deutschland GmbH, Bonn, Deutschland) und jeweils ein Patient durch einen Frova®-Stab (Cook Critical Care, Bloomington, IN, USA) oder eine Fiberoptik (Karl Storz GmbH & Co. KG, Tuttlingen, Deutschland) erfolgreich intubiert werden. Bei einem Patienten scheiterte die blind nasale Intubation. Dieser ließ sich jedoch problemlos durch eine konventionelle endotracheale Intubation intubieren. Alle Patienten, bei denen eine Intubation initial nicht möglich war, konnten ohne Folgen intubiert werden.

## 3.2 Die Patienten

### 3.2.1 Allgemeine Daten

122 Männer und 76 Frauen wurden in die Studie eingeschlossen. Die männlichen Patienten waren im Durchschnitt größer und schwerer als die weiblichen Patienten. Ein Zusammenhang zwischen den biometrischen Daten und der Schwierigkeit der Intubation zeigte sich nicht. Mittelwerte und Standardabweichungen von Gewicht, Größe und Body-Maß-Index (BMI) der Patienten finden sich in den nachfolgenden Tabellen.

	<b>Gesamt</b>	<b>Sehr einfach</b>	<b>Einfach</b>	<b>Schwierig</b>
<i>Weiblich</i> (n)	76	22	38	16
Alter (Jahren)	70,6 ± 11,7	71,5 ± 13,9	70,5 ± 14,2	65,8 ± 12,4
Größe (cm)	163 ± 6*	161 ± 5	163 ± 7	165 ± 6
Gewicht (kg)	69,0 ± 14,4*	65,8 ± 15,8	70,5 ± 14,2	70,7 ± 13,4
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25,9 ± 5,3*	25,4 ± 5,9	26,5 ± 5,4	25,8 ± 4,2
<i>Männlich</i> (n)	122	37	54	31
Alter (Jahren)	70,7 ± 11,9	72,4 ± 13,1	70,5 ± 11,5	69,1 ± 11,3
Größe (cm)	175 ± 7	175 ± 7	174 ± 8	176 ± 7
Gewicht (kg)	85,2 ± 15,7	84,2 ± 16,2	85,4 ± 15,2	86,1 ± 16,2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27,8 ± 4,9	27,5 ± 5,0	28,2 ± 5,4	27,6 ± 4,2

Tabelle 2: Alter, Größe, Gewicht und BMI der untersuchten Patienten aufgeteilt nach Männern und Frauen

\* signifikant unterschiedlich zu Männern (p<0,05)



### 3.2.2 Liegedauer auf der ICU

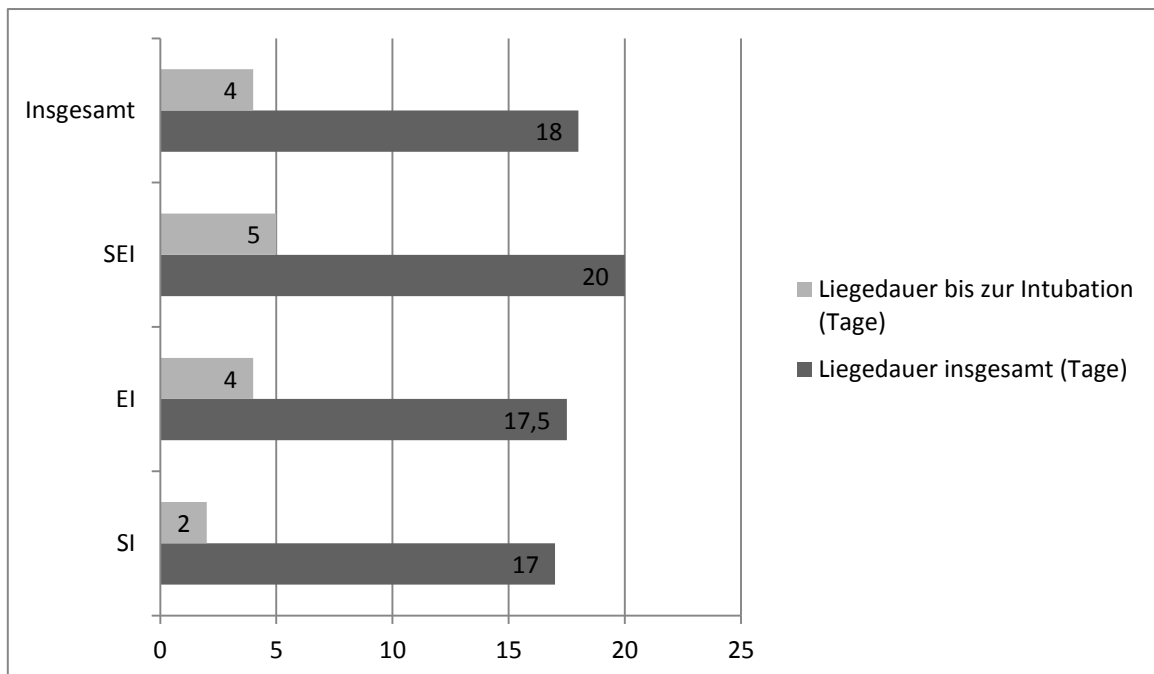


Abbildung 9: Durchschnittliche Liegedauer auf der Intensivstation

Die durchschnittliche Liegezeit auf der Intensivstation bis zur Intubation betrug 4 Tage. Die Gesamt-Liegezeit betrug im Durchschnitt 18 Tage. In allen Patientenkollektiven sind die Liegezeiten vergleichbar, hier ist kein signifikanter Unterschied zu erkennen.

### 3.2.3 Der Flüssigkeitshaushalt zum Zeitpunkt der Intubation

	Insgesamt	SEI	EI	SI
<b>Flüssigkeitsbilanz (ml)</b>				
[1. / 2. Quartile 25% + 75%]	2550 [621 / 5967]	4008 [1056 / 7324]	2459 [956 / 6074]	917 [93 / 3406]*

Tabelle 3: Durchschnittlicher Flüssigkeitshaushalt der Patienten auf der Intensivstation

\* signifikant niedriger als bei SEI und EI ( $p < 0,05$ )

Die berechnete Flüssigkeitsbilanz bezieht sich auf die letzten 24 Stunden vor der Intubation. Wie die Tabelle 3 zeigt, ist die durchschnittlich Flüssigkeitsbilanz der schwierig zu intubierenden Patienten zum Zeitpunkt der Intubation deutlich niedriger als bei einfach und sehr einfach zu intubierenden Patienten ( $p < 0,05$ ).

### 3.2.4 Hämodynamik, O<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Sättigung

	<b>RR</b> vor Intubation  systolisch diastolisch MAD  (mmHg)	<b>HF</b> vor Intubation  (Schläge/min)	<b>PaO<sub>2</sub></b> <b>PaCO<sub>2</sub></b> vor Intubation  (mmHg)	<b>PaO<sub>2</sub></b> <b>PaCO<sub>2</sub></b> nach Intubation  (mmHg)	<b>SaO<sub>2</sub></b> vor Intubation  (%)	<b>Niedrigste</b> <b>SaO<sub>2</sub></b> während der Intubation  (%)
SEI	116 ± 32 62 ± 22 79 ± 24	99 ± 28	73 ± 23 49 ± 16	135 ± 77 46 ± 28	93 ± 8	89 ± 11
EI	123 ± 39 63 ± 23 83 ± 25	97 ± 23	70 ± 20 50 ± 22	124 ± 63 47 ± 38	92 ± 7	87 ± 10
SI	127 ± 39 63 ± 22 85 ± 26	98 ± 24	74 ± 19 49 ± 13	149 ± 79 45 ± 12	91 ± 12	80 ± 17*

**Tabelle 4: Blutdruck, Herzfrequenz, Sauerstoff- und Kohlendioxidsättigung**  
Mittelwerte ± Standardabweichung

Systolische sowie diastolische Blutdrücke, paO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> sind, wie aus der Tabelle 7 ersichtlich, in allen Kollektiven vergleichbar. Eine Ausnahme stellt die Sauerstoffsättigung während der schwierigen Intubationen dar. Hier fiel die SaO<sub>2</sub> bis auf 80% ( $p < 0,05$ ), während die SaO<sub>2</sub> bei den sehr einfachen und einfachen Intubationen bei 87% beziehungsweise 89% lag.

### 3.2.5 Anatomie

Das Studienprotokoll erfasste in einem Abschnitt anatomische Besonderheiten des intubierten Patienten. Bei den sehr einfachen Intubationen waren keine Patienten mit Makroglossie, bei den einfachen Intubationen trat 3 mal (4%) eine Makroglossie auf und bei den schwierigen Intubationen 6 mal (14%). Ein hypoplastischer Unterkiefer war mit 7 Patienten (17%) am häufigsten bei den schwierigen Intubationen vertreten, bei den einfachen Intubationen hatte 1 Patient (1%) und bei den sehr einfachen Intubationen hatte kein Patient einen hypoplastischen Unterkiefer. Eine reduzierte Mundöffnung trat bei 6 Patienten (14%) bei den schwierigen Intubationen, bei 2 Patienten (2,5%) bei einfachen Intubationen und bei keinem Patienten, der sehr einfach zu intubieren war auf. Der thyreomentale Abstand betrug bei sehr einfach zu intubierenden Patienten im Durchschnitt 7,4 cm, bei einfach zu intubierenden Patienten 6,2 cm und bei schwierig zu intubierenden Patienten im Durchschnitt 5,7 cm. Zahnprothesen waren in der Gruppe der sehr einfach zu intubierenden Patienten 14 mal (26%), bei der Gruppe der einfach zu intubierenden Patienten 29 mal (37%) und in der Gruppe der schwierig zu intubierenden 13 mal (31%) vorhanden. Patienten mit einer schwierigen Intubationen hatten durchschnittlich mehr orofaziale Anomalien und benötigten eine Intubation zu einem früheren Zeitpunkt als Patienten mit einfacher oder sehr einfacher Intubation.

	<b>Makroglossie</b>	<b>Hypoplastischer Unterkiefer</b>	<b>Thyreomentaler Abstand (cm) (Mittelwert ± Standardabweichung)</b>	<b>Reduzierte Mundöffnung</b>	<b>Zahnprothese</b>
<b>SEI</b>	0 0%	0 0%	7.4 ± 1.9	0 0%	14 26%
<b>EI</b>	3 4%	1 1%	6.2 ± 1.6*	2 2.5%	29 37%
<b>SI</b>	6 14%	7 17%	5.7 ± 1.9*	6 14%	13 31%

**Tabelle 5: Anatomische Besonderheiten**  
\* signifikanter Unterschied zu SEI und EI (p<0,05)

### 3.3 Die Ärzte

Anästhesiologische Assistenzärzte führten 41,5%, anästhesiologische Fachärzte 50% und chirurgische Assistenzärzte 8,5% der Intubationen durch, jedoch immer unter fachlicher Aufsicht eines Anästhesisten.

Von den insgesamt 173 (87%) direkt endotrachealen Intubationen wurden 156 (79%) von Anästhesisten und 17 (8,5 %) von Assistenzärzten anderer Fachabteilungen unter anästhesiologischer Aufsicht durchgeführt. Zu diesen gehören Assistenzärzte der Neurochirurgie, der Herz-Thorax-Gefäß-Chirurgie und Unfallchirurgie. Rechnet man diese Intubationen ab, die von Assistenzärzten der chirurgischen Fachabteilungen durchgeführt wurden, bleiben 156 (79%) Intubationen übrig, die von Anästhesisten übernommen wurden.

Diese 156 (79%) von Anästhesisten durchgeführten Intubationen lassen sich aufteilen in 99 (50%) Intubationen, die von Fachärzten der Anästhesie, sowie 82 (41%) Intubationen, die von Assistenzärzten der Anästhesie durchgeführt wurden.

Von den 156 Intubationen durch Ärzte der anästhesiologischen Abteilung wurden 32% als sehr einfach, 43% als einfach und 25% als schwierig bewertet.

Alle 8 (4 %) wach fiberoptisch, sowie alle 17 (9 %) blind nasal durchgeführten Intubationen wurden durch Fachärzte der Anästhesie durchgeführt.

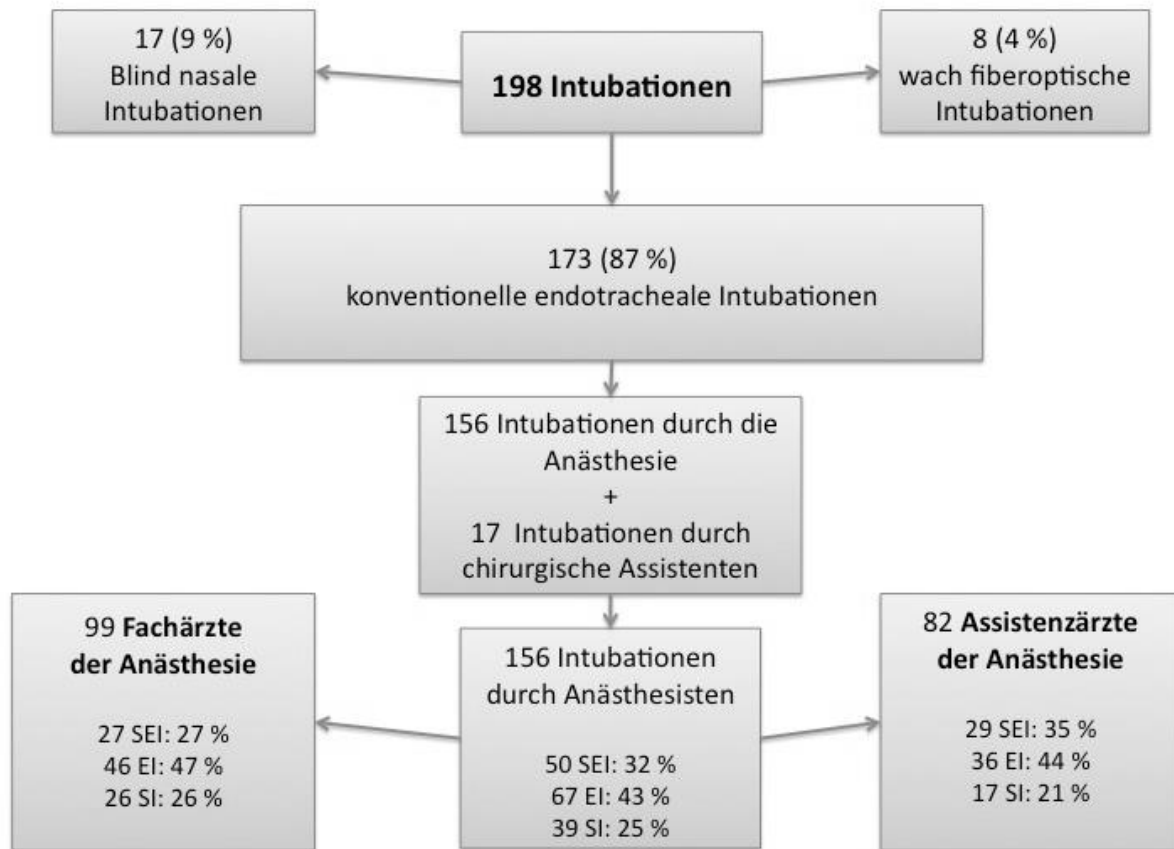
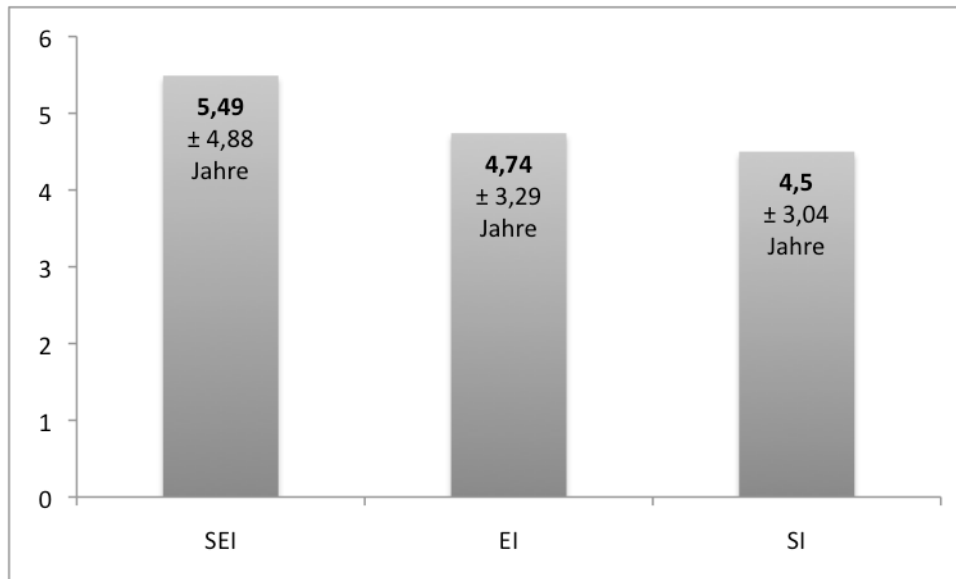


Abbildung 10: Übersicht über die intubierenden Ärzte

### 3.3.1 Der Ausbildungsstand der Ärzte



Die Abbildung 11 zeigt den Ausbildungsstand der intubierenden Ärzte. In der Gesamtübersicht ergab sich, dass die Ärzte im Schnitt 4,94 Jahre ( $\pm 3,85$  Jahre) Berufserfahrung hatten. Die Abbildung zeigt, dass die durchschnittliche Ausbildungszeit, die die Ärzte bereits absolviert haben, von durchschnittlich 5,49 Jahren Berufserfahrung bei den sehr einfachen Intubationen auf 4,5 Jahre bei den schwierigen Intubationen, absinkt.

### 3.4 Indikation zur Intubation

Das Studienprotokoll enthielt einen Freitext, um die Indikation zur Intubation zu beschreiben. Bei der Auswertung wurden die Gründe in verschiedene Gruppen eingeordnet. Angaben wie respiratorische Insuffizienz wurde zu pulmonalen Indikationen eingeordnet. Kardiopulmonale Reanimation oder hämodynamische Verschlechterung wurden zur Gruppe der kardiovaskulären Indikationen gerechnet. Vigilanzminderung und ähnliches zählte zu den neurologischen Ursachen. Zu sonstigen Indikationen zählten elektive Intubationen, die zu diagnostischen Untersuchungen oder bei Cuffdefekten durchgeführt wurden.

Am häufigsten wurden pulmonale Komplikationen als Intubationsgrund angegeben, gefolgt von kardiovaskulären Komplikationen.

Im gesamten Kollektiv wurde 150 mal (75,8%) pulmonale, 21 mal (10,6%) neurologische, 19 mal (9,6%) sonstige und 13 mal (6,6%) kardiovaskuläre Ursachen für eine Intubation angegeben. Bei den sehr einfachen Intubationen wurden 47 mal (79,7%) pulmonale, 7 mal

(11,9%) kardiovaskuläre, 6 mal (11,9%) sonstige und 4 mal (6,8%) neurologische Indikationen als Grund für eine Intubation genannt. 73 (79,4%) pulmonale Indikationen, 11 (12,0%) neurologische, 7 (7,6%) sonstige und 6 (6,5%) kardiovaskuläre Indikationen zur Intubation wurden bei den einfachen Intubationen gestellt. Bei den schwierigen Intubationen wurden 30 mal (63,8%) pulmonale, 6 mal (12,8%) neurologische, 7 mal (14,9%) sonstige und niemals (0%) kardiovaskuläre Ursachen für Intubationen angegeben.

Ein Zusammenhang zwischen der Indikation zur Intubation und der Schwierigkeit der Intubation konnte nicht nachgewiesen werden.

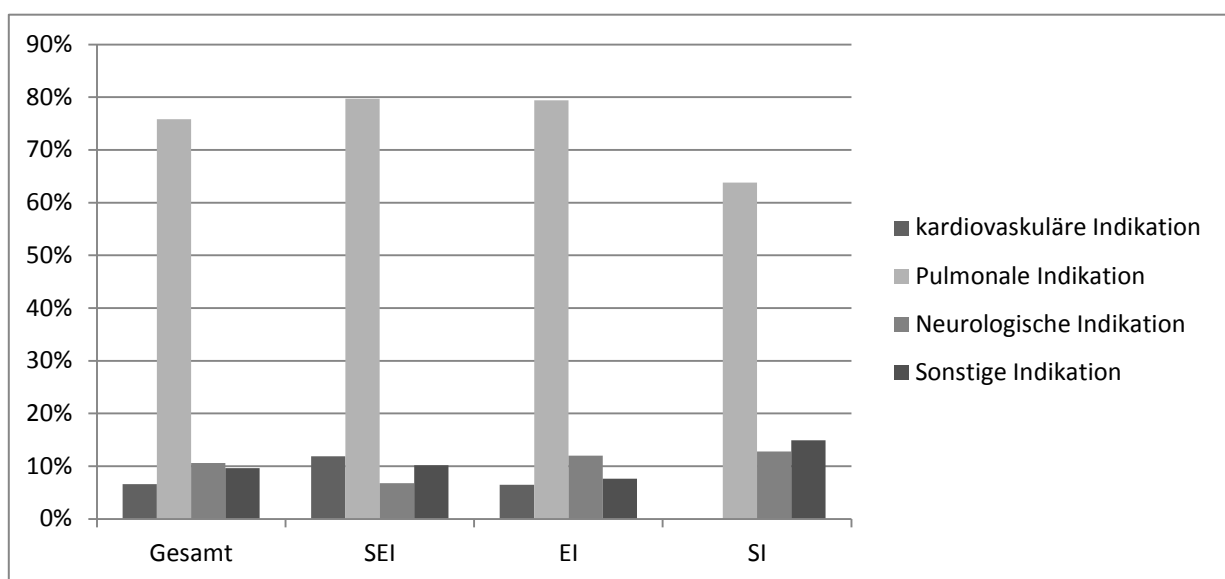


Abbildung 12: Übersicht über die Indikationen zur Intubation

### 3.5 Die Vorbereitung zur Intubation

#### 3.5.1 Notfallintubationen

Bei den 198 untersuchten Patienten wurden insgesamt 95 Intubationen (48%) notfallmäßig, das heißt nicht geplant und in Ruhe, durchgeführt. Wie in der Abbildung ersichtlich fanden 19 (10%) der sehr einfachen Intubationen im Notfall statt. 50 (25%) der einfachen Intubationen und 26 (13,1%) der schwierigen Intubationen fanden als Notfallindikation statt.

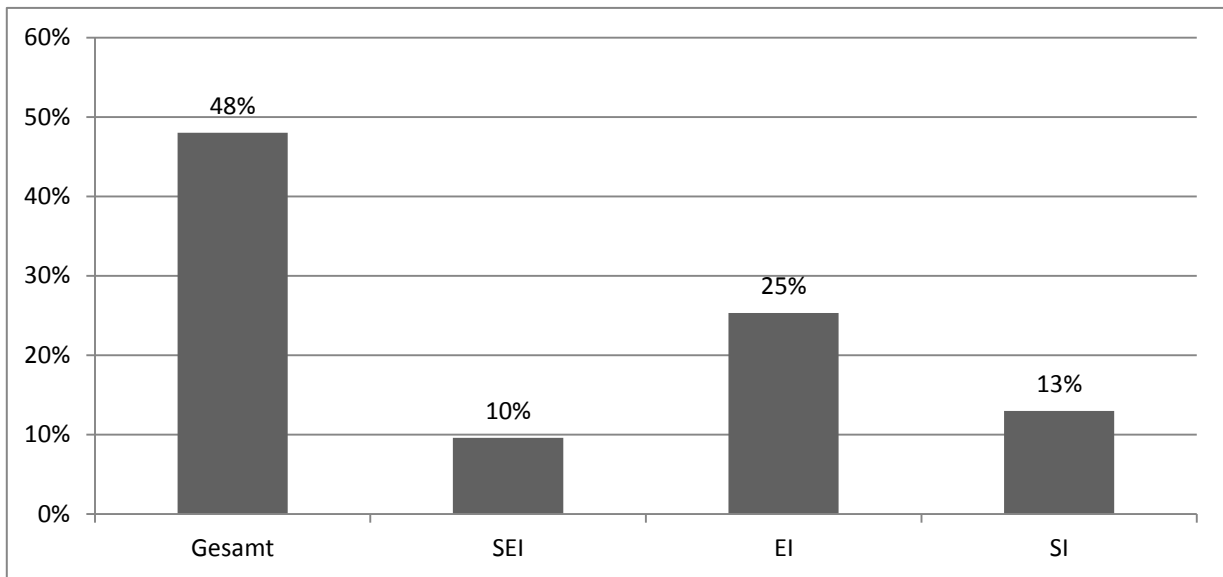


Abbildung 13: Notfallintubationen

### 3.5.2 Der Difficult-Airway-Koffer

Wie die Abbildung 14 zeigt, wurde in insgesamt 11 Fällen der Difficult-Airway-Koffer während der Intubation dazu geholt. Bei den schwierigen Intubationen wurde der Difficult-Airway-Koffer in 10,6 % der Fälle geholt.



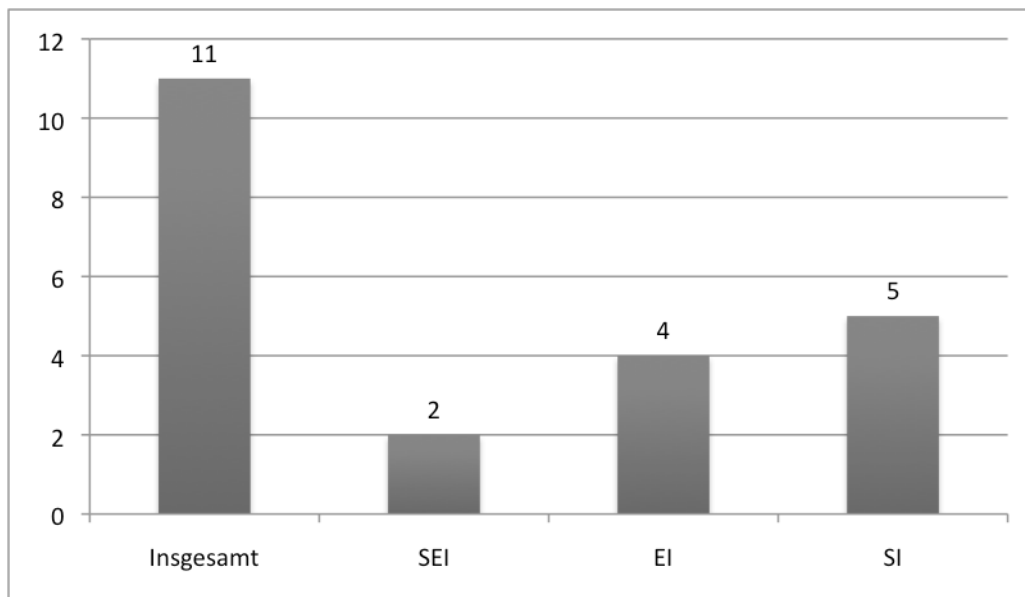


Abbildung 14: Anzahl der Fälle, in denen der Difficult-Airway-Koffer geholt wurde

### 3.5.3 Einschätzung des schwierigen Atemwegs

Im Vorfeld erwarteten die intubierenden Ärzte in 98% der Fälle der sehr einfachen Intubationen, in 91% der einfachen Intubationen und in 75% der schwierigen Intubationen keine schwierigen Intubationsverhältnisse. Daraus ergibt sich, dass in 25% der schwierigen Intubationen auch eine schwierige Intubation erwartet wurde.

Fachärzte der Anästhesie schätzen in 35% der Fälle den Atemweg im Vorfeld als schwierig ein. Anästhesiologische Assistenten hingegen erwarteten hingegen nur in 14% einen schwierigen Atemweg ( $p < 0,05$ ). Bei einfachen und sehr einfachen Intubationen gab es keinen Unterschied hinsichtlich der Einschätzung des schwierigen Atemwegs zwischen Assistenzärzten und Fachärzten.

### 3.5.4 Vorbereitung

Insgesamt wurden 185 (93,4%) Patienten präoxygeniert. In 150 (75,8%) Fällen wurde dem intubierenden Arzt vom Pflegepersonal assistiert. Insgesamt 60 Patienten (30,3%) wurden

zur Intubation auf ein Intubationskissen gelagert, um eine optimale Lagerung des Kopfes zu erzielen. Von den insgesamt 47 schwierigen Intubationen wurde bei 23 (48,9 %) Patienten ein Intubationskissen verwendet und bei 18 (38,3 %) wurde das Kopfkissen belassen. Vergleichsweise wurde bei den insgesamt 59 sehr einfachen Intubationen seltener ein Intubationskissen verwendet. Hier wurde nur bei 13 (22,0%) Patienten ein Intubationskissen verwendet, 38 (64,4%) dieser Patienten wurden auf dem Kopfkissen intubiert.

	Assistenz	Intubationskissen	Kopfkissen	Laken
<b>Gesamt</b>				
(n)	150	60	103	10
(%)	75,8 %	30,3 %	52,0 %	5,0 %
<b>Sehr einfach</b>				
(n)	42	13	38	4
(%)	71,2 %	22,0 %	64,4 %	6,7 %
<b>Einfach</b>				
(n)	75	24	47	2
(%)	81,5 %	26,1 %	51,1 %	2,1 %
<b>Schwierig</b>				
(n)	33	23	18	2
(%)	70,2 %	48,9 %	38,3 %	4,3 %

Tabelle 6: Vorbereitungen

### 3.5.5 Die Medikamente zur Narkoseeinleitung

	Etomidate	Propofol	Midazolam	Fentanyl	Sufentanil	Piritramid
	mg/kg KG	mg/kg KG	mg/kg KG	µg/kg KG	µg/kg KG	mg/kg KG
<b>SEI</b>						
(n)	36	12	4	1	1	3
Dosis	0,21 ± 0,08	1,53 ± 0,58	0,04 ± 0,02	2,1	0,25	0,06 ± 0,02
<b>EI</b>						
(n)	56	28	13	7	3	10
Dosis	0,23 ± 0,10	1,33 ± 0,75	0,02 ± 0,02	2,31 ± 0,34	0,24 ± 0,1	0,07 ± 0,02
<b>SI</b>						
(n)	27	19	2	3	2	7
<u>Dosis</u> Initial	0,25 ± 0,13	1,51 ± 0,94	0,037 ± 0	1,58 ± 0,34	0,58 ± 0	0,06 ± 0,04
Insgesamt	0,28 ± 0,17*	1,95 ± 0,95*				

	<b>Succinylcholin</b>	<b>Rocuronium</b>	<b>Pancuronium</b>
	mg/kg KG	mg/kg KG	mg/kg KG
<b>SEI</b> (n)	1	2	1
Dosis	0,06 ± 0,02	0,71 ± 0,17	0,09
<b>EI</b> (n)	2	5	0
Dosis	1,17 ± 0,01	0,59 ± 0,08	
<b>SI</b> (n)	4	4	1
Dosis	1,22 ± 0,23	0,64 ± 0,10	0,04

**Tabelle 7:           Medikamente zur Narkoseeinleitung**  
**Mittelwert ± Standardabweichung**  
**\*signifikant im Vergleich zu sehr einfachen und einfachen Intubationen (p<0,05)**

Die Tabelle 7 zeigt die zur Narkoseeinleitung verwendeten Medikamente. Hier wird deutlich, dass Muskelrelaxantien, Analgetika sowie Hypnotika insgesamt sehr restriktiv eingesetzt wurden. In insgesamt 11,6% der durchgeführten Intubationen wurde eine Muskelrelaxation als Ergänzung zur Narkosemedikation eingesetzt. Propofol sowie Etomidate wurden bei den schwierigen Intubationen in signifikant höheren Dosierungen eingesetzt als bei den einfachen und sehr einfachen Intubationen.

### 3.5.6 Maskenbeatmung

Insgesamt war in 71% der Fälle eine Maskenbeatmung erforderlich. In 29% der Fälle war bei den schwierigen Intubationen bereits die Maskenbeatmung schwierig. Hier war also sowohl die Maskenbeatmung als auch die Intubation des Patienten schwierig. Bei den sehr einfachen und einfachen Intubationen war die Maskenbeatmung vergleichsweise in nur 14% beziehungsweise in 4% der Fälle schwierig (p<0,05). Insgesamt benötigten Assistenzärzte häufiger (40%) die Maskenbeatmung, um einen Sättigungsabfall zu behandeln, als Fachärzte, die in 17% der Fälle eine Maskenbeatmung durchführten (p<0,05).

### 3.6 Mortalität auf der ICU

	Gesamt	Sehr einfach	Einfach	Schwierig
ICU Mortalität	26,3%	22,6%	24,3%	22,7%
ICU Mortalität aller 2111 intubierten Patienten	10,4%*			
ICU Mortalität aller 3930 Patienten	7%*			

**Tabelle 8: Mortalität auf der ICU; \*signifikant ( $p < 0,05$ )**

Insgesamt starben 41 Patienten, die in die Studie eingeschlossen wurden, im Verlauf ihrer Behandlung auf der Intensivstation. Kein Patient starb in direktem Zusammenhang mit einer Intubation oder deren Komplikation. Die sich daraus ergebene Mortalität der Patienten, die auf der Intensivstation intubiert wurden, lag mit 26,3% gegenüber 7% deutlich über der Mortalität aller 3930 Patienten, die in der gleichen Zeit auf der Intensivstation behandelt wurden ( $p < 0,05$ ). Die Mortalität der 2111 Patienten, die eine invasive Beatmung benötigten, jedoch bereits vor der stationären Aufnahme intubiert waren, lag bei 10,4% ( $< 0,05$ ).

### 3.7 SAPS II - Simplified Acute Physiology Score

Mittelwert [1. Quartil (25%)/ 3.Quartil (75%)]	Insgesamt	SEI	EI	SI
<b>SAPS II bei Aufnahme</b>	46 [33 / 59]	47 [34 / 60]	45 [32 / 57]	45 [29 / 58]
Prognose der Mortalität (%)	37 % [13 / 67]	39 % [15 / 67]	36 % [13 / 62]	35 % [10 / 65]
<b>SAPS II bei der Intubation</b>	46 [38 / 58]	42 [34 / 51]	49 [39 / 60]	46 [32 / 55] °
Prognose der Mortalität (%)	37 % [21 / 62]	29 % [14/ 47]* °	45 % [23 / 68]	37 % [13 / 59]
Kollektiv der Patienten, der auf der ICU verstorbenen Patienten (n=41)				
<b>SAPS II bei Aufnahme</b>	49.5 [33 / 63]			
Prognose der Mortalität (%)	45% [14 / 73]			
<b>SAPS II bei der Intubation</b>	55.5 [46 / 68] *†			
Prognose der Mortalität (%)	59 % [36 / 82] *†			

**Tabelle 9: SAPS II und Prognose der Mortalität**

\* unterscheidet sich signifikant von der Prognose der Mortalität bei Aufnahme des Patienten ( $p < 0,05$ )

° unterscheidet sich signifikant von der Prognose der Mortalität bei den verstorbenen Patienten ( $p < 0,05$ )

† unterscheidet sich signifikant von den schwierigen Intubationen ( $p < 0,05$ )

Wie aus der Tabelle 9 ersichtlich betrug der Mittelwert des SAPS II für alle in die Studie eingeschlossenen Patienten 46, woraus sich ein Mortalitätsrisiko von 37 % ergibt. Der tatsächliche SAPS II, sowie das daraus resultierende Mortalitätsrisiko, der auf der Intensivstation verstorbenen Patienten unterscheiden sich signifikant von den initial erhobenen Werten. Ebenfalls signifikant war der Unterschied hinsichtlich der SAPS II-Werte sowie die Mortalität bei den schwierig zu intubierenden Patienten in Bezug auf die auf der IST verstorbenen Patienten. Es ergibt sich keine höhere Mortalitätsrate zwischen einfach zu intubierenden und schwierig zu intubierenden Patienten. Keiner der Patienten verstarb in direktem Zusammenhang mit einer Intubation.

### 3.8 Cormack und Lehane

	SEI	EI	SI
Grad 1	79,7 %	38,0 %	6,4 %
Grad 2	11,9 %	42,4 %	23,4 %
Grad 3	1,7 %	2,2 %	42,6 %
Grad 4	0 %	0 %	29,8 %

Tabelle 10: Cormack und Lehane der intubierten Patienten

Die Tabelle 10 zeigt den Cormack und Lehane der in die Studie eingeschlossenen Patienten. Die Patienten, die sehr einfach zu intubieren waren, hatten auch in 79,7% der Fälle einen Cormack und Lehane Grad 1. Bei den sehr einfachen und einfachen Intubationen traten in nur 1,7% und 2,2% der Fälle ein Cormack und Lehane Grad 3 auf und niemals ein Cormack und Lehane Grad 4. Bei den schwierigen Intubationen wurde in 42,6% der Fälle ein Cormack und Lehane Grad 3 zugeordnet und in 29,8% der Fälle ein Cormack und Lehane Grad 4.

### 3.9 Mallampati

	SEI	EI	SI
Grad 1	39,0 %	12,0 %	12,8 %
Grad 2	32,2 %	32,6 %	17,0 %
Grad 3	3,4 %	8,7 %	14,9 %
Grad 4	0 %	2,2 %	10,6 %

Tabelle 11: Mallampati aller Patienten

Die Tabelle 11 zeigte den Mallampati aller intubierten Patienten unserer Studie. Bei den sehr einfachen Intubationen hatten 39% einen Mallampati Grad 1, 32,2% einen Mallampati Grad 2, nur 3,4% einen Mallampati Grad 3 und kein Patient einen Mallampati Grad 4.

Die einfach zu intubierenden Patienten hatten in 12% der Fälle einen Mallampati Grad 1, in 32,6% der Fälle einen Mallampati Grad 2, in 8,7% einen Mallampati Grad 3, in 2,2% der Fälle einen Mallampati Grad 4.

Die schwierig zu intubierenden Patienten zeigten in 12,8% der Fälle einen Mallampati Grad 1, in 17% der Fälle einen Mallampati Grad 2, in 14,9% der Fälle einen Mallampati Grad 3 und in 10,6% der Fälle einen Mallampati Grad 4.

## 4 Diskussion

### 4.1 Allgemeine Vorbemerkungen

Die Sicherung des Atemweges stellt weiterhin sowohl im präklinischen als auch im klinischen Alltag ein komplexes Geschehen dar. Die endotracheale Intubation stellt immer noch den Goldstandard im Rahmen der Atemwegssicherung dar, da Sie den sichersten Aspirationsschutz bietet sowie im Verlauf ein endotracheales Absaugen ermöglicht (Keul et al. 2004). Die korrekte Durchführung der Intubation ist unter anderem eine Grundvoraussetzung für ein gutes „Outcome“ der Patienten. Allerdings ist die Erfolgsrate durchgeführter Intubationen stark von den anatomischen Besonderheiten der Patienten abhängig. Ebenso sind die äußeren Umstände von Bedeutung, etwa wie eine Notfallintubation während des täglichen Routineprogramm. Des Weiteren wird der Erfolg der Intubation entscheidend durch die persönliche Erfahrung des intubierenden Arztes beeinflusst und schwankt deshalb erheblich (Katz und Falk 2001, Keul et al. 2004, Kurola et al. 2004). Aufgrund ihrer reichhaltigen klinischen Praxis von mehreren hundert Intubationen pro Jahr können Anästhesisten und Intensivmediziner in der Regel auch in schwierigen Situationen die endotracheale Intubation erfolgreich durchführen, aber gerade für Klinik- oder Notärzte, die noch wenig Erfahrungen sammeln konnten, ist das erweiterte Atemwegsmanagement häufig schwierig (Doerges et al. 2001). Daher stellt das Management des schwierigen Atemwegs auch im Zeitalter der Larynxmaske eine enorme Herausforderung für Anästhesisten, Intensiv- und Notfallmediziner dar. Der schwierige Atemweg umfasst nach den Kriterien der ASA jede klinische Situation, in der ein Anästhesist Schwierigkeiten mit der Maskenbeatmung, der trachealen Intubation oder beidem hat. Der schwierige Atemweg stellt ein komplexes Zusammenspiel zwischen Patientenfaktoren, der klinischen Situation und den Fähigkeiten des intubierenden Arztes dar (ASA 2003). In unserer Studie wurde eine Atemwegssicherung als schwierig eingestuft, wenn ein Arzt mehr als drei Intubationsversuche benötigte, mehr als zehn Minuten brauchte, um den Tubus zu positionieren oder bei Patienten mit einem Cormack-Lehane III oder IV (Knill 1993), der durch ein BURP-Manöver nicht verbessert werden konnte. Grundsätzlich sind Intubationen auf der Intensivstation häufiger schwierig als im präoperativen Bereich (Adnet et al. 1998, Katz und Falk 2001, Timmermann et al. 2006). Wichtig ist die Unterscheidung zwischen einer erwarteten und einer unerwarteten schwierigen Atemwegssicherung. Die Inzidenz der schwierigen Intubation wird in der Literatur sehr uneinheitlich angegeben und schwankt in

Abhängigkeit von den gewählten Kriterien für die Definition und dem behandelten Patientenkollektiv. Der erwartete schwierige Atemweg sollte primär bei erhaltenem Bewusstsein des Patienten oder, sofern dies mangels Kooperation des Patienten nicht möglich ist, zumindest bei erhaltener Spontanatmung gesichert werden. Für die Intubation des wachen Patienten wird die Verwendung einer flexiblen Fiberoptik empfohlen. Stellt die Wachintubation in der konkreten Situation keine Option dar, so kann nach Narkoseeinleitung eine extrapharyngeale Atemwegshilfe, wie beispielsweise die Larynxmaske oder der Combitubus, verwendet werden. Der unerwartete schwierige Atemweg stellt eine wesentlich größere Herausforderung in der Anästhesie dar und wird mit einer Inzidenz von 1,5-8,5% angegeben (Crosby et al. 1998). Es ist unabdingbar, einen schwierigen Atemweg frühzeitig zu erkennen und anschließend strukturiert vorzugehen, um Komplikationen zu vermeiden und für die Sicherheit des Patienten zu sorgen (Walther et al. 2008).

Die bekannten Prädiktoren für mögliche Intubationsprobleme einschließlich des Mallampati-Zeichens erwiesen sich zwar nicht als absolut treffsicher, ihre Überprüfung kann jedoch, besonders wenn mehrere Prädiktionsverfahren kombiniert werden, die Inzidenz der unerwarteten schwierigen Intubation senken und damit die Sicherheit des Patienten erhöhen (Deller 1995).

Mit der Larynxmaske und ihren Weiterentwicklungen sowie der fortschreitenden Akzeptanz der wach-fiberoptischen Intubation sowie den videoassistierten Intubationsverfahren hat im letzten Jahrzehnt ein Wandel in der Strategie des Managements des schwierigen Atemwegs stattgefunden. Die Reduktion der Inzidenz des schwierigen Atemwegs sowie die Gewährleistung einer sicheren Intubation für die schnellstmögliche Herstellung einer suffizienten Beatmung erfordert die ständige Reevaluation zur Verbesserung der Strukturen. Somit war es Ziel unserer Studie, die Gegebenheiten der Göttinger Intensivstation zu evaluieren, um die vorhandenen Strukturen zu verbessern und anzupassen.

## **4.2 Der schwierige Atemweg**

Unserer Kenntnis nach ist dies die erste Studie, die die Inzidenz des schwierigen Atemwegs auf einer Intensivstation untersucht, da hier die Inzidenz einer schwierigen Intubation höher



als im Operationssaal (Adnet et al. 1998, Katz und Falk 2001, Timmermann et al. 2006) ist. Ziel dieser Untersuchung war es, Gründe und Ursachen für eine schwierige Atemwegssicherung herauszuarbeiten, um daraus Konsequenzen ziehen zu können, die in Zukunft helfen, die Inzidenz des schwierigen Atemwegs zu senken. Im Weiteren können diese Erkenntnisse in Leitlinien zur schwierigen Atemwegssicherung im Bereich der Intensivmedizin eingeflochten werden.

In 23% der Fälle wurde die Atemwegssicherung als schwierig eingestuft, obwohl die Mehrheit der Intubationen durch Anästhesisten, die im Atemwegsmanagement speziell geschult waren, durchgeführt wurde. In der Literatur werden in vergleichbaren Studien 6,6% bis 22,5% schwierige Intubationen beschrieben (Schwartz et al. 1995, Le Tacon et al. 2000, Jaber et al. 2006, Griesdale et al. 2008). Ein grundlegender Unterschied zwischen bereits veröffentlichten Studien und unserer Studie ist, dass in unserer Studie ausschließlich Intubationen untersucht wurden, die auch auf der Intensivstation tatsächlich stattgefunden haben, wohingegen vorherige Studien Intubationen einschlossen, die sowohl auf der Intensivstation als auch auf Normalstation durchgeführt wurden. Die jüngst veröffentlichte Studie mit 136 Patienten von Griesdale et al. zeigte nur 6,6 % schwierige Intubationen (Griesdale et al. 2008). Diese große Differenz ist zum einen dadurch zu erklären, dass über 40% der Intubationen nicht auf der Intensivstation stattfanden und dass hier 22% der Intubationen primär von erfahrenen Ärzten mit einer Fiberoptik oder einem Glidescope® durchgeführt wurden. Dieses Vorgehen senkt die Inzidenz eines schwierigen Atemwegs sicherlich erheblich (Lim und Hunt-Smith 2003). Ergänzend hierzu wurden zehn Patienten (7,4%) in dieser Studie ösophageal intubiert, acht Patienten (5,9%) aspirierten während der Intubation und 19,1% der Patienten entwickelten schwere Hypoxien. Berücksichtigt man die hohen Komplikationsraten, ist die angegebene Inzidenz von 6,6% schwieriger Intubationen kritisch zu betrachten.

Schwartz et al. gaben in ihrer Studie eine Gesamtinzidenz von 8% schwierigen Intubationen an, darüber hinaus wurde aber in 8% aller Fälle eine ösophageale Intubation dokumentiert (Schwartz et al. 1995). Diese Tatsache erlaubt die Schlussfolgerung, dass die unterschiedlichen Inzidenzen insgesamt zurückhaltend betrachtet werden sollten, da die Definition des schwierigen Atemwegs sehr unterschiedlich interpretiert wurde und somit niedriger angegeben wurde als es eventuell der Realität entspricht.

Ein weiterer Aspekt, der berücksichtigt werden muss, ist dass Schwartz et al. keine Trauma-Patienten in ihre Studie einschlossen, jedoch ein Großteil der Patienten von Normalstation oder der Notaufnahme stammt (Schwartz et al. 1995). Griesdale et al. berichteten in ihrer Studie, dass über 40% der Intubationen nicht auf der Intensivstation durchgeführt wurden (Griesdale et al. 2008). Inhomogene Patientenkollektive, wie der Ausschluss der Traumapatienten oder die Rekrutierung von Normalstationspatienten führen zu unterschiedlichen Ergebnissen der Studien.

12% schwierige Intubationen wurden bei Jaber et al. beschrieben (Jaber et al. 2006). Hier wurden 25-26% ernsthafte Komplikationen wie Hypoxie und Blutdruckabfall dokumentiert. Ähnlich hohe Komplikationsraten dieser Art wurden bisher in der Literatur nicht beschrieben.

Unsere ermittelte Inzidenz des schwierigen Atemwegs ist ähnlich der Inzidenz, die Le Tacon et al. in ihrer Studie beschrieben. Die Inzidenz betrug hier 22,5% mit einer Komplikationsrate von 25%, wobei bei den schwierigen Intubationen signifikant mehr Komplikationen auftraten als bei den einfachen Intubationen (Le Tacon et al. 2000).

Ein sehr wichtiger Punkt unserer Studie ist aber auch, dass die Patienten, die schwierig zu intubieren waren, kein höheres Mortalitätsrisiko hatten, als Patienten mit einfachen oder sehr einfachen Atemwegen. Das Mortalitätsrisiko wurde anhand des SAPS-II-Score berechnet. Der SAPS-II-Score als Marker für die Krankheitsschwere eines Patienten zeigt, dass das Kollektiv der verstorbenen Patienten, die intubiert wurden, signifikant höher war, als der SAPS-II-Score der intubierten Patienten, die nicht intubiert wurden. Die Auswertung unserer Daten ergab, dass keiner der Patienten im direkten Zusammenhang mit einer Intubation verstarb .

Um eine schwierige Atemwegssicherung bereits im Vorfeld zu identifizieren ist die genaue Analyse möglicher Prädiktoren von größter Bedeutung. Die AIMS-Studie untersuchte 2000 Patienten und erarbeitete daran Prädiktoren, die auf eine schwierige Atemwegssicherung hindeuteten (Williamson et al. 1993). Diese Faktoren wurden unterteilt in untersucherbezogene, krankheitsbezogene und patientenbezogene Faktoren. Charakteristische Faktoren, die prädispositionierend für einen schwierigen Atemweg sind: ein fliehendes Kinn, große Frontzähne, ein kleiner Mund, ein kurzer dicker Hals, eine große Zunge und geringe Unterkieferbeweglichkeit (Lim und Hunt-Smith 2003). In der AIMS-Studie

waren in 2/3 der Fälle schwieriger Intubationen Adipositas, eine eingeschränkte Halsbeweglichkeit und eingeschränkte Mundöffnung mit einer schwierigen Intubation assoziiert. Die Daten der AIMS-Studie zeigen aber auch, dass ein Defizit an zuverlässigen präoperativen Techniken und Fähigkeiten besteht, die die Vorhersagegenauigkeit des schwierigen Atemwegs einschränken (Williamson et al. 1993).

Um eine schwierige Atemwegssicherung erfolgreich zu bewältigen, ist es wichtig sie im Vorfeld zu erkennen, um darauf vorbereitet zu sein. Eine hohe Prozentzahl der schwierigen Intubationen konnte in unserer Studie nicht hervorgesagt werden. Die meisten Scoringssysteme, wie beispielsweise der Mallampati oder das Patil-Zeichen (Mallampati et al. 1985, Wilson et al. 1988), sind weder spezifisch noch sensitiv und können bei den meisten Intensivpatienten nicht angewendet werden. Das Akronym LEMON (Murphy M 2000) steht für Look, Evaluate, Mallampati, Obstruction und Neck Mobility und soll die Vorhersagekraft für einen schwierigen Atemweg erhöhen. Allerdings gelten hier die gleichen Einschränkungen, da diese Test nicht unerheblich von der Mitarbeit des Patienten abhängen, die auf einer Intensivstation mit schwer kranken Patienten häufig nicht in vollem Maße möglich ist. Reed et al. (Reed et al. 2005) zeigten in ihrer Studie, dass große Schneidezähne, kleine Mundöffnung und ein kurzer Abstand zwischen dem Schildknorpel und dem Os hyoideum signifikant mit einem schwierigen Atemweg zu korrelieren ist und einfach bei Intensivpatienten anzuwenden ist. Wichtig ist eine sorgfältige Dokumentation über schwierige Intubationsbedingungen, um auf das Auftreten einer erneuten schwierigen Atemwegssicherung vorbereitet zu sein. In unserer Studie war es wegen ungenügender Dokumentation leider nicht möglich alte Anästhesie-Protokolle auszuwerten.

Aus unseren Intubationsprotokollen wurde ein signifikanter Unterschied des thyreomentalen Abstandes nach Patil, also der Abstand zwischen der Spitze des Kinns und der Inzisur des Schildknorpels (Patil et al. 1983), der Patienten der schwierigen und einfachen Intubationen zu den sehr einfachen Intubationen nachgewiesen.

Der Mallampati (Mallampati et al. 1985) aller Patienten zeigte keine signifikanten Unterschiede, jedoch hatten schwierig zu intubierende Patienten einen höheren Mallampati als einfach zu intubierende Patienten. Sehr einfach zu intubierende Patienten hatten niemals einen Mallampati Grad 4.

In unserer Studie hatten Patienten, die schwierig zu intubieren waren, häufiger orofaziale Anomalien als Patienten, bei denen eine Intubation einfach durchzuführen war. Schwierig zu intubierende Patienten hatten eine niedrigere Flüssigkeitsbilanz als einfach zu intubierende Patienten und wurden in einem kürzeren Abstand nach der Aufnahme auf die Intensivstation intubiert. Ein Ödem der Schleimhaut durch eine hohe Flüssigkeitsbilanz kann damit als Ursache für eine schwierige Intubation nahezu ausgeschlossen werden.

Der C&L zeigte, dass sehr einfache und einfache Intubationen in 80% der Fälle einen C&L Grad 1 aufwiesen. Hier traten nur selten ein C&L Grad 3 und niemals ein C&L Grad 4 auf. Bei den schwierigen Intubationen unserer Studie wurde in 42,6% der Fälle ein C&L Grad 3 zugeordnet und in 29,8% der Fälle ein C&L Grad 4.

Grundsätzlich muss man eine erwartet schwierige Atemwegssicherung von einer unerwartet schwierigen Atemwegssicherung unterscheiden. Lim et al. trafen in ihrer Studie die Aussage, dass gerade Ärzte sich auf einer Intensivstation bewusst sind, dass sie auf einen schwierigen Atemwegssicherung treffen können (Williamson et al. 1993). Genau dies wurde mit unserer Studie widerlegt, denn in unserer Untersuchung wiesen wir eine Inzidenz der schwierigen Intubation von 23% nach, wobei nur in 25 % der Fälle der schwierigen Intubationen diese im Vorfeld auch erwartet wurde. 75% der schwierigen Intubationen waren somit unerwartet.

Wie bereits beschrieben stellt die unerwartet schwierige Atemwegssicherung eine große Herausforderung in der Anästhesie und Intensivmedizin dar, da hier häufig keine speziellen Vorkehrungen im Vorfeld getroffen werden können. Die Sicherung der Sauerstoffversorgung gehört zu den Kernkompetenzen eines jeden Anästhesisten. Der unerwartet schwierige Atemweg wird in der Literatur mit einer Inzidenz von 1,5 % bis 8,5 % angegeben (Crosby et al. 1998). Benumhof gibt für die Kombination zwischen unmöglicher Beatmung und unmöglicher Intubation einen Wert von 0,01-2/10.000 an (Benumof 1991). Die Inzidenz der schwierigen Atemwegssicherungen betrug in unserer Studie 23%. In unserer Studie wurde deutlich, dass nur in 25% der tatsächlich schwierigen Atemwegssicherungen auch schwierige Intubationsverhältnisse erwartet wurden. Das bedeutet, dass 75% der schwierigen Intubationen diese nicht im Vorfeld erkannt wurden. Diese Zahlen liegen deutlich über denen, die in der Literatur angegeben wurden. Fachärzte der Anästhesie waren im Vergleich zu den Assistenzärzten der Anästhesie deutlich erfahrener und schätzen in 35 % der tatsächlich schwierigen Atemwege den Atemweg auch im Vorfeld als schwierig ein.

Assistenzärztliche Kollegen hingegen erwarteten nur in 14% einen schwierigen Atemweg. Dies lässt den Schluss zu, dass die oben aufgeführten Prädiktoren entweder unzureichend angewendet worden oder sie bei Intensivpatienten schlichtweg nicht anzuwenden sind. Bei einfachen und sehr einfachen Intubationen gab es keinen Unterschied hinsichtlich der Prognose des schwierigen Atemwegs zwischen Assistenzärzten und Fachärzten. Dies ist ein relevanter Punkt, da die Vorbereitungen bei vorher eingeschätztem schwierigem Atemweg deutlich gründlicher durchgeführt wurden.

Grundsätzlich ist eine Unterscheidung zwischen schwieriger Intubation und schwierigem Atemweg bei Intensivpatienten nicht streng getrennt, was dazu verleiten kann, dass die wahre Inzidenz des schwierigen Atemwegs unterschätzt wird.

Für den erwartet und den unerwartet schwierigen Atemweg sind viele Algorithmen publiziert worden, zu den bekanntesten gehören jene der ASA, von Benumof und Crosby (Benumof 1996, Boisson-Bertrand et al. 1996, Crosby et al. 1998, ASA 2003). Das Management des unerwartet schwierigen Atemweges sollte sich daher auf die Aufrechterhaltung der Oxygenierung des Patienten sowie die Prävention eines Traumas der Luftwege konzentrieren (Henderson et al. 2004). Die Philosophie dieser Algorithmen, die auf Reihe von Plänen basieren ist, dass keine einzelne Technik allein immer effektiv ist (Davies et al. 1989, Cobley und Vaughan 1992). Allerdings müssen diese Algorithmen besser als Richtlinien oder Empfehlungen bezeichnet werden, denn unter Algorithmus wird zumindest im deutschen Raum meist eine konkrete Handlungsanweisung verstanden. Die genannten Publikationen sollen jedoch nicht als Anweisungen verstanden werden, sondern als Empfehlungen zur Auswahl von Methoden und Intubationshilfsmitteln für konkrete Situationen. Sie sind dementsprechend alle nur als Grundlage für den Aufbau von individuellen Algorithmen vorgesehen. Ein solches Konzept ist sehr sinnvoll, weil ein Algorithmus immer nur für ein bestimmtes Umfeld vorgeschrieben werden kann, denn er ist abhängig von den lokalen Gegebenheiten, dem verfügbaren Personal und Material sowie von den persönlichen Vorlieben. Darum muss jeder Arzt für seine Situation oder seine Klinik eine geeignete Auswahl treffen.

Die meisten Publikationen befassen sich mit dem schwierigen Atemweg im Allgemeinen und es herrscht weitgehend Konsens, dass beim erwartet schwierigen Atemweg immer wach

intubiert werden sollte (Benumof 1996, Boisson-Bertrand et al. 1996, Crosby et al. 1998, ASA 2003).

Der Vergleich der genannten Publikationen zeigt, dass für die unerwartet schwierige Maskenbeatmung in allen Empfehlungen etwa die gleichen Methoden favorisiert werden, nämlich die Verwendung einer Larynxmaske, ein Intubationsversuch, ein Combitubus und Koniotomie beziehungsweise Tracheotomie. Für die unerwartet schwierige Intubation verzichtet die ASA und Crosby interessanterweise auf die Angabe von Präferenzen (Crosby et al. 1998, ASA 2003). Boisson-Bertrand schränkt mehr ein, indem er die Anzahl der Intubationsversuche limitiert und drei bevorzugte Methoden angibt, nämlich Larynxmaske, Fiberoptik oder spezielle Laryngoskope (Boisson-Bertrand et al. 1996). Alle genannten Publikationen machen klar, dass bei einer Kombination aus schwieriger Maskenbeatmung und schwieriger Intubation unbedingt das Abgleiten in eine „can't ventilate-can't intubate“-Situation vermieden werden muss. Auch auf die entscheidend wichtige Möglichkeit den Patienten wieder aufwachen zu lassen wird in allen Publikationen ausdrücklich hingewiesen. Diese Tatsache gestaltet sich auf einer Intensivstation allerdings häufig als schwierig, da Patienten eine Intubation meist auf Grund vitaler Indikation erhalten und ein Aufwachen lassen des Patienten daher oft nicht möglich ist. In unserer Studie war in 71% der Fälle eine Maskenbeatmung erforderlich. In 29% der Fälle war bei den schwierigen Intubationen bereits die Maskenbeatmung schwierig.

In unserer Studie waren insgesamt acht Patienten bei den initialen Intubationsversuchen nicht zu intubieren. Bei diesen fehlgeschlagenen Intubationen konnte die Intubation durch einen erneuten Intubationsversuch eines Facharztes und einem Wechsel der Intubationsmethode in jedem der Fälle durchgeführt werden. Fünf der insgesamt acht Patienten konnten durch eine Intubations-Larynx-Maske (ILMA) erfolgreich intubiert werden. In einem Fall konnte unter Zuhilfenahme eines Frova®Stylet und in dem anderen Fall durch eine flexible Fiberoptik im Verlauf erfolgreich intubiert werden. Ein Patient konnte initial blind nasal nicht intubiert werden, ließ sich jedoch problemlos durch eine konventionelle endotracheale Intubation intubieren. Alle Patienten, bei denen eine Intubation initial nicht möglich war, konnten ohne Folgeschäden intubiert werden.

In dieser Studie wurden alle Patienten, die in die Studie eingeschlossen wurden, auf einer Intensivstation intubiert. In 91,5% der Fälle wurden die Intubationen durch Anästhesisten

durchgeführt und die verbleibenden 8,5% der Intubationen wurden durch Assistenzärzte anderer Fachrichtungen unter der Aufsicht von Anästhesisten durchgeführt. Die durchschnittliche Berufserfahrung der Ärzte unserer Studie lag bei 4,94 Jahren. Fachärzte der Anästhesie erkannten den schwierigen Atemweg häufiger im Vorfeld, jedoch war die Fehlerrate trotz allem hoch. Jaber et al. konnten in ihrer Studie keine Unterschiede bei den schwierigen Intubationen zwischen Anästhesisten und Ärzten anderer Fachrichtungen nachweisen (Jaber et al. 2006). In der von Griesdale et al. durchgeführten Studie wurden Intubationen betrachtet, die sowohl von Anästhesisten als auch von Ärzten anderer Fachrichtungen durchgeführt wurden (Griesdale et al. 2008). Da diese Studie sowohl Intubationen auf der Intensivstation als auch auf Normalstation einschlossen ergab sich, dass Intubationen, die auf Normalstation durchgeführt wurden, häufiger von Nicht-Anästhesisten durchgeführt wurden. Ein signifikanter Unterschied zwischen Anästhesisten und Nicht-Anästhesisten konnte auch hier nicht nachgewiesen werden.

In jeder klinischen Einheit sollten den Guidelines der ASA (ASA 2003) sollte eine transportable Einrichtung, beispielsweise ein Koffer oder ein Rollwagen vorgehalten werden, die mit dem notwendigen speziellen Hilfsmitteln ausgestattet sind, um den schwierigen Atemweg zu beherrschen. An erster Stelle sind hier eine flexible Fiberoptik zu nennen, zusätzlich sollten alternative Laryngoskopspatel, Einführhilfen (z. B. Führungsstäbe), extratracheale Hilfsmittel (wie beispielsweise LMA oder ILMA), expiratorischer CO<sub>2</sub>-Messger, sowie Instrumente zur invasiven Atemwegssicherung (z. B. Koniotomieset) vorgehalten werden. Auch wenn die endotracheale Intubation den Goldstandard für die Sicherung des Atemweges für Personal mit adäquaten Fähigkeiten darstellt, sollten wiederholt erfolglose, potenziell schädliche Intubationsversuche vermieden werden und zu einem frühzeitigen Einsatz von anderen Beatmungshilfen führen (AHA und ILCOR 2000, ASA 2003). Gelingt weder mittels Maskenbeatmung noch durch einen endotracheale Intubation eine suffiziente Ventilation, empfehlen das ILCOR und die AHA in ihrem Algorithmus des schwierigen Atemweges den Gebrauch von supraglottischen Atemwegshilfen wie ILMA, LMA, CT und LT (Agro et al. 2002, Castner und Prinz 2003). Hierzu ist es von großer Wichtigkeit, dass der intubierende Arzt den Notfallkoffer holen lässt. Auf unser Intensivstation ist der Difficult-Airway-Koffer ausgestattet mit einem McCoy-Spatel, einem Miller-Spatel, einer Larynxmaske, langen Führungsstäben, einem Combi-Tubus, einer Jet-Ventilation, sowie einer Rossaint-Kanüle. 48% der Intubationen waren Notfallintubationen. In unserer Studie wurde

in nur 11 Fällen insgesamt der Difficult-Airway-Koffer geholt. Bei den schwierigen Intubationen wurde dieser Notfallkoffer in nur 10,6% der Fälle hinzugezogen.

Hieraus ergibt sich, dass die zur Verfügung stehenden Hilfsmittel auf der Göttinger Intensivstation initial nicht ausreichend genutzt wurden.

Außer einer insuffizienten Dokumentation (Russo et al. 2007) bereits erfolgter schwieriger Intubationen, stellt häufig die schlechte Kopflagerung der Patienten für die Intubation einen Problemfaktor dar. Weiterhin ist der begrenzte Platz am Kopfende und die Tatsache, dass Intensivmediziner weniger Möglichkeiten haben ihre Fähigkeiten hinsichtlich der endotrachealen Intubation zu verbessern.

Grundsätzlich zeigt sich in der Auswertung der Daten, dass um so schwieriger die Intubation war, um so häufiger die Lagerung des Patienten mit Hilfe eines Intubationskissens verbessert wurde. Allerdings wurde bei den schwierigen Intubationen in nur etwa der Hälfte der Fälle ein Intubationskissen verwendet. Hier wurde also die zur Verfügung stehende Ressource initial nicht ausreichend genutzt.

Ein weiterer wichtiger Punkt, der im Rahmen einer Intubation betrachtet werden muss, ist die Verwendung von Medikamenten.

Eine Narkoseeinleitung steht auf drei Medikamenten-Säulen, nämlich einem Hypnotikum, einem Analgetikum und einem Muskelrelaxans. Das Atemwegsmanagement und die Narkoseeinleitung auf der Intensivstation ist häufig durch die geringen physiologischen Reserven der Patienten erschwert, denn nach endotrachealer Intubation entwickeln viele Intensivpatienten einen manifesten Blutdruckabfall (Walz et al. 2007).

Zur Narkoseeinleitung eignen sich als Hypnotikum Etomidate und Propofol. Propofol ist ein häufig eingesetztes Hypnotikum, da es ein rasches Einschlafen des Patienten herbeiführt. Es hat im Gegensatz zu Etomidat keinen Einfluss auf die Kortisolsynthese oder die Histaminausschüttung. Ein großer Nachteil von Propofol ist der hervorgerufene Blutdruckabfall, besonders bei Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen (Larsen 2006). Etomidat sollte der Literatur nach bei Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen eingesetzt werden. Als unerwünschte Wirkung von Etomidate ist das Auftreten von unerwünschten Muskelbewegungen zu nennen, weshalb die Vorinjektion eines Opioids empfehlenswert ist. Bei kontinuierlicher Injektion führt es durch Inhibierung



der mitochondrialen Hydroxylase zu einer Hemmung der Kortisolsynthese und sollte daher nur zur Narkoseeinleitung verwendet werden (de Jong et al. 1984, Allolio et al. 1985). Die Corticus-Studie im Jahr 2008 zeigte jedoch entgegen bisheriger Annahmen, dass auch Einzelgaben von Etomidate, wie sie zur Induktion der Anästhesie üblich sind, die Steroidsynthese inhibieren (Sprung et al. 2008).

In unserer Studie wurde häufiger Etomidat eingesetzt als Propofol. Insgesamt wurden Etomidate und Propofol in signifikant höheren Dosierungen bei den schwierigen Intubationen eingesetzt im Vergleich zu den einfachen und sehr einfachen Intubationen. Trotz allem wurden Hypnotika insgesamt nur sehr zurückhaltend und in nur sehr geringen Dosierungen verwendet.

Eine weitere Medikamenten-Säule der Narkoseeinleitung ist das Muskelrelaxans. Ein Muskelrelaxans hat die Aufgabe die Muskulatur des Patienten erschlaffen zu lassen, um so die Intubation zu vereinfachen. Muskelrelaxantien wurden auf unserer Intensivstation nur sehr restriktiv eingesetzt. Als Grund hierfür wurde die Vermeidung von unerwünschten Wirkungen angegeben. Succinylcholin als Muskelrelaxans hat als unerwünschte Wirkungen: Blutdruckabfälle, Bradykardie bis zur Asystolie, vermehrten Speichelfluss sowie verstärkte Bronchialsekretion, Hyperkaliämie, Hirndruckanstieg, Induktion einer malignen Hyperthermie und die Erhöhung des Augeninnendrucks.

In anderen Studien wurden in 73% (Griesdale et al. 2008) und in 80% (Schwartz et al. 1995) der Fälle Muskelrelaxantien verwendet. In unserer Studie wurden in insgesamt nur 11,6% der Fälle ein Muskelrelaxans zur Intubation eingesetzt. Bei den schwierigen Intubationen wurden in 23,4% der Fälle ein Muskelrelaxans verwendet, jedoch wurde das Muskelrelaxans häufig erst eingesetzt, nachdem Schwierigkeiten bei der initialen Intubation aufgetreten waren.

Nicht ausreichend sedierte Patienten mit einem erhaltenen Muskeltonus sind wesentlich schwieriger zu intubieren als ausreichend sedierte und muskelrelaxierte Patienten (Combes et al. 2007). In unserer Studie bewerteten 20% der intubierenden Ärzte die Sedierung als insuffizient. Als Grund für die zurückhaltende Gabe der Hypnotika wurde die hämodynamische Instabilität der Patienten angegeben. Le Tacon et al. verwendeten in ihrer Studie ebenfalls nicht routinemäßig Muskelrelaxantien und erhielten damit ähnlich Ergebnisse wie wir. Le Tacon et al. berichteten in ihrer Studie von einer Inzidenz

schwieriger Intubationen von 22,5% (Le Tacon et al. 2000). Dies zeigt die Wichtigkeit von standardisierten pharmakologischen Protokollen für die Intensivstation. Der zurückhaltende Einsatz von depolarisierenden Muskelrelaxantien wie Succinylcholin auf der Göttinger Intensivstation liegt in verschiedenen Studien zu Nebenwirkungen bei Intensivpatienten begründet (Ward et al. 1986, Naguib und Magboul 1998). Ein weiterer Grund hierfür ist die fehlende Möglichkeit ein depolarisierendes Muskelrelaxans zu antagonisieren. Succinylcholin wird nur durch die im synaptischen Spalt vorhandene Pseudocholinesterase enzymatisch gespalten. Da die Pseudocholinesterase nicht innerhalb des synaptischen Spalts vorkommt, ist die Wirkdauer von der Diffusionsgeschwindigkeit in die Extrazellulärflüssigkeit bestimmt (Schulte am Esch et al. 2002). Nicht depolarisierende Muskelrelaxantien hingegen bewirken keine Depolarisierung an der postsynaptischen Membran und die Wirkung kann durch Acetylcholinesterasehemmer wie beispielsweise Neostigmin, aufgehoben werden (Larsen 2006). Diese Antagonisten sind häufig assoziiert mit unerwünschten Wirkungen wie Bradykardie, Hypersalivation, Miosis und Hyperperistaltik des Magendarm-Traktes (Schulte am Esch et al. 2002). Eine Innovation auf diesem Gebiet ist das Medikament Sugammadex. Sugammadex ist ein modifiziertes Cyclodextrin und besitzt eine sehr hohe Affinität zu den Muskelrelaxantien Rocuronium und Vecuronium (Murphy G S et al. 2008). Nach intravenöser Gabe von Sugammadex wird das freie Muskelrelaxans eingekapselt und bildet einen stabilen Komplex. Durch den entstehenden Konzentrationsgradient für das Muskelrelaxans von der neuromuskulären Endplatte in den Intravasalraum, so dass sekundär weiteres folgt und durch Sugammadex gebunden wird. Dadurch kann das Muskelrelaxans nicht mehr an der motorischen Endplatte angreifen (Eriksson et al. 1997). Eben weil es nicht am Rezeptor selbst angreift, führt es nicht zu den oben erläuterten unerwünschten Wirkungen, die mit Acetylcholinesterase-Inhibitoren verbunden sind (Bom et al. 2002).

Darüber hinaus gibt eine überzeugende Evidenz, dass eine durch Rocuronium indizierte Muskelrelaxierung durch Gabe von Sugammadex viel schneller zu antagonisieren ist als durch Neostigmin (Jones et al. 2008).

Die Einführung von Sugammadex in den klinischen Alltag würde eine zügige und nebenwirkungsarme Möglichkeit zur Antagonisierung bieten, selbst bei Patienten mit erwartet schwierigem Atemweg (Lee et al. 2009). So könnte der Störfaktor der

unzureichenden Muskelrelaxation als Ursache eines schwierigen Atemwegs ausgeschaltet werden.

Die blind nasale Intubation könnte eine alternative Methode zur Intubation bei erwartet schwierigem Atemweg darstellen. 16 der 17 blind nasalen Intubationen unserer Studie waren erfolgreich. Schwartz et al. beschrieben 15 blind nasale Intubationen bei erwartet schwierigem Atemweg mit einer Erfolgsrate von 67% (Schwartz et al. 1995). Langfristige nasale Intubationen sind bei Patienten auf einer Intensivstation wegen häufig entstehender Komplikationen wie Sinusitis und Infektionen der Lunge nicht empfehlenswert (Meyer et al. 1988, Dodek et al. 2004), jedoch ist diese Tatsache irrelevant bei einem Notfall. Hier steht die Sicherung des Atemweges an aller erster Stelle. Daher sollte die blind nasale Intubation als weitere mögliche Methode zur Sicherung der Atemwege erlernt werden, um das Spektrum der Fähigkeiten zu erweitern.

### **4.3 Einschränkungen der Studie**

Als Einschränkung dieser Studie muss berücksichtigt werden, dass es sich bei dem Studienprotokoll um einen anonymen Fragebogen gehandelt hat. Diese Tatsache schloss die Möglichkeit aus, im Nachhinein weitere Informationen von dem jeweiligen intubierenden Arzt einzuholen.

Zwar verwendeten wir zur Einteilung der Intubationen in eine Schwierigkeitskategorie die oben erläuterten Kriterien, allerdings sind die Bewertung eines Atemweges und Angaben über die Schwierigkeit einer Intubation auch immer subjektiv.

Eine gleichzeitige Videolaryngoskopie hätte die Beurteilung des Atemweges durch mehrere Beobachter erlaubt, doch dieses Instrument war während der Studie für den täglichen Gebrauch nicht verfügbar. Die hohe Inzidenz der schwierigen Intubationen wäre durch den Gebrauch einer Videolaryngoskopie sicherlich geringer ausgefallen. Diese Hypothese wird unterstützt durch die Tatsache, dass Griesdale et al., die in ihrer Studie eine deutlich geringere Anzahl von schwierigen Intubationen nachwiesen, regen Gebrauch von einem Glidescope® und einer Fiberoptik machten (Griesdale et al. 2008).

Eine weitere Einschränkung dieser Studie ist die Tatsache, dass nur die Intubation als solches betrachtet wurde. Zwar wurde untersucht, welche Patienten im Verlauf ihres

Krankenhausaufenthaltes verstorben sind, jedoch wurde nicht betrachtet, wie genau das Outcome der Patienten im Verlauf war. Fest steht, dass die Patienten mit schwierigen Intubationen kein höheres Mortalitätsrisiko haben, jedoch sind weitere Folgeerscheinungen der schwierigen Intubation nicht untersucht worden.

## 5 Zusammenfassung

Diese Arbeit hatte zum Ziel die Inzidenz der schwierigen Atemwegssicherung auf anästhesiologischen Intensivstation zu erfassen und Gründe hierfür herauszuarbeiten. Hierzu wurde ein Protokoll erstellt, welches über den Zeitraum von einem Jahr nach jeder Intubation vom intubierenden Arzt ausgefüllt werden musste. Aus der Auswertung des Studienprotokolls wurden folgende Schlussfolgerungen gezogen. In unserer Untersuchung konnten wir eine Inzidenz der schwierigen Intubation von 23% nachweisen, wobei nur in einem Viertel der Fälle im Vorfeld auch eine schwierige Intubation erwartet wurde. Dies bedeutet, dass 75% der schwierigen Atemwegssicherungen unerwartet waren, was deutlich über der in der Literatur angegebenen Inzidenz liegt (Crosby et al. 1998). In der Literatur werden Inzidenzen von 6,6% bis zu 22,5% schwieriger Intubationen angegeben (Schwartz et al. 1995, Le Tacon et al. 2000, Jaber et al. 2006, Griesdale et al. 2008). Diese enorme Heterogenität der Daten erlaubt die Annahme, dass die wahre Inzidenz der schwierigen Atemwegssicherung auf der Intensivstation durch die unscharfe Definition des schwierigen Atemweges in der Literatur nicht tatsächlich erfasst wird. Zusätzlich handelt es sich bei den Studien um sehr ungleiche Patientenkollektive. Hier wurden zwar auch Patienten von Intensivstationen eingeschlossen, jedoch wurden diese vermischt mit Patienten von Normalstationen und von der Notaufnahme. Darüber hinaus fußten die verschiedenen Studien auf unterschiedlichen Konzepten. Griesdale et al. beispielsweise führten einen Großteil der Intubationen mit Hilfe eines Glidescopes® oder einer Videolaryngoskopie durch. Diese Tatsache senkt die Inzidenz des schwierigen Atemwegs ungemein.

Wie erwartet hatten die schwierig zu intubierenden Patienten mehr anatomische Anomalien im Kopf-Hals-Bereich, als einfach zu intubierende Patienten. Allerdings wurde auch deutlich, dass die Dokumentation dieser Anomalien sehr ungenügend war. Eine Einsicht in die Narkoseprotokolle der Patienten ließ keinerlei Rückschluss über Schwierigkeiten bei der

Intubation im OP zu, um die Frage zu klären, ob sich ein Atemweg im Laufe des Aufenthalts verändert. Diese Tatsache verhindert die Möglichkeit, auf einen erneut schwierigen Atemweg aufmerksam zu werden. Eine sorgfältige Dokumentation von schwierigen Intubationsbedingungen ist daher einfach unabdingbar. Unsere Studie führte dazu, dass das Anästhesieprotokoll der Universität Göttingen umgestaltet wurde. Eine neue Dienstanweisung schrieb eine lückenlose Dokumentation vor.

Eine weitere Erkenntnis unserer Studienergebnisse ist, dass die zur Verfügung stehenden Ressourcen, die auf der Intensivstation vorhanden sind, nicht initial ausreichend genutzt wurden. Das Equipment zum Management des schwierigen Atemweges wurde insgesamt in nur 11 Fällen zum Bewältigen einer schwierigen Atemwegssicherung genutzt.

Das Patientenkollektiv, das auf der Intensivstation intubiert werden musste, hatte eine höhere Mortalität im Vergleich zum Gesamtkollektiv aller Patienten, die in diesem Jahr auf der Intensivstation lagen. Eine erhöhte Mortalität der schwierig zu intubierenden Patienten konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. In unserer Studie wurde allerdings nicht das Outcome der schwierig zu intubierenden Patienten im Verlauf betrachtet. Ziel dieser Studie war einzig und allein eine Bestandsaufnahme über die Inzidenz des schwierigen Atemwegs und das Erkennen von beeinflussenden Faktoren.

Ein weiterer Grund für die schwierigen Atemwegssicherungen war die Feststellung, dass Medikamente zur Intubation in inadäquat niedrigen Dosierungen eingesetzt wurden. Eine Erklärung für den zurückhaltenden Einsatz der Medikamente ist die häufig instabile Hämodynamik sowie die reduzierten physiologischen Reserven der Patienten auf der Intensivstation. Grundsätzlich sind nicht ausreichend sedierte Patienten mit einem erhaltenen Muskeltonus wesentlich schwieriger zu intubieren, als ausreichend sedierte und muskelrelaxierte Patienten (Combes et al. 2007). In nur 11 Fällen (23,4%) der schwierigen Intubationen wurde ein Muskelrelaxans eingesetzt. Dies wurde durch die schlechte Antagonisierbarkeit und die Furcht vor den cholinergen Nebenwirkungen von Neostigmin begründet. Die Einführung von Sugammadex in den klinischen Alltag, als nebenwirkungsarme Möglichkeit zur Antagonisierung des Muskelrelaxans, würde den Einsatz von Rocuronium in hohen Dosierungen auch bei Patienten mit erwartet schwierigem Atemweg, da die muskuläre Blockade durch Sugammadex schnell zu beheben wäre (Lee et al. 2009), rechtfertigen.

Basierend auf unseren Ergebnissen und den Ergebnissen zuvor erfolgter Studien sollten die Leitlinien und Algorithmen für das Atemwegsmanagement auf einer Intensivstation angepasst werden, um die Abläufe auf der Intensivstation zu standardisieren.

Zusätzlich sollte ein Routinetraining für schwieriges Atemwegsmanagement obligat für alle Intensivmediziner etabliert werden, um Routine und Sicherheit in Situationen schwieriger Atemwegssicherung zu erlangen.

Um das Problem der schwierigen Atemwegssicherung genauer zu analysieren, sollte eine Folgestudie durchgeführt werden.

## 6 Anhang

### 6.1 Das Studienprotokoll

# Studienprotokoll – Reintubation:

Aufkleber:

#### Patientenangaben:

Größe: \_\_\_\_\_ Gewicht: \_\_\_\_\_ Hauptdiagnose: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Zeit: \_\_\_\_\_

Station: 0117

0118

Assistenzarzt:

Facharzt:

Ausbildungsjahr: \_\_\_\_\_

Fachrichtung:

Anästhesie:

Neurochirurgie:

Herzchirurgie:

Unfallchirurgie:

#### Anatomie:

Bartträger: ja  nein  Zahnprothese: ja  nein

Makroglossie:  nein  Hypoplastischer Unterkiefer:

Z. n. Bestrahlung: ja  nein

Thyreo-mentaler Abstand: \_\_\_\_\_ (Querfinger)

Mundöffnung: reduziert ja  nein

Zahnstatus: \_\_\_\_\_ Andere Besonderheiten (z.B. Syndrom): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Reintubation:****Vorbereitung:**Notfall: ja  nein Intubationskissen: ja  nein  Absaugung vorbereitet: ja  nein Pat. präoxygeniert: ja  nein  Magensonde abgesaugt: ja  nein Beutel vorhanden: ja  nein  Difficult-Airwaykoffer geholt: ja  nein Magensonde belassen: ja  nein  Pat. vor Intubation laryngoskopiert: ja  nein **Einleitungsmedikation + Dosierung:**Etomidate:  \_\_\_\_\_ Trapanal:  \_\_\_\_\_ Disoprivan:  \_\_\_\_\_Midazolam:  \_\_\_\_\_ Fentanyl:  \_\_\_\_\_ Sufentanyl:  \_\_\_\_\_Rocuronium:  \_\_\_\_\_ Succin:  \_\_\_\_\_ Pancuronium:  \_\_\_\_\_ Dipidolor:  \_\_\_\_\_**Beatmung:**Maskenbeatmung erforderlich: ja  nein Maskenbeatmung: einfach:  schwierig:  unmöglich: Einhandmaskenbeatmung:  Zweihandmaskenbeatmung: Zahnprothese f. Maskenbeatmung belassen: ja  nein **Tubus:**Oxfordtubus:  Portextubus:  Vygontubus:  Größe: \_\_\_\_\_Führungsstab: ja  nein  Larynxmaske:  Intubationslarynxmaske: Larynxtubus:  Combitubus:  Bronchoskop:



**Intubation:**

Erwartet schwierige Intubation: ja  nein  Ileuseinleitung: ja  nein

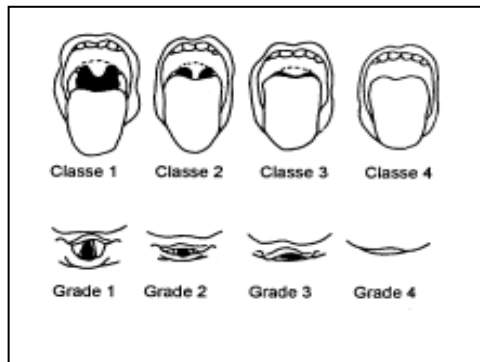
erfolgreich: ja  nein  oral  nasal  blindnasal  wach fiberoptisch

sehr einfach:  einfach:  schwierig:  unmöglich:  Sättigungsabfall: ja  nein

O<sub>2</sub>-Sättigung vor Intubation: \_\_\_\_\_ Niedrigste Sättigung während der Intubation: \_\_\_\_\_

Dauer der Reintubation: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Mallampati:**

I.  II.  III.  IV.

**Cormack-Lehane:**

I.  II.  III.  IV.

**Grund der Reintubation:** \_\_\_\_\_

Akzidentelle Extubation: ja  nein  Wie langer war Pat. extubiert: \_\_\_\_\_

NIV vor Extubation: ja  nein  Wie lange: \_\_\_\_\_

Maske:  Helm:  Sauerstoffinhalation ja  nein  Liter/min: \_\_\_\_\_

Schutzreflexe: ja  nein

paO<sub>2</sub> vor Reintubation: \_\_\_\_\_ pCO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_

paO<sub>2</sub> nach Intubation: \_\_\_\_\_ pCO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_

Volumenstatus vor Extubation: (24h-Status) \_\_\_\_\_

**Probleme bei der Reintubation:**

Gezielte Vorbereitung: ja  nein  Sekret: ja nein  Blutung: ja nein

Narkosetiefe: tief:  ausreichend:  flach:  Relaxierung: ja nein

Lagerung: Kopfkissen  Intubationskissen:  Laken: Schwellung: ja nein

Assistenz: ja nein

Ernährung: Pat. nüchtern: ja nein  Parenteral:  Enteral:

Sondenkost :ml/h \_\_\_\_\_abgestellt: ja nein  Normalkost: ja nein

**Gründe, die die „schwierige“ Intubation begünstigt haben:**

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_

## 7 Literaturverzeichnis

Adnet F, Jouriles N J, Le Toumelin P, Hennequin B, Taillandier C, Rayeh F, Couvreur J, Nougier B, Nadiras P, Ladka A et al. (1998): Survey of out-of-hospital emergency intubations in the French prehospital medical system: a multicenter study. *Ann Emerg Med* 32: 4, 454-460

Agro F, Galli B, Ravussin P (2002): Preliminary results using the laryngeal tube for supraglottic ventilation. *Am J Emerg Med* 20: 1, 57-58

AHA, ILCOR (2000): Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care - an international consensus on science. *Resuscitation* 46: 1-448

Allolio B, Dorr H, Stuttmann R, Knorr D, Engelhardt D, Winkelmann W (1985): Effect of a single bolus of etomidate upon eight major corticosteroid hormones and plasma ACTH. *Clin Endocrinol (Oxf)* 22: 3, 281-286

ASA (1993): Practice guidelines for management of the difficult airway. A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 78: 3, 597-602

ASA (2003): Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 98: 5, 1269-1277

Baillard C, Fosse J P, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, Cohen Y, Eledjam J J, Adnet F, Jaber S (2006): Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med* 174: 2, 171-177

Baskett P J, Parr M J, Nolan J P (1998): The intubating laryngeal mask. Results of a multicentre trial with experience of 500 cases. *Anaesthesia* 53: 12, 1174-1179

Bein T, Unertl K (1993): Potentialities and limitations of the score system in intensive medicine. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 28: 8, 476-483

Benumof J L (1991): Management of the difficult adult airway. With special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology* 75: 6, 1087-1110

Benumof J L (1994): Difficult laryngoscopy: obtaining the best view. *Can J Anaesth* 41: 5 Pt 1, 361-365

Benumof J L (1996): Laryngeal mask airway and the ASA difficult airway algorithm. *Anesthesiology* 84: 3, 686-699

Boisson-Bertrand D, Bourgain J L, Camboulives J, Crinquette V, Cros A M, Dubreuil M, Eurin B, Haberer J P, Pottecher T, Thorin D et al. (1996): Difficult intubation. French Society of Anesthesia and Intensive Care. A collective expertise. *Ann Fr Anesth Reanim* 15: 2, 207-214

Bom A, Bradley M, Cameron K, Clark J K, Van Egmond J, Feilden H, MacLean E J, Muir A W, Palin R, Rees D C et al. (2002): A novel concept of reversing neuromuscular block: chemical

encapsulation of rocuronium bromide by a cyclodextrin-based synthetic host. *Angew Chem Int Ed Engl* 41: 2, 266-270

Brain A I (1984): The laryngeal mask airway--a possible new solution to airway problems in the emergency situation. *Arch Emerg Med* 1: 4, 229-232

Braun U (1998): Intubating laryngeal mask. Positive early findings. *Anaesthetist* 47: 4, 267-268

Braun U, Goldmann K, Hempel V, Krier C (2004): Airway Management. Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 45: 302-306

Caplan R A, Posner K L, Ward R J, Cheney F W (1990): Adverse respiratory events in anesthesia: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 72: 5, 828-833

Carmichael F J, Cruise C J, Crago R R, Paluck S (1989): Preoxygenation: a study of denitrogenation. *Anesth Analg* 68: 3, 406-409

Castner T, Prinz U (2003): Critical Airway Management: Praktische Umsetzung der Empfehlungen zum Atemwegsmanagement. *Rettungsdienst Z Präklin Notfallmedizin* 26: 12, 1158-1162

Cheney F W, Posner K L, Lee L A, Caplan R A, Domino K B (2006): Trends in anesthesia-related death and brain damage: A closed claims analysis. *Anesthesiology* 105: 6, 1081-1086

Cobley M, Vaughan R S (1992): Recognition and management of difficult airway problems. *Br J Anaesth* 68: 1, 90-97

Combes X, Andriamifidy L, Dufresne E, Suen P, Sauvat S, Scherrer E, Feiss P, Marty J, Duvaldestin P (2007): Comparison of two induction regimens using or not using muscle relaxant: impact on postoperative upper airway discomfort. *Br J Anaesth* 99: 2, 276-281

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

Crosby E T, Cooper R M, Douglas M J, Doyle D J, Hung O R, Labrecque P, Muir H, Murphy M F, Preston R P, Rose D K et al. (1998): The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth* 45: 8, 757-776

Davies J M, Weeks S, Crone L A, Pavlin E (1989): Difficult intubation in the parturient. *Can J Anaesth* 36: 6, 668-674

de Jong F H, Mallios C, Jansen C, Scheck P A, Lamberts S W (1984): Etomidate suppresses adrenocortical function by inhibition of 11 beta-hydroxylation. *J Clin Endocrinol Metab* 59: 6, 1143-1147

Deller A (1995): Incidence and predictability of difficult intubation. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 30: 3, 169-171

Dodek P, Keenan S, Cook D, Heyland D, Jacka M, Hand L, Muscedere J, Foster D, Mehta N, Hall R et al. (2004): Evidence-based clinical practice guideline for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Ann Intern Med* 141: 4, 305-313

Domino K B, Posner K L, Caplan R A, Cheney F W (1999): Airway injury during anesthesia: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 91: 6, 1703-1711

Doerges V, Ocker H, Neubert E, Schumann T, Wenzel V (2001): Emergency airway management-- comparison of various strategies in an unsecured airway. *Wien Klin Wochenschr* 113: 5-6, 186-193

Doerges V, Byhahn C, Krier C: *Memorix AINS: Atemwegsmanagement*. 1. Auflage. hrsg. v. Doerges V, Byhahn C, Krier C, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2009, 1-9.

Dubost C, Kaswin D, Duranteau A, Jehanno C, Kaswin R (1979): Esophageal perforation during attempted endotracheal intubation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 78: 1, 44-51

el-Ganzouri A R, McCarthy R J, Tuman K J, Tanck E N, Ivankovich A D (1996): Preoperative airway assessment: predictive value of a multivariate risk index. *Anesth Analg* 82: 6, 1197-1204

Eriksson L I, Sundman E, Olsson R, Nilsson L, Witt H, Ekberg O, Kuylenstierna R (1997): Functional assessment of the pharynx at rest and during swallowing in partially paralyzed humans: simultaneous videomanometry and mechanomyography of awake human volunteers. *Anesthesiology* 87: 5, 1035-1043

Frerk C M (1991): Predicting difficult intubation. *Anaesthesia* 46: 12, 1005-1008

Gerlach K, Doerges V, Uhlig T (2006): Difficult airway management. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 41: 2, 93-118; quiz 119-123

Griesdale D E, Bosma T L, Kurth T, Isac G, Chittock D R (2008): Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med* 34: 10, 1835-1842

Hastings R H, Hon E D, Nghiem C, Wahrenbrock E A (1996): Force, torque, and stress relaxation with direct laryngoscopy. *Anesth Analg* 82: 3, 456-461

Heidegger T, Gerig H J (2004): Algorithms for management of the difficult airway. *Curr Opin Anaesthesiol* 17: 6, 483-484

Henderson J, Popat M, Latta P, Pearce A (2004): Difficult Airway Society guidelines. *Anaesthesia* 59: 12, 1242-1243; author reply 1247

Jaber S, Amraoui J, Lefrant J Y, Arich C, Cohendy R, Landreau L, Calvet Y, Capdevila X, Mahamat A, Eledjam J J (2006): Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Crit Care Med* 34: 9, 2355-2361

Jones R K, Caldwell J E, Brull S J, Soto R G (2008): Reversal of profound rocuronium-induced blockade with sugammadex: a randomized comparison with neostigmine. *Anesthesiology* 109: 5, 816-824

Katz S H, Falk J L (2001): Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Ann Emerg Med* 37: 1, 32-37

Keul W, Bernhard M, Volkl A, Gust R, Gries A (2004): Methods of airway management in prehospital emergency medicine. *Anaesthesist* 53: 10, 978-992

Kleemann P P: Fiberoptische Intubation: Anwendung fiberendoskopischer Geräte in Anästhesie und Intensivmedizin. Stuttgart Georg Thieme Verlag 1997.

Knaus W A, Zimmerman J E, Wagner D P, Draper E A, Lawrence D E (1981): APACHE-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system. *Crit Care Med* 9: 8, 591-597

Knill R L (1993): Difficult laryngoscopy made easy with a "BURP". *Can J Anaesth* 40: 3, 279-282

Kretz F-J, Teufel F: Anästhesie und Intensivmedizin. 1. Auflage, hrsg. v. Kretz F-J, Teufel F, Springer Medizin Verlag, Heidelberg 2006, 104-146.

Krier C, Georgi R: Airway-Management: Die Sicherung der Atemwege. 1. Auflage. hrsg. v. Krier C, Georgi R, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2001, 156-241.

Kurola J, Harve H, Kettunen T, Laakso J P, Gorski J, Paakkonen H, Silfvast T (2004): Airway management in cardiac arrest--comparison of the laryngeal tube, tracheal intubation and bag-valve mask ventilation in emergency medical training. *Resuscitation* 61: 2, 149-153

Langenstein H, Moller F (1998): The importance of the laryngeal mask in the difficult intubation and early experience with the intubating laryngeal mask airway--ILMA--Fastrach. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 33: 12, 771-780

Larsen R: Anästhesie. 8. Auflage, hrsg. v. Larsen R, Elsevier GmbH, München 2006, 60-62.

Latto I P, Vaughan R S (1997): Difficulties in tracheal intubation 2nd Edition. London: WB Saunders Company

Lawes E G, Baskett P J (1987): Pulmonary aspiration during unsuccessful cardiopulmonary resuscitation. *Intensive Care Med* 13: 6, 379-382

Le Gall J R, Loirat P, Alperovitch A, Glaser P, Granthil C, Mathieu D, Mercier P, Thomas R, Villers D (1984): A simplified acute physiology score for ICU patients. *Crit Care Med* 12: 11, 975-977

Le Gall J R, Lemeshow S, Saulnier F (1993): A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA* 270: 24, 2957-2963

Lee C, Jahr J S, Candiotti K A, Warriner B, Zornow M H, Naguib M (2009): Reversal of profound neuromuscular block by sugammadex administered three minutes after rocuronium: a comparison with spontaneous recovery from succinylcholine. *Anesthesiology* 110: 5, 1020-1025

Le Tacon S, Wolter P, Rusterholtz T, Harlay M, Gayol S, Sauder P, Jaeger A (2000): Complications of difficult tracheal intubations in a critical care unit. *Ann Fr Anesth Reanim* 19: 10, 719-724

Lim M S, Hunt-Smith J J (2003): Difficult airway management in the intensive care unit: alternative techniques. *Crit Care Resusc* 5: 1, 53-62

Mallampati S R, Gatt S P, Gugino L D, Desai S P, Waraksa B, Freiburger D, Liu P L (1985): A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J* 32: 4, 429-434

Matioc A A, Arndt G (2005): "The critical airway". *Can J Anaesth* 52: 9, 993-995

Mertzlufft F, Krier C (2001): Preoxygenation - a must! But which is the best technique to use? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 36: 8, 451-453

Mertzlufft F, Zander R (1994a): Intrapulmonary O<sub>2</sub> storage with the NasOral system. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 29: 4, 235-237

Mertzlufft F, Zander R (1994b): Optimal pre-oxygenation: the NasOral-System. *Adv Exp Med Biol* 345: 45-50

Metnitz P G, Moreno R P, Almeida E, Jordan B, Bauer P, Campos R A, Iapichino G, Edbrooke D, Capuzzo M, Le Gall J R (2005): SAPS 3--From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 1: Objectives, methods and cohort description. *Intensive Care Med* 31: 10, 1336-1344

Meyer P, Guerin J M, Habib Y, Levy C (1988): Secondary lung diseases in patients with nasotracheal intubation. Role of nosocomial sinusitis]. *Ann Fr Anesth Reanim* 7: 1, 26-30

Moreno R P, Metnitz P G, Almeida E, Jordan B, Bauer P, Campos R A, Iapichino G, Edbrooke D, Capuzzo M, Le Gall J R (2005): SAPS 3--From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 2: Development of a prognostic model for hospital mortality at ICU admission. *Intensive Care Med* 31: 10, 1345-1355

Mort T C (2004): Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg* 99: 2, 607-613, table of contents

Murphy G S, Szokol J W, Marymont J H, Greenberg S B, Avram M J, Vender J S (2008): Residual neuromuscular blockade and critical respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 107: 1, 130-137

Murphy M: The difficult and failed airway. In: *Manual of emergency airway management*. Chicago Lippincott Williams and Wilkins 2000.

Naguib M, Magboul M M (1998): Adverse effects of neuromuscular blockers and their antagonists. *Drug Saf* 18: 2, 99-116

Olsson G L, Hallen B, Hambræus-Jonzon K (1986): Aspiration during anaesthesia: a computer-aided study of 185,358 anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 30: 1, 84-92

Patil V, Stehling C, Zaunders H (1983): Predicting the difficulty of intubation utilizing an intubation gauge. *Anesthesiology Review* 10: 32-33

Peterson G N, Domino K B, Caplan R A, Posner K L, Lee L A, Cheney F W (2005): Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 103: 1, 33-39

Reed M J, Dunn M J, McKeown D W (2005): Can an airway assessment score predict intubation success in the emergency department? *Emerg Med Australas* 17: 1, 94-96

Ricard-Hibon A, Chollet C, Leroy C, Marty J (2002): Succinylcholine improves the time of performance of a tracheal intubation in prehospital critical care medicine. *Eur J Anaesthesiol* 19: 5, 361-367

Roewer N, Thiel H: Taschenatlas der Anästhesie. 2., aktualisierte Auflage, hrsg. v. Roewer N, Thiel H, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2008, 401.

Rose D K, Cohen M M (1994): The airway: problems and predictions in 18,500 patients. *Can J Anaesth* 41: 5 Pt 1, 372-383

Russo S G, Eich C, Barwing J, Nickel E A, Braun U, Graf B M, Timmermann A (2007): Self-reported changes in attitude and behavior after attending a simulation-aided airway management course. *J Clin Anesth* 19: 7, 517-522

Samsoon G L, Young J R (1987): Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 42: 5, 487-490

Schiebler T H: Anatomie, neue Approbationsordnung: Histologie, Entwicklungsgeschichte, Makroskopische und Mikroskopische Anatomie, Topographie. 9., vollständig überarbeitete Auflage. hrsg. v. Schiebler T H, Springer Medizin Verlag, Heidelberg 2005, 253-307.

Schulte am Esch J, Kochs E, Bause H: Anästhesie und Intensivmedizin. 2. korrigierte Auflage, hrsg. v. Bob A, Bob K, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2002, 68-188.

Schuster R, Quassem A, Sollich V, Thal W (1991): Results of specific hyposensitization in children with pollinosis. *Kinderarztl Prax* 59: 7-8, 206-210

Schwartz D E, Matthay M A, Cohen N H (1995): Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology* 82: 2, 367-376

Sethuraman D, Darshane S, Guha A, Charters P (2006): A randomised, crossover study of the Dorges, McCoy and Macintosh laryngoscope blades in a simulated difficult intubation scenario. *Anaesthesia* 61: 5, 482-487

Sprung C L, Annane D, Keh D, Moreno R, Singer M, Freivogel K, Weiss Y G, Benbenishty J, Kalenka A, Forst H et al. (2008): Hydrocortisone therapy for patients with septic shock. *N Engl J Med* 358: 2, 111-124

Striebel H W: Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin, Für Studium und Ausbildung. 7., aktualisierte und erweiterte Auflage. hrsg. v. Striebel H W, Schattauer Verlag, Stuttgart 2009, 82-105.



Suter P, Armaganidis F, Beafils F, Bonfill X, Burchardi H, Cook D, Fagot-Largeault A, Thijis L, Vesconi S, Williams A (1994): Predicting outcome in ICU patients. 2nd European Consensus Conference in Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 20: 5, 390-397

Timmermann A, Roessler M, Barwing J, Blaschke S, Brauer A, Eich C, Hirn A, Klockgether-Radke A, Nickel E, Russo S et al. (2005): New pathways in undergraduate medical education - first experiences with the cross section speciality emergency and intensive care medicine. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 40: 9, 536-543

Timmermann A, Eich C, Russo S G, Natge U, Brauer A, Rosenblatt W H, Braun U (2006): Prehospital airway management: a prospective evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. *Resuscitation* 70: 2, 179-185

Ullrich B, Listyo R (1998): Die schwierige Intubation: Der Nutzen von BURP und die Aussagekraft von Prädiktoren. *Anästhesist* 47: 45-50

Vezina M C, Trepanier C A, Nicole P C, Lessard M R (2007): Complications associated with the Esophageal-Tracheal Combitube in the pre-hospital setting. *Can J Anaesth* 54: 2, 124-128

Walther A, Keul W, Hildebrandt H: Der schwierige Atemweg. 1. Auflage ecomed Medizin 2008, 70.

Walz J M, Zayaruzny M, Heard S O (2007): Airway management in critical illness. *Chest* 131: 2, 608-620

Ward R J, Eisele J W, Reay D T, Horton W G (1986): Hemolysis and hyperkalemia complicate malignant hyperpyrexia during anesthetic death. *J Forensic Sci* 31: 2, 543-545

Williams K N, Carli F, Cormack R S (1991): Unexpected, difficult laryngoscopy: a prospective survey in routine general surgery. *Br J Anaesth* 66: 1, 38-44

Williamson J A, Webb R K, Szekely S, Gillies E R, Dreosti A V (1993): The Australian Incident Monitoring Study. Difficult intubation: an analysis of 2000 incident reports. *Anaesth Intensive Care* 21: 5, 602-607

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

Yentis S M (2002): Predicting difficult intubation--worthwhile exercise or pointless ritual? *Anaesthesia* 57: 2, 105-109

## **Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Dr. med. Jan-Florian Heuer. Ich danke ihm nicht nur für die Überlassung des Themas, sondern auch für die kompetente Betreuung, wertvollen Anregungen und Geduld während der Erstellung der vorliegenden Arbeit.

Insbesondere möchte ich mich auch bei meinen Eltern für die selbstverständliche Unterstützung und die herzliche Aufnahme zu Hause bedanken.

Ein weiterer Dank gilt meiner ältesten Schwester Annalen für die geduldige Beratung und all die konstruktiven Vorschläge während der Fertigstellung dieser Arbeit.

Ich bedanke mich bei meiner Familie und all meinen Freunden, die mich in jeder Hinsicht während der Fertigstellung dieser Arbeit unterstützt haben, immer ein offenes Ohr hatten und mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen und dadurch nicht unerheblich zum erfolgreichen Gelingen beigetragen habe.

## **Lebenslauf**

### **Persönliche Daten**

Ich wurde am 23.03.1985 in Kassel geboren. Mein Vater, Gerhard Bleckmann, wurde am 06.04.1954 geboren und ist Facharzt für Pädiatrie. Meine Mutter, Annegret Müller-Bleckmann, wurde am 13.09.1954 geboren und arbeitet als Diplom-Psychologin.

Meine Schwester Agnes Bleckmann wurde am 23.03.1985 in Kassel geboren und Annalen Bleckmann wurde am 17.09.1981 in Warburg geboren. Annalen arbeitet als Assistenzärztin der Inneren Medizin. Agnes arbeitet nach dem Studium der Pharmazie als Apothekerin.

### **Schulbildung**

In der Zeit von 1991 bis 1995 besuchte ich die Grundschule „Ernst-Reuter-Schule“ in Grifte. Von 1995 bis 2004 war ich Schülerin des Gymnasiums „König-Heinrich-Schule“ in Fritzlar. Im Juni 2004 beendete ich meine Schullaufbahn mit dem Abitur, dabei belegte ich die Leistungskurse Biologie und Mathematik.

### **Hochschulbildung**

Im Oktober 2004 begann ich das Studium der Humanmedizin an der Medizinischen Hochschule in Hannover. Nach Ende der Vorklinik legte ich im Sommer 2004 das Physikum ab. Für den klinischen Studienabschnitt wechselte ich an die Georg-August-Universität Göttingen.

Von August bis Dezember 2009 absolvierte ich das Chirurgie-Tertial im Sertürner-Krankenhaus in Einbeck. Mein Wahlfach Pädiatrie absolvierte ich von Dezember 2009 bis März 2010 an der Universitätsklinik Göttingen. Das Tertial Innere Medizin verbrachte ich von März 2010 bis Juni 2010 im Weender Krankenhaus in Göttingen.

Im November 2010 schloss ich das Studium der Humanmedizin mit der 2. ärztlichen Prüfung ab.

**Beruf**

Von Dezember 2010 bis Juli 2011 arbeitete ich als Assistenzärztin in der Kinder- und Jugendarztpraxis Gerhard Bleckmann in Baunatal. Seit August 2011 bin ich als Assistenzärztin im Klinikum Kassel in der Abteilung Pädiatrie tätig.

**Sprachen**

Ich besitze Kenntnisse in den Fremdsprachen Englisch und Latein.