

Aus der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
(Direktor: Prof. Dr. med. J. Scholz)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

EASYTUBE, LARYNXTUBUS S UND
PROSEAL LARYNXMASKE
- VERSCHIEDENE EXTRAGLOTTISCHE BEATMUNGSHILFEN
IM VERGLEICH MIT DEM ENDOTRACHEALTUBUS -

EINE KLINISCHE EVALUATION

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
WIEBKE DEITMER
aus Herford

Kiel 2009

1. Berichtstatter: Prof. Dr. Dörges

2. Berichtstatter: Prof. Dr. Bewig

Tag der mündlichen Prüfung: 31. August 2009

zum Druck genehmigt, Kiel, den 31. August 2009

gez.: Prof. Dr. Rose-John
(Vorsitzender der Prüfungskommission)

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----|
| INHALTSVERZEICHNIS | I |
| ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | III |
| 1. EINLEITUNG | 1 |
| 1.1. Zielstellungen der Untersuchung | 5 |
| 2. MATERIAL UND METHODEN | 6 |
| 2.1. Beatmungshilfen | 6 |
| 2.1.1. EasyTube | 6 |
| 2.1.2. Larynxtubus S | 9 |
| 2.1.3. ProSeal Larynxmaske | 11 |
| 2.1.4. Endotrachealtubus | 13 |
| 2.2. weitere Materialien | 15 |
| 2.3. PatientInnen | 17 |
| 2.4. Studienablauf | 19 |
| 2.4.1. Narkosevorbereitung | 19 |
| 2.4.2. Narkoseeinleitung | 19 |
| 2.4.3. weitere Messungen | 20 |
| 2.5. Statistische Auswertung | 24 |
| 3. ERGEBNISSE | 25 |
| 3.1. Demographische Daten | 25 |
| 3.2. Anzahl und Erfolg der Platzierungsversuche | 26 |
| 3.2.1. Platzierungserfolge | 26 |
| 3.2.2. Anzahl der Platzierungsversuche | 27 |
| 3.3. Zeitbedarf | 28 |
| 3.4. Beatmungsparameter | 29 |
| 3.4.1. Sauerstoffsättigung und endexpiratorischer Kohlendioxidanteil | 29 |
| 3.4.2. Expiratorisches Tidalvolumen | 30 |
| 3.4.3. Atemwegspitzendruck | 31 |
| 3.4.4. Airway-Leak-Pressure und Cuffdruck bei verschiedenen Cuffvolumina | 32 |
| 3.5. Blutgasanalyse | 34 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.6. | Mittlerer arterieller Blutdruck und Herzfrequenz | 36 |
| 3.7. | Bispektralindex | 38 |
| 3.8. | Nachweis eines gastralen Reflux mittels pH-Wert | 39 |
| 3.9. | Subjektive Einschätzung der Beatmungshilfe | 40 |
| 3.10. | Befragung der/des Anwenderin/Anwenders | 41 |
| 3.11. | Postoperative Befragung der PatientInnen | 42 |
| 4. | DISKUSSION | 44 |
| 4.1. | EasyTube | 46 |
| 4.2. | Larynxtubus S | 50 |
| 4.3. | ProSeal Larynxmaske | 52 |
| 4.4. | Vergleich der extraglottischen Beatmungshilfen | 54 |
| 4.5. | Vergleich der extraglottische Beatmungshilfen mit dem Endotrachealtubus | 55 |
| 4.6. | Schlussfolgerung und Perspektiven | 57 |
| 5. | ZUSAMMENFASSUNG | 58 |
| 6. | LITERATURVERZEICHNIS | 60 |
| 7. | ANHANG | 70 |
| 7.1. | Abbildungsverzeichnis | 70 |
| 7.2. | Tabellenverzeichnis | 71 |
| 7.3. | Abbildungs- und Tabellenverzeichnis | 72 |
| 8. | DANKSAGUNG | 85 |
| 9. | LEBENS LAUF | 86 |

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

| | |
|--------------------|---|
| Abb. | Abbildung |
| ALS | Advanced Life Support, erweiterte lebensrettende Sofortmassnahmen |
| AF | Atemfrequenz |
| AHA | American Heart Association |
| ALP | Airway-Leak-Pressure, oropharyngealer Leckagedruck |
| AMV | Atemminutenvolumen |
| ASA | American Society of Anaesthesiologists |
| BE | base excess, Basenüberschuss |
| BGA | Blutgasanalyse |
| BIS | Bispektralindex |
| BLS | Basic Life Support, lebensrettende Sofortmassnahmen |
| BMI | body mass index |
| cm | Zentimeter |
| cmH ₂ O | Zentimeter Wassersäule |
| CPR | kardiopulmonale Reanimation |
| CO ₂ | Kohlendioxid |
| CVCI | cannot ventilate cannot intubate |
| C&L | Cormack & Lehane |
| d.h. | das heisst |
| etCO ₂ | Endexpiratorischer Kohlendioxidanteil |
| EEG | Elektroencephalogramm |
| EKG | Elektrokardiogramm |
| ERC | European Resuscitation Council |
| ETC | Combitube, Kombitubus |
| EtT | Endotrachealtubus |
| et al. | und Weitere |
| EzT | EasyTube |
| FiO ₂ | Inspiratorische Sauerstoffkonzentration |
| FiN ₂ | Inspiratorische Lachgaskonzentration |
| GCS | Glasgow-Coma-Scale |
| h | Stunde |

| | |
|-------------------------------|---|
| HCO ₃ ⁻ | Bikarbonat |
| HF | Herzfrequenz |
| HWS | Halswirbelsäule |
| ILCOR | International Committee on Resuscitation |
| kg | Kilogramm |
| KG | Körpergewicht |
| l | Liter |
| LMA | Larynxmaske |
| LT | Larynxtubus |
| LTS | Laryngeal Tube Suction, Larynxtubus S |
| LTS-D | Laryngeal Tube Suction Disposable, Larynxtubus S wiederverwendbar |
| MAD | mittlerer arterieller Druck |
| max. | maximal |
| mg | Milligramm |
| min | Minute |
| ml | Milliliter |
| mm | Millimeter |
| mmHg | Millimeter Quecksilbersäule |
| mmol | Millimol |
| µg | Mikrogramm |
| n | Anzahl |
| Nr. | Nummer |
| O ₂ | Sauerstoff |
| PAW | Atemwegsspitzenndruck |
| pCO ₂ | Partialdruck des Kohlendioxid |
| PEEP | positiver endexpiratorischer Druck |
| pH | potentia hydrogenii, Potenz der Wasserstoffionenkonzentration |
| PLMA | ProSeal Larynxmaske |
| pO ₂ | Partialdruck des Sauerstoffs |
| post | nach |
| RR dias | Blutdruck diastolisch |
| RR sys | Blutdruck systolisch |
| s | Sekunden |
| SaO ₂ | arterielle Sauerstoffsättigung |

| | |
|-------------------|--|
| SpO ₂ | periphere Sauerstoffsättigung |
| s.o. | siehe oben |
| Tab. | Tabelle |
| TIVA | total intravenöse Anästhesie |
| u.a. | unter anderem |
| V _T ex | Expiratorisches Tidalvolumen, Atemzugvolumen |
| z.B. | zum Beispiel |
| ± | plus/minus Standardabweichung |
| % | Prozent |

1. EINLEITUNG

Die Notfallmedizin umfasst die Erkennung und Behandlung medizinischer Notfälle, darunter insbesondere die Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der Vitalfunktionen. Medizinische Notfälle können sich sowohl außerklinisch (präklinisch) als auch innerklinisch ereignen. Prä- und innerklinisch ist mit 700.000 Fällen pro Jahr der plötzliche Herztod die häufigste Todesursache in Europa (1). Ursächlich für dieses akut auftretende Herzkreislaufversagen sind oftmals ein Herzinfarkt oder Herzrhythmusstörungen (2). Die unzureichende Pumpleistung des Herzens führt zu einer mangelnden Blutzirkulation und damit zu einer Minderperfusion lebenswichtiger Organe (Gehirn, Lunge, Niere). Schon während der ersten Minuten nach einem Herzkreislaufstillstand kommt es unter anaerober Stoffwechsellage zu einer metabolischen Azidose im Gewebe (3, 4). Dauert diese Situation zu lange an, entwickeln sich hypoxische Gewebsschäden. Nur die schnelle Wiederherstellung der Organperfusion kann durch ausreichende Sauerstoffversorgung die Ausbildung irreversibler Schäden verhindern (5-9). In der Notfallsituation wird bei der kardiopulmonalen Reanimation durch die externe Herzdruckmassage ein artifizierter Kreislauf erzeugt. In jüngeren Studien konnte ebenfalls gezeigt werden, dass sowohl ein Abfall des Sauerstoffpartialdruckes als auch ein Anstieg des Kohlendioxidanteils unabhängig voneinander den Erfolg der Reanimation mindern (10, 11). Daher muss neben einer Herzdruckmassage für eine externe Sauerstoffzufuhr gesorgt werden. Das schnelle Schaffen eines zuverlässigen Atemwegs steht damit neben der Herzdruckmassage im Mittelpunkt der Reanimationsbemühungen (1, 3, 10, 12, 13).

Die kardiopulmonale Reanimation ist jedoch nicht die einzige Indikation für eine notfallmäßige Sicherung der Atemwege. Präklinisch gelten ferner eine schwere respiratorische Insuffizienz, ein Glasgow-Coma-Scale (GCS) <9, eine bedrohliche Obstruktion der Atemwege oder eine hohe Aspirationsgefahr als allgemeine Kriterien für die Sicherung der Atemwege. Polytraumatisierte und schwer Schädel-Hirn traumatisierte Patienten erfüllen neben Patienten mit einem Herzkreislaufstillstand häufig die Kriterien, welche eine artifizielle Atemwegssicherung nötig machen (14). Innerklinisch kann eine notfallmäßig eingeleitete Narkose, wie zum Beispiel bei einem Kaiserschnitt, die schnelle Einlage einer Beatmungshilfe erfordern.

Bezüglich der lebensrettenden Sofortmaßnahmen für Laienhelfer (basic life support, BLS) werden in den neusten Empfehlungen der American Heart Association (AHA) und des European Resuscitation Council (ERC) die Mund-zu-Mund-Beatmung oder die Beatmung mit Hilfe einer Gesichtsmaske für die Sicherstellung der künstlichen Beatmung (Ventilation) empfohlen (1, 3). Obgleich diese Verfahren weit verbreitete Techniken zur Ventilation und Oxygenierung von Notfallpatienten darstellen, sind sie selten problemlos durchzuführen. Geringe Atemzugvolumina, Undichtigkeit der Gesichtsmaske oder das erhöhte Risiko der Magenbeatmung mit nachfolgender Gefahr der Aspiration stellen schwerwiegende Komplikationen bei dieser Art der Beatmung dar (15-18). Bei einem Herzkreislaufstillstand kann eine Störung der neuralen Steuerung physiologische Schutzmechanismen ausser Kraft setzen. Es resultiert beispielsweise ein Tonusverlust der Muskulatur, welche den Ösophagusverschlussdruck reguliert (19). Ein derart ungeschützter Atemweg erhöht über eine Mageninsufflation mit Beatmungsluft, wie sie vor allem bei der Mund-zu-Mund- und Maskenbeatmung entstehen kann, das Risiko einer Aspiration deutlich (1, 3, 20-22). Ein weitestgehend sicherer Aspirationsschutz kann durch Anwendung des Endotrachealtubus (EtT) gewährleistet werden. Bei diesem Verfahren befindet sich der Beatmungsschlauch, mit einem Cuff am unteren Ende des Tubus, direkt in der Luftröhre (Trachea). Eine Insufflation von Beatmungsluft in den Magen ist durch den direkt in der Trachea liegenden Tubus nahezu ausgeschlossen (23). Zusätzlich stellt der endotracheal geblockte Tubus eine dichte Verbindung zwischen Atemweg und Beatmungsgerät her und gewährleistet somit eine kontrollierte Beatmung ohne Leckage (24). Ein weiterer Vorteil der endotrachealen Intubation im Gegensatz zur Mund-zu-Mund oder Maskenbeatmung während der kardiopulmonalen Reanimation beinhaltet die Desynchronisation von Beatmung und Herzdruckmassage, d.h. die Herzdruckmassage kann neben der Beatmung ohne Unterbrechungen fortgeführt werden (14, 25). Demzufolge gilt die endotracheale Intubation in der Notfallmedizin zur Sicherung der Atemwege heute weiterhin als "Goldstandard" (13, 25-29). Nachteilig in Bezug auf die Verwendung des EtT ist, dass der Einsatz gerade in der Notfallsituation hervorragende Kenntnisse und große Erfahrung im Umgang mit dieser zum Teil doch komplexen Technik erfordert. Ein kontinuierliches Training und die tägliche Praxis sind nötig, um die Zeitspanne der Intubation möglichst kurz zu halten, und eine hohe Erfolgsrate bei erschwerten Umgebungsbedingungen zu gewährleisten (13, 30, 31). Über die entsprechende Erfahrung und Übung in der endotrachea-

len Intubation verfügen in aller Regel nur Anästhesisten. Die notärztliche Versorgung wird aber nicht nur von Anästhesisten, sondern auch von Allgemeinmedizинern, Chirurgen und Internisten geleistet. Ein tägliches Training und umfangreiche Erfahrung im Atemwegsmanagement kann bei diesen Facharztgruppen nicht vorausgesetzt werden. Auch in innerklinischen Notfallsituationen ist, z.B. aufgrund eines weitläufigen Klinikgeländes, nicht sofort ein in der endotrachealen Intubation erfahrener Arzt erreichbar. Daher müssen in vielen Wiederbelebungssituationen, sowohl in der Klinik als auch im Rettungsdienst, intensivmedizinisch weniger Versierte die schnelle Sicherung der Atemwege übernehmen. Eine unbemerkte ösophageale Fehlplatzierung oder einseitige endobronchiale Fehllage des EtT stellen schwerwiegende Zwischenfälle beim Atemwegsmanagement dar, und sind bei weniger geübten Anwendern weitaus häufiger zu beobachten (3, 30, 32-36). Innerhalb kürzester Zeit kann das Nichterkennen dieser Fehlplatzierung zu schwersten hypoxischen Schäden bis hin zum Tod des Patienten führen. Die folgende Problematik wird aggraviert durch das Auftreten eines unerwartet schwierigen Atemwegs, welcher in der präklinischen Notfallmedizin häufiger als im klinischen Alltag vorzufinden ist (37, 38). Schwierige anatomische und situative Verhältnisse (z.B. HWS-Verletzung, Mittelgesichts- und Kieferverletzungen, extreme Licht- und Witterungsverhältnisse, eingeschränkter Zugang zum Patienten) und häufige Intubationsversuche können zu einer „cannot intubate, cannot ventilate“- Situation führen. Bei diesem lebensbedrohlichen Zustand sind weder eine endotracheale Intubation noch eine Maskenbeatmung möglich. Als Alternativen für die schnellstmögliche Wiederherstellung der Oxygenierung des Patienten stehen im „Advanced Life Support“ seit einiger Zeit alternative Beatmungshilfen (Larynxmaske (LMA) Classic, Larynx-tubus (LT), Kombitubus (ETC)) zur Verfügung (12). Die AHA und das ERC empfehlen in den aktuellen Leitlinien von 2005 die Verwendung extraglottischer Beatmungshilfen als akzeptable Alternative zur endotrachealen Intubation (3, 13). Diese Beatmungshilfen werden gerade für Anwender, die nur über geringe Erfahrung in der endotrachealen Intubation verfügen, als geeignet beschrieben. Erschwerende Faktoren, wie die laryngoskopische Einstellung der Stimmbandebene, spielen bei der Platzierung extraglottischer Beatmungshilfen keine Rolle. Zugleich ermöglichen sie eine dem EtT vergleichbare, der Mund-zu-Mund/Maskenbeatmung aber überlegene Oxygenierung und Ventilation des Notfallpatienten (25). Zurzeit werden diese extraglottischen Beatmungshilfen mit steigender Tendenz, jedoch noch nicht routinemässig im Rettungsdienst eingesetzt.

Langfristiges Ziel ist es, Beatmungshilfen zu entwickeln, die so einfach zu handhaben sind, dass sie auch von ungeübten Anwendern erfolgreich eingesetzt werden können. Der Einsatz dieser Beatmungshilfen bereits durch den Ersthelfer ermöglicht eine schnelle Sicherung der Atemwege und eine frühestmögliche Oxygenierung des Notfallpatienten.

Larynxtubus S (LTS), ProSeal Larynxmaske (PLMA) und EasyTube (EzT) stellen Weiterentwicklungen der genannten etablierten extraglottischen Beatmungshilfen dar. LTS und PLMA sind Modelle, die in der Klinik bereits im Einsatz sind (39-42). Beide verfügen über einen modifizierten Cuff zur Verbesserung der Systemdichtigkeit und über ein zweites Lumen zur Drainage von Mageninhalt. Der EzT, als Weiterentwicklung des ETC, kann neben der Nutzungsmöglichkeit als extraglottische Beatmungshilfe auch unter Sicht tracheal platziert und damit wie ein EtT benutzt werden (43-45). Die Anwendung dieser Beatmungshilfe im klinischen Alltag und in der Notfallmedizin ist noch Gegenstand aktueller Studien (46, 47).

In der vorliegenden Untersuchung werden die extraglottischen Beatmungshilfen EzT, LTS und PLMA unter standardisierten Bedingungen auf ihre Eignung anhand Handhabung, klinischer Vitalparameter und Patientenkomfort überprüft und gegenüber dem EtT verglichen.

1.1 Zielstellungen der Untersuchung

Die vorliegende Arbeit wurde dahingehend ausgerichtet, folgende Fragestellungen zu beantworten:

1. Erfüllen die untersuchten Beatmungshilfen die Grundanforderungen an moderne extraglottische Beatmungshilfen?
2. Gewährleisten die untersuchten Beatmungshilfen eine Sicherung der Atemwege und eine suffiziente Ventilation und Oxygenierung?
3. Sind die untersuchten Beatmungshilfen sicher, einfach und schnell anwendbar?
4. Eignen sich diese Beatmungshilfen für den Einsatz im klinisch- anästhesiologischen Alltag?
5. Gibt es Unterschiede zwischen den einzelnen untersuchten Beatmungshilfen insbesondere im Vergleich zur endotrachealen Intubation? Stellt der EzT eine Alternative zur endotrachealen Intubation beim schwierigen Atemweg dar?
6. Unterstützt die vorliegende Untersuchung den Einsatz dieser Beatmungshilfen in der präklinischen Notfallmedizin auch durch weniger Geübte?

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1. Beatmungshilfen

2.1.1. EasyTube

Der EasyTube (EzT) der Firma Rüschi ist ein steriler, latexfreier Doppellumentubus (Abb. 1a), welcher in zwei Größen (Erwachsene oder Kinder <90cm) erhältlich ist. Thierbach et al führten 2003 erste Untersuchungen zum klinischen und präklinischen Einsatz des EzT durch (45). Vorwiegend ist der EzT für die Anwendung im Notfall und bei Patienten mit schwierigem Luftweg (CVCI= „cannot ventilate, cannot intubate“) vorgesehen, kann aber auch unter standardisierten Bedingungen wie im Operationssaal als Beatmungshilfe verwendet werden (44, 46, 48). Als Doppellumentubus kann eine Beatmung erfolgen, egal ob die Spitze des Tubus in der Speiseröhre (Ösophagus) (Abb. 1b) oder in der Luftröhre (Trachea) (Abb. 1c) zu liegen kommt (43). Bei Lage des EzT im Ösophagus (extraglottisch) strömt die Beatmungsluft über den blauen Schenkel (Nr. 1) durch das pharyngeale Lumen unterhalb des grünen Oropharyngealcuff, welcher den Oropharynx gegen abströmende Luft verschließen soll, in die Lunge. Der blaue Deflektor (spacer) distal des oropharyngealen Cuffs verhindert eine Verlegung des Atemwegs durch umgebendes Weichteilgewebe. Bei trachealer Lage strömt die Beatmungsluft über den durchsichtigen Schenkel (Nr. 2), abgedichtet durch den durchsichtigen Cuff am distalen Ende des Tubus, in die Lunge. Für beide Cuffs stehen fertig aufgezoogene Spritzen zur Verfügung.

Der EzT erfordert, als extraglottische Beatmungshilfe benutzt, keine direkte Laryngoskopie, sondern kann „blind“ platziert werden. Der Kopf des Patienten wird dabei in eine möglichst neutrale Position gebracht. Der EzT kann optional vorgebogen werden, indem zwischen dem grünen und durchsichtigen Cuff ein 90° Winkel über einige Sekunden gehalten wird. Unter Anheben des Unterkiefers wird der EzT solange eingeführt bis die ringförmige schwarze Markierung an der oberen Zahnreihe zu liegen kommt. Nach Positionierung muss der oropharyngeale Cuff geblockt werden, wobei sich der EzT im Oropharynx ähnlich einer Larynxmaske positioniert. Durch positive pulmonale Lagekontrolle (positives Luftströmungsgeräusch über der Lunge) oder über eine Messung des abgeatmeten CO₂ (Kapnographie) ist die richti-

ge Lage der Beatmungshilfe feststellbar. Bei negativer Lagekontrolle ist das distale Ende des EzT in der Trachea positioniert. Die Beatmung muss nun über den kürzeren, transparenten Schenkel fortgesetzt werden. In unserer Studie wird die Insertionstechnik ohne Laryngoskop im Folgenden als „blind“ bzw. „EzT ösophageal“ abgekürzt. In 96-98% wird ähnlich dem Kombitubus (ETC) bei „blinder“ Platzierung aufgrund anatomischer Gegebenheiten eine ösophageale Lage erwartet (49, 50). Über den durchsichtigen Schenkel kann bei Lage des EzT ösophageal eine Magensonde vorgeschoben und Magensäfte bzw. gastrale Luft abgeleitet werden.

Neben der „blinden“ Einlage in den Ösophagus ist der EzT mit einem distalen Tubusdurchmesser von 7,5mm ebenfalls unter laryngoskopischer Sicht ähnlich der eines Endotrachealtubus (EtT) in die Trachea zu platzieren (48). Ein schwarzer Ring am distalen Ende des Tubus markiert die richtige Tiefe nach Passage der Stimmbänder in der Trachea. Im Folgenden wird diese Intubationstechnik als „EzT tracheal“ beschrieben.

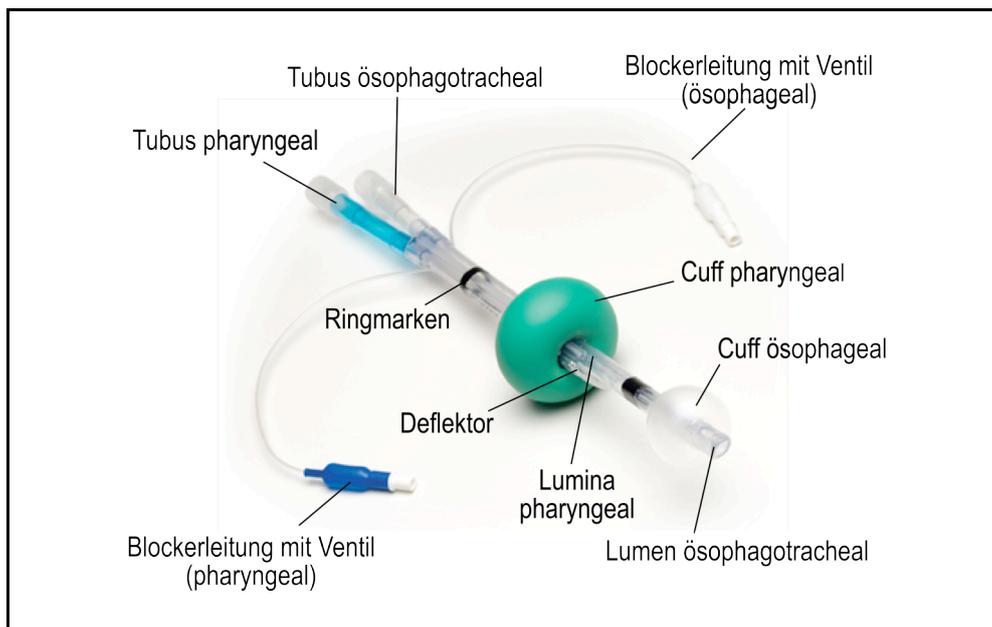


Abb. 1a: EasyTube

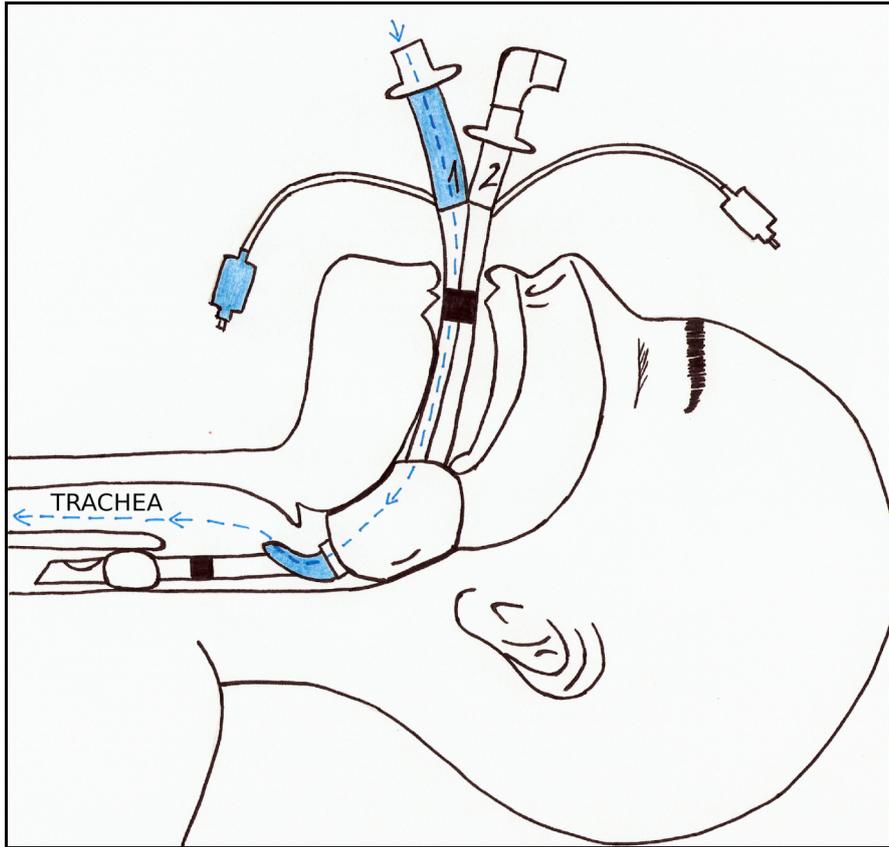


Abb. 1b: EasyTube in situ, ösophageale Lage

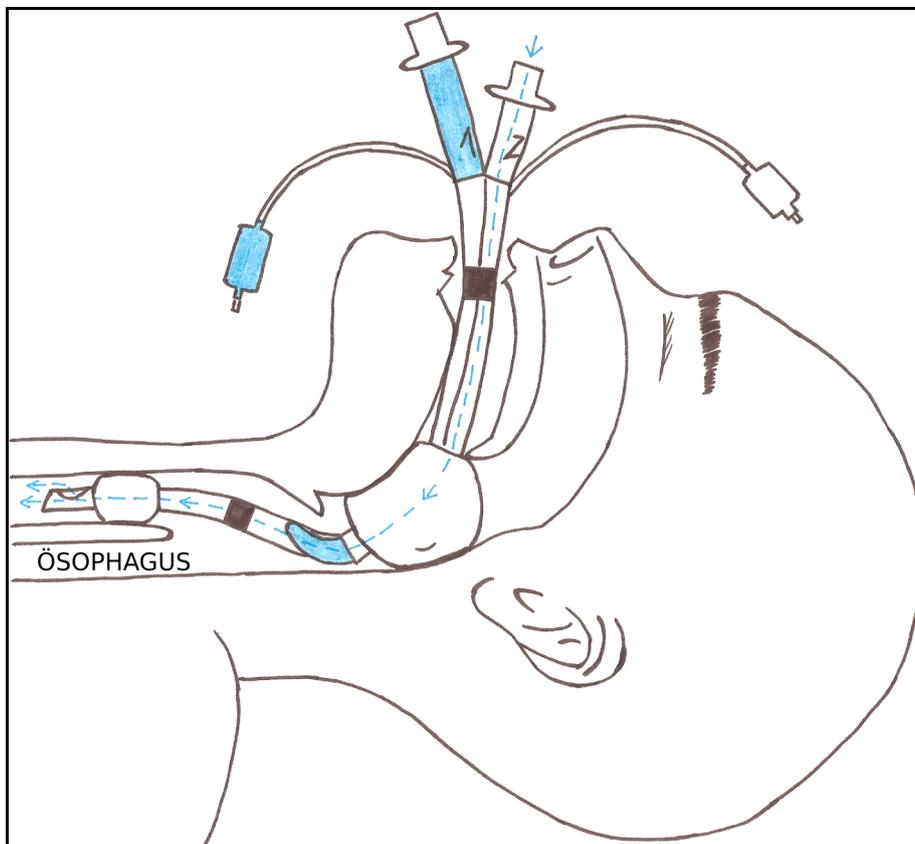


Abb. 1c: EasyTube in situ, tracheale Lage

2.1.2. Larynxtubus S

Der Larynxtubus S (LTS, VBM Medizintechnik GmbH Sulz, Deutschland) wurde erstmals 2002 auf dem europäischen Markt vorgestellt (Abb. 2a). Erste klinische Studien wurden 2003 veröffentlicht (51, 52). Bei dem latexfreien LTS handelt sich um eine Weiterentwicklung des Larynxtubus (LT). Während bei den ersten Prototypen noch zwei getrennte Cuffzuleitungen (Doubleway-Blockung) vorhanden waren, verfügt der hier verwendete LTS über eine Oneway-Blockung, was bedeutet, dass beide Cuffs simultan über eine Cuff-Zuleitung geblockt werden.

Die Beatmung erfolgt über zwei Öffnungen zwischen den beiden Cuffs. Zusätzlich werden dem Anästhesisten über ein Drainagelumen eine unmittelbare passive ösophagogastrale Druckentlastung und die Einlage einer Magensonde ermöglicht. In unserer Studie wurde der LTS (autoklavierbar) je nach Gewicht/Größe des Patienten in den Größen 3-5 verwendet. Eine Version für den Einmalgebrauch (LTS-D) ist in erster Linie dem Einsatz in der Notfallmedizin vorbehalten.

Um den LTS zu positionieren muss eine Technik angewandt werden, welche die Anatomie berücksichtigt. Nach dem Befüllen und Entleeren der Cuffs zur Testung derer Dichtigkeit, sollte der LTS mit ausreichend Gleitmittel (z.B. Lidocain.Gel® 2%) versehen werden. Die ideale Kopfstellung zum Einführen der Beatmungshilfe wird durch eine erhöhte Kopflagerung in neutraler Kopfposition erreicht. Ein Reklिनieren des Kopfes ist nicht notwendig. Der Mund wird mit Hilfe eines Kreuzgriffs von Daumen und Mittelfinger geöffnet und der LTS wie ein Stift im Bereich der schwarzen Linie (Zahnmarkierung) gefasst (Bleistiftgriff). Unter Sicherstellung, dass die Zunge während des Einführens nicht nach hinten fällt, wird die Beatmungshilfe entlang des harten Gaumens mittig Richtung Hypopharynx geschoben bis ein spürbarer Widerstand auftritt. Die Niederdruck-Cuffs werden nun mit dem, entsprechend farblich auf der Spritze markierten, Volumen geblockt. Hierbei füllt sich zunächst der proximale Cuff, welcher den Tubus stabilisiert. Sobald sich dieser der Anatomie des Patienten angepasst hat, wird automatisch der distale Cuff gefüllt (53) (Abb. 2b). Eine erfolgreiche Platzierung wird mittels Auskultation beider Lungenhälften und Kapnographie geprüft.

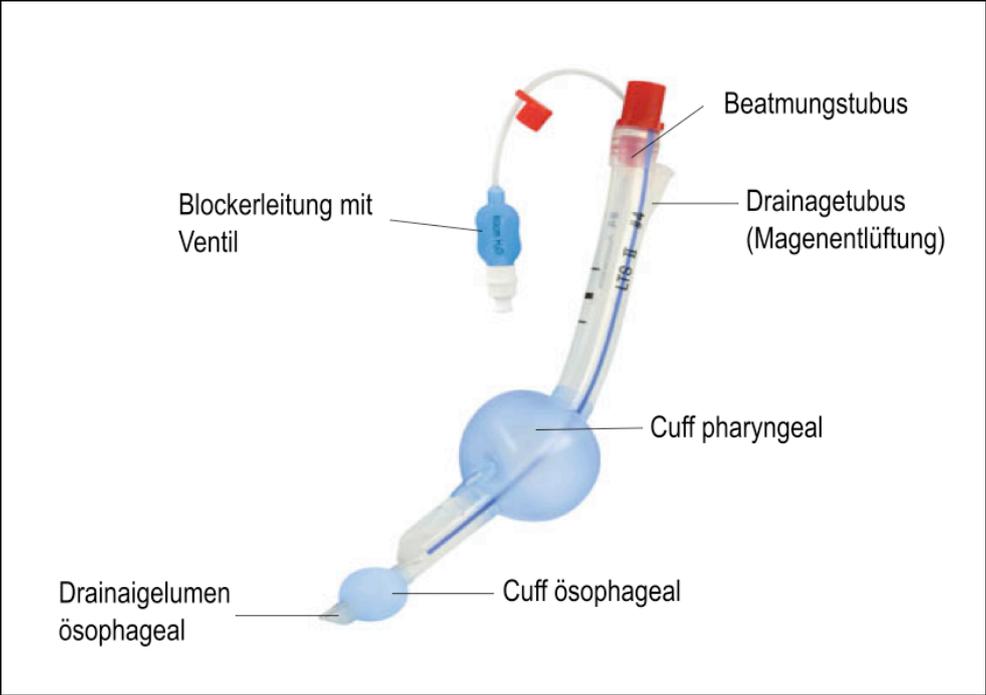


Abb. 2a: Larynxtubus S

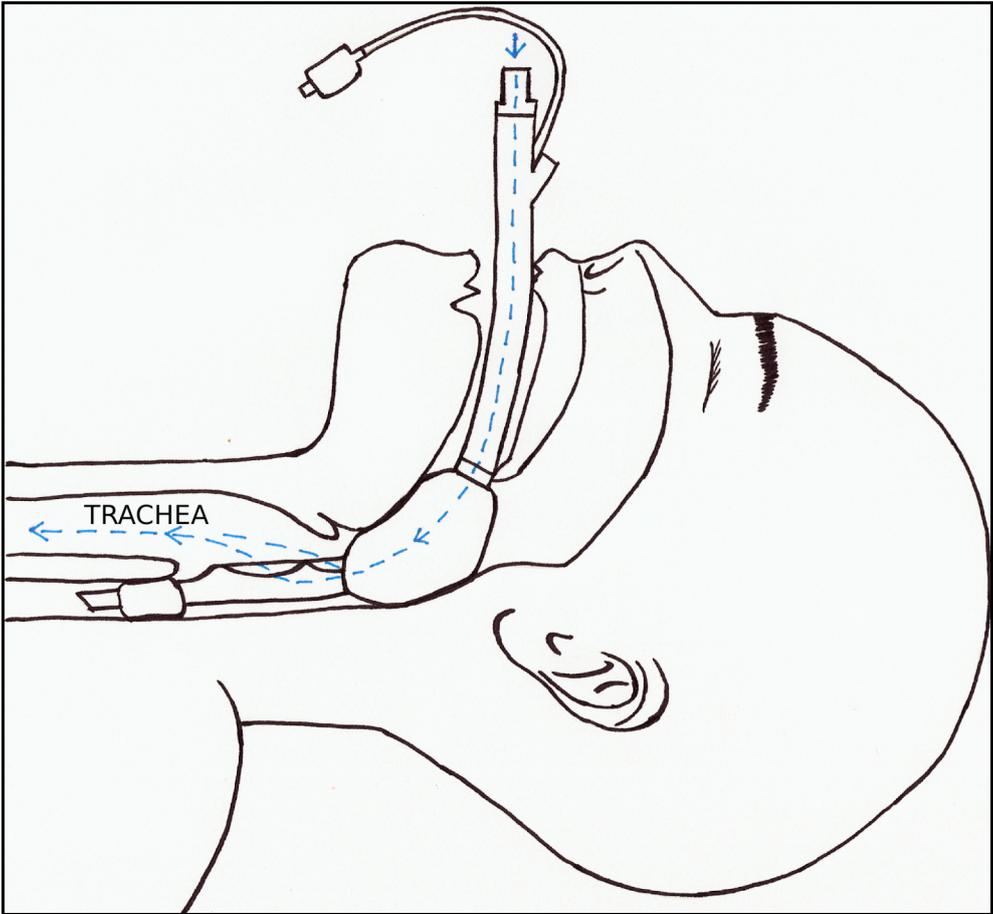


Abb. 2b: Larynxtubus S in situ

2.1.3. ProSeal Larynxmaske

Die Larynxmaske wurde von Dr. A.I.J. Brain im Whitechapel Hospital London 1981 entwickelt (54). Das erste Serienmodell wurde im Jahre 1988 hergestellt (55, 56). 1995 wurde ein erster Prototyp einer Doppellumen-Larynxmaske entwickelt. Ein Drainagetubus neben dem Beatmungslumen gelegen gewährleistet eine Trennung von Verdauungstrakt und Bronchialsystem. Ein sichererer Aspirationschutz als bei den herkömmlichen Larynxmasken kann somit erreicht werden.

In unserer Studie verwendeten wir die im Jahr 2000 erstmals in klinischen Studien getestete Doppellumen-Larynxmaske ProSeal (PLMA, Abb. 3a) (57, 58). Angelehnt an das Gewicht der Patienten ist die PLMA in sechs verschiedenen Größen erhältlich. In unserer Studie wurden die Größen 4 und 5 verwendet. Die PLMA ist latexfrei und bis zu 40 Mal durch Sterilisation wiederverwendbar.

Zur Vorbereitung der Einlage der PLMA sollte durch einmaliges Befüllen und Entleeren des Cuffs deren Dichtigkeit überprüft werden. Die posteriore (hintere) konvexe Seite der Maske kann zur Erleichterung des Einbringens mit einer geringen Menge wasserlöslichen Gleitmittels (z.B. Lidocain-Gel® 2%) angefeuchtet werden. Nach Positionierung des Kopfes des Patienten in Jackson-Lagerung- so genannte Schnüffelposition (Extension des Kopfes bei Flexion des Halses)- wird die PLMA wie eine herkömmlich Larynxmaske *lege artis* eingebracht (59). Dabei wird die PLMA wie ein Stift gehalten (24), so dass der Zeigefinger in der dafür vorgesehenen Lasche platziert werden kann. Nun wird die Maske flach am harten Gaumen entlang vorgeschoben. Hierbei dient der Zeigefinger als Führung. Sobald ein federnder Widerstand gespürt wird, liegt die Larynxmaske im Hypopharynx. Über die Blockung des Cuffs zentriert sich die PLMA in die endgültige Position. Eine erfolgreiche Platzierung wird mit den bereits erwähnten Verfahren geprüft. Aufgrund eines integrierten Beisschutzes und einer zusätzlichen Sicherung des Beatmungslumens vor Abklemmung durch eine eingebaute Spirale, ist eine zusätzliche Sicherung der PLMA nicht notwendig und die Maske wird lediglich mit einem Pflaster fixiert. In korrekter Position verschließt sie den Ösophaguseingang und der aufgeblasene Cuff umschließt den Larynx (Abb. 3b). Über den Drainagetubus kann eine lubrifizierte Magensonde vorgeschoben werden, um somit Mageninhalt abzusaugen (56, 59).

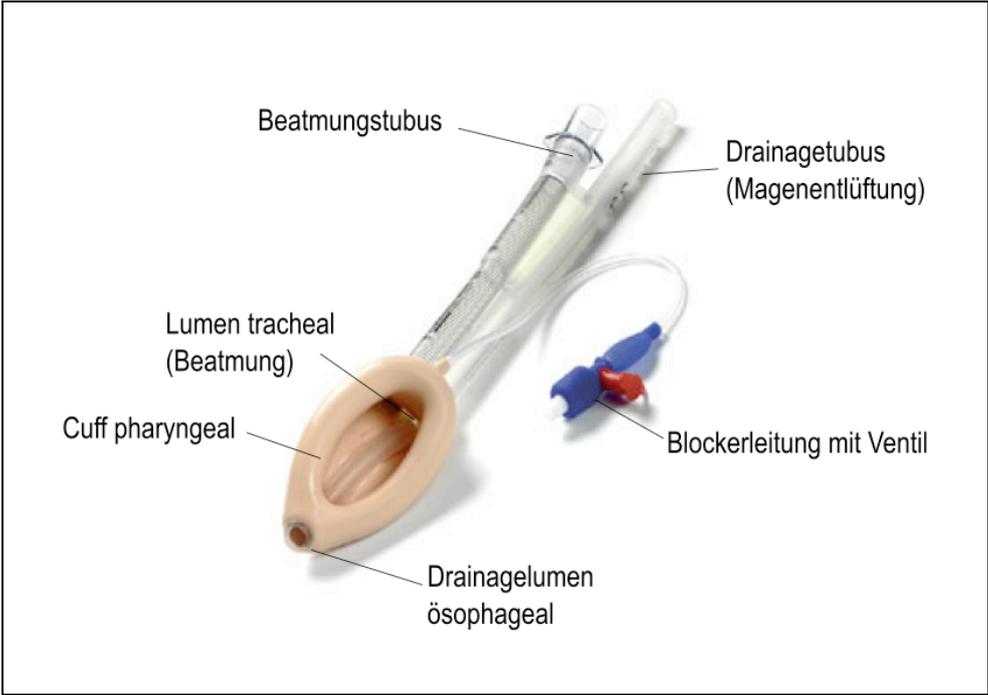


Abb. 3a: ProSeal Larynxmaske

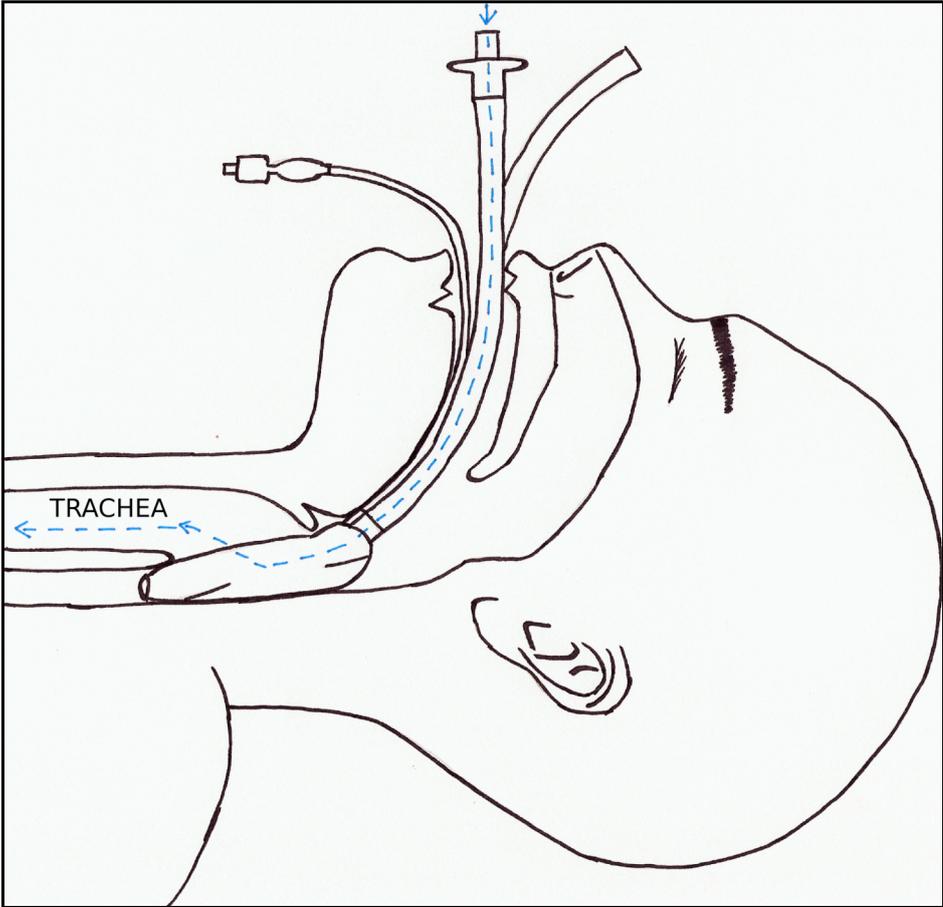


Abb. 3b: ProSeal Larynxmaske in situ

2.1.4. Endotrachealtubus

Die Beatmung bei anästhesierten Patienten mittels oropharyngealer Intubation ist über 100 Jahre alt. William MacEwen war 1880 der Erste, der diese Technik beschrieben und über eine Anästhesiedauer von über 36 Stunden (h) angewendet hat (60, 61). Der Endotrachealtubus (EtT) ist heutzutage in verschiedenen Grössen für Neugeborene bis Erwachsene erhältlich. In unserer Studie wurden Innendurchmesser des EtT von 6,5-8,5mm der Firma Mallinckrodt verwendet (Abb. 4a). Zur Erleichterung der endotrachealen Intubation ist es hilfreich und üblich Muskelrelaxanzien einzusetzen, um eine reversible, schlaffe Lähmung der Skelettmuskulatur zu bewirken. Zum Einbringen des EtT ist es günstig, den Kopf des Patienten zu reflektieren, bevor mittels Laryngoskop die Stimmbandebene eingestellt wird. Unter Sicht kann nun der EtT eingeführt werden. Sobald die Glottis mit der schwarzen Markierungslinie die Spitze des Tubus passiert hat, kann der durchsichtige Cuff mit entsprechender Anzahl an Millilitern Luft (5-10ml) geblockt werden (Abb. 4b). Falls sich die endotracheale Intubation als schwierig erweist, kann ein Führungsstab, welcher durch das Lumen des Tubus zur Stabilisierung eingeführt wird, verwendet werden (24). Zur Verifizierung der richtigen Lage des EtT in der Trachea werden die oben bereits erwähnten Verfahren (Auskultation, Kapnographie) benutzt. Durch den luftdichten Abschluss des Cuffs zu den oberen Atemwegen und der Speiseröhre, wird zum einen eine Beatmung ohne Verlust von Beatmungsluft, zum anderen ein weitestgehend sicherer Aspirationsschutz gewährleistet. Der EtT wird im klinisch-anästhesiologischen Alltag wie auch in der Notfallmedizin routinemäßig eingesetzt (13, 25).

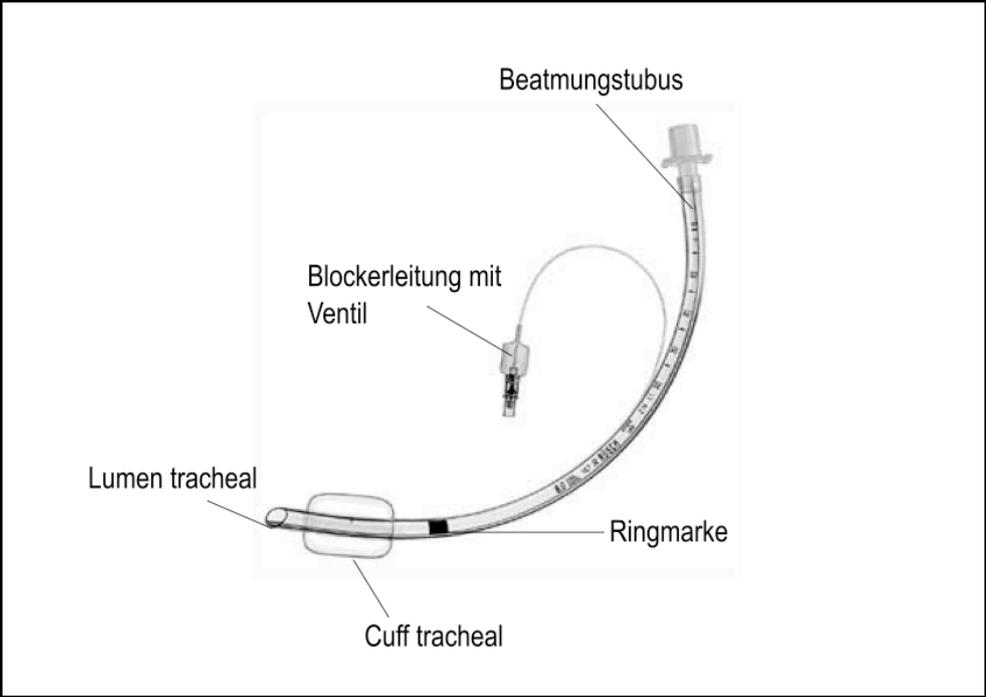


Abb. 4a: Endotrachealtubus

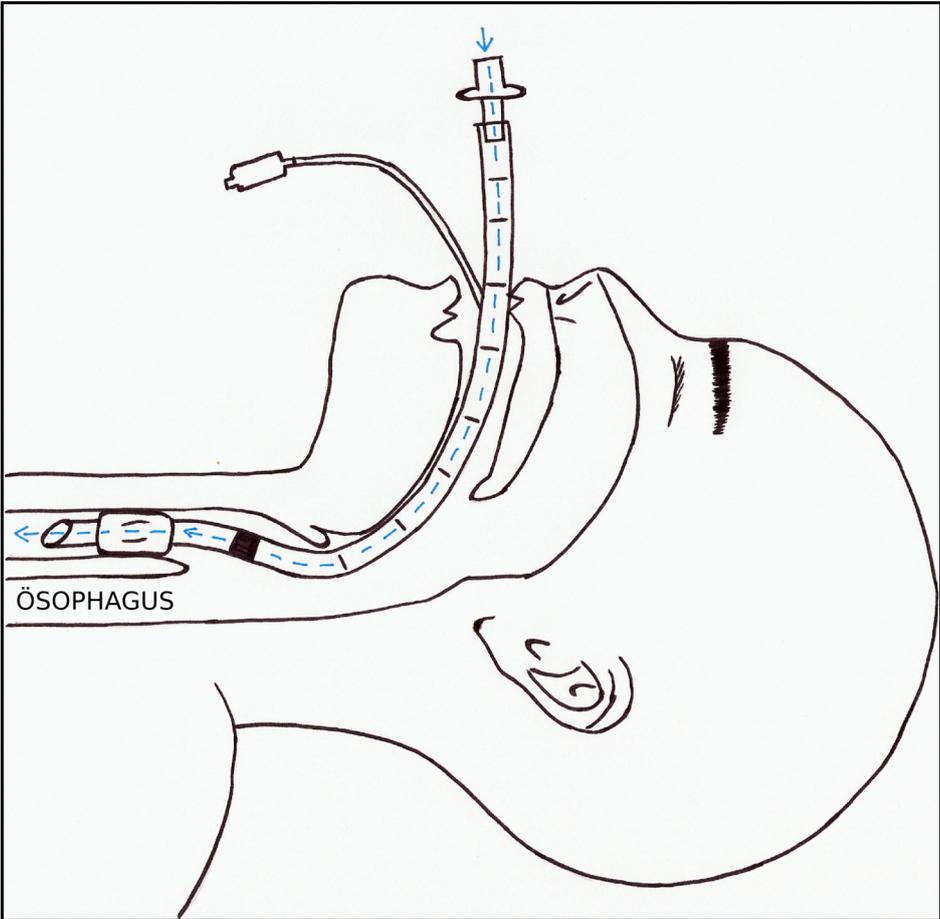


Abb. 4b: Endotrachealtubus in situ

2.2. weitere Materialien

Zur Überwachung der Kreislaufsituation der Patienten wurde ein herkömmlicher Patientenmonitor (S/5, Datex-Ohmeda, Helsinki, Finnland) eingesetzt (Abb. 5). Hiermit wurde über einen Finger-Sensor die periphere Sauerstoffsättigung (SpO_2), der aus dem nicht-invasiv gemessenen Blutdruck errechnete mittlere arterielle Blutdruck (MAD) und die Herzfrequenz (HF) bestimmt.



Abb. 5: Datex Ohmeda S/5 Monitor

Im Rahmen der Studie wurde zur Beurteilung des Wachheitszustandes der PatientInnen bzw. der Narkosetiefe ein Bispektralindex (BIS)-Monitor (ASPECT Medical Systems, Newton, USA) benutzt (Abb. 6). Der BIS ist ein numerischer, dimensionsloser Index zwischen 0-100. Er wird aus einer Spektralanalyse über einen Sensor, welcher auf der entfetteten Stirn platziert wird, abgeleiteter EEG-Wellen berechnet. Zusätzlich zur "einfachen" Spektralanalyse bezieht der BIS die Phasenbeziehung der einzelnen EEG-Komponenten (positiv/negativ, Nulldurchgänge) mit in die Auswertung ein. Werte über 80 sind für einen wachen Patienten charakteristisch, Werte unter 40 zeigen eine tiefe Hypnose.



Abb. 6: Bispektralindex- Monitor

Zur Messung des Cuffdrucks (in cmH_2O) bei den Beatmungshilfen PLMA und LTS wurde ein herkömmliches Cuffdruck-Manometer verwendet. Zur Erfassung der den Messbereich des üblichen Cuffdruck-Manometers überschreitenden Drücke des EzT, wurde ein weiteres Cuffdruckmessgerät benutzt, welches über einen größeren Messbereich (in mmHg) verfügte. Die gemessenen Drücke wurden nach Erhebung in cmH_2O umgerechnet.

Des Weiteren wurden noch eine Stoppuhr zur Erfassung der Platzierungszeit und ein handelsübliches Maßband zur Messung der maximalen Mundöffnung und des thyreomentalen Abstands verwendet.

2.3. PatientInnen

Nach Zustimmung der Ethik-Kommission der Universität Kiel sowie mündlicher Aufklärung und schriftlicher Einwilligung wurden n=120 PatientInnen in unsere Studie aufgenommen (Tab. 1).

Tab. 1: Geschlechterverteilung der Probanden

| Geschlecht | Anzahl | Prozent % |
|------------|--------|-----------|
| Männlich | 30 | 25 |
| Weiblich | 90 | 75 |

n=120

Es wurden ausschließlich PatientInnen, die volljährig, d.h. mindestens 18 Jahre alt waren und keine wesentlichen Vorerkrankungen (ASA I-II, ASA= American Society of Anaesthesiologists) hatten, in die Studie eingeschlossen. Dabei bezeichnet ASA I PatientInnen ohne organische Erkrankung oder Störung des Allgemeinbefindens, ASA II Personen mit leichter Allgemeinerkrankung ohne Leistungseinschränkung (24). PatientInnen, welche eine Ileus-Einleitung, einen intraabdominellen Eingriff oder eine Operation in Bauchlage benötigten, wurden von der Studie ausgeschlossen. Weitere Ausschlusskriterien waren schwere Adipositas (BMI= Body- Mass- Index >30), Tonsillenhypertrophie, Erkrankungen im Mund-, Pharynx-, Larynxbereich, anamnestisch erhöhtes Regurgitations- und Aspirationsrisiko (Hiatushernie, Sodbrennen) sowie eine vorhersehbare schwierige Intubation oder eine Operation mit notwendiger endotrachealer Intubation.

Patientenbezogen wurden Alter, Größe, Gewicht und BMI erfasst. Am Operationstag wurden zudem die Reklinierbarkeit des Kopfes nach Bellhouse, der thyreommentale Abstand nach Patil, die maximale Mundöffnung und die Weite des Mund-Rachenraumes nach Mallampati bestimmt. Diese drei Werte können als Kriterien zur Abschätzung der Intubationsbedingungen herangezogen werden. Die Reklinierbarkeit des Kopfes gibt dabei Auskunft darüber, ob die Überstreckbarkeit des Kopfes in den Nacken ausreicht, um einen günstigen Winkel zur Anpassung der Beatmungshilfe zu schaffen. Ein Winkel >15° zeugt von einer guten Reklinierbarkeit. Der thyreommentale Abstand beschreibt die Distanz zwischen Kinns Spitze und Schildknorpel-

prominenz. Dabei gilt als einfache Hilfestellung: langer schlanker Hals= einfache Intubation, kurzer dicker Hals= erschwerte Intubation. Die aktive Mundöffnung des Patienten gibt Auskunft über die Einsicht in den Mund-Rachenraum während der Intubation. Eine große Mundöffnung erleichtert die Intubation. Der Mallampati-Score korreliert mit der Einsehbarkeit des Larynxeingangs bzw. der Stimmritze (62, 63). Die oropharyngeale Inspektion wird am aufrecht sitzenden Patienten mit maximal geöffnetem Mund und herausgestreckter Zunge ohne Phonation durchgeführt. Die graduelle Einteilung (Klasse I-IV) erfolgt danach, inwieweit der Zungengrund die Sichtbarkeit der Pharynxhinterwand und Uvula behindert (Abb. 7). Mallampati Klasse III-IV geht oft mit einer erschwerten Intubation, Klasse I hingegen mit normalen Intubationsbedingungen einher.

Zusätzlich wurde bei Verwendung eines Laryngoskops die Einteilung nach Cormack und Lehane beurteilt (64). Hierbei wird die Sicht der Glottis ebenfalls in 4 Grade unterteilt (Abb. 7).

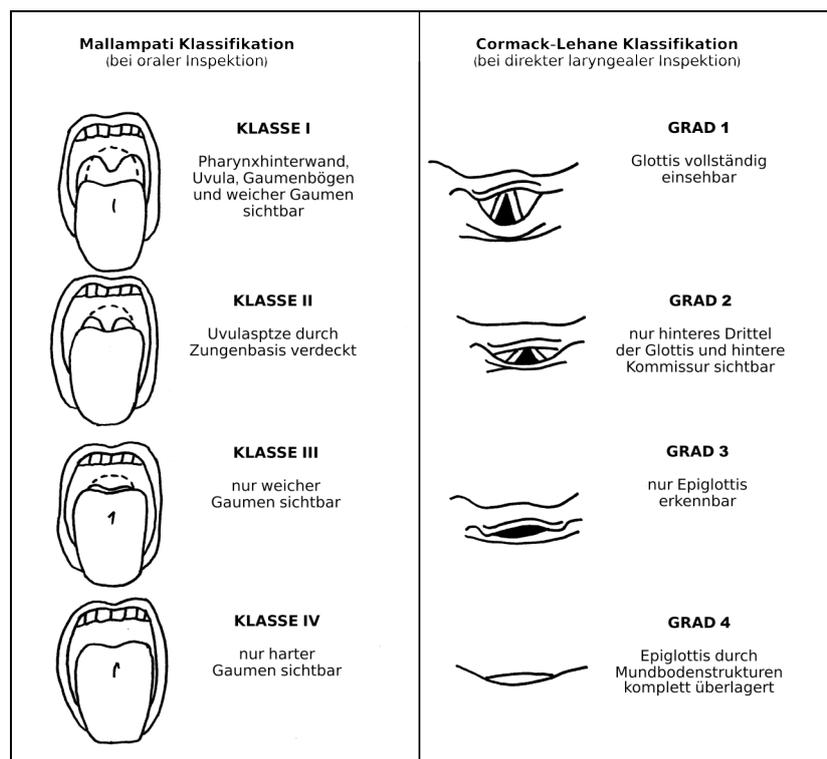


Abb. 7: Einteilung nach Mallampati und Cormack-Lehane

Die Randomisierung der Patienten erfolgte mittels Losverfahren.

2.4. Studienablauf

2.4.1. Narkosevorbereitung

Am Tag der Operation erfolgte einige Stunden vor Operationsbeginn die Prämedikation wahlweise mit 3,5-7,5 mg Midazolam (Dormicum®) oder 20-100 mg Dikaliumchlorazepat (Tranxilium®). Zu Beginn der Studie wurde jede/r PatientIn in dem Einleitungsraum der Anästhesie vorbereitet. Zuerst wurden die PatientInnen an das übliche Monitoring (EKG, nichtinvasive Blutdruckmessung, periphere Pulsoxymetrie) angeschlossen. Nach der Platzierung einer Venenverweilkanüle, in der Regel nach vorheriger Lokalanästhesie ("Hautquaddel"), und Anlage einer zunächst kristalloiden Infusionslösung, wurde der BIS-Monitor angeschlossen.

Des Weiteren wurde bei spontanatmenden Patienten eine kapilläre „Ausgangs“-Blutgasanalyse (BGA) am Ohrläppchen entnommen. Vor der Entnahme wurde die Stelle mit Finalgon®-Salbe hyperämisiert. Bestimmt wurden bei der BGA pH-Wert, Kohlendioxidpartialdruck in mmHg ($p\text{CO}_2$), Sauerstoffpartialdruck in mmHg ($p\text{O}_2$), Standardbikarbonatkonzentration in mmol/l (HCO_3^-), Basenüberschuss in mmol/l (BE) und arterielle Sauerstoffsättigung in % (SaO_2). Diese Entnahme wurde nach 100% präintubativer Sauerstoff (O_2)-Gabe und zehnmütiger Beatmung wiederholt.

2.4.2. Narkoseeinleitung

Nach dreiminütiger Präoxygenierung des Patienten mit 100% Sauerstoff über eine fest aufsitzende Gesichtsmaske, erfolgte die standardisierte Einleitung der Allgemeinnarkose mit initialer Gabe von 0,7-2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Sufentanil (Sufenta®) und 1,5-2,5 mg/kg Propofol (Disoprivan®) als Bolusgabe aus der Hand. Nach Ausfall der Spontanatmung und Erlöschen der Schutzreflexe (aufgehobener Lidreflex) wurde die vorgesehene Beatmungshilfe platziert. Wenn laut der Randomisierung die Anwendung des EzT tracheal oder EtT vorgesehen war, wurde der/die PatientIn, nachdem eine suffiziente Beatmung mittels Gesichtsmaske möglich war, mit 0,07-0,25 mg/kg Mivacurium (Mivacron®) als Bolusgabe relaxiert.

Die Platzierung der Beatmungshilfen EzT, LTS, PLMA und EtT erfolgte entsprechend den Angaben des Herstellers und wurde von einem/einer erfahrener/erfahrenen Assistenzarzt/ärztin der Anästhesie unter Aufsicht eines Oberarztes/Oberärztin der Anästhesie vorgenommen. Unserem Studienprotokoll zufolge wurde die Platzierungszeit in Sekunden (s) mit einer Stoppuhr erfasst. Gemessen wurde vom Zeitpunkt des erloschenen Lidreflexes und Überreichung der entsprechenden Beatmungshilfe bzw. Laryngoskop an den/die Anästhesisten/in bis zum ersten adäquaten Atemzug von >200ml. Eine suffiziente Beatmung wurde neben dem expiratorischen Tidalvolumen und dessen Anteil an Kohlendioxid über eine bilaterale Auskultation der Lunge und eine visuelle Beurteilung der Brusthebung und Senkung sichergestellt. Neben der Platzierungszeit dokumentierte der Untersuchungsleiter auch die Anzahl der Platzierungsversuche. Falls nach dreimaligem Versuch keine suffiziente Beatmung des Patienten möglich war, wurde dieser als erfolglos angesehen und ein Wechsel des Verfahrens vorgenommen. Das Rescueverfahren sah als erstes Verfahren eine endotracheale Intubation mit einem Endotrachealtubus über den Macintosh- oder McCoy- Spatel vor. Stellte sich diese Möglichkeit als unmöglich dar, wurde nach klinischen Erfordernissen (z.B. endotracheale Intubation mit Führungsstab, Larynxmaske, fiberoptische Intubation) gehandelt.

Nach korrekter Lage der Beatmungshilfe erfolgte eine volumenkontrollierte Ventilation mit einer Atemfrequenz von 10/min und einem eingestellten Atemzugvolumen (7 ml/kg KG). Es wurde ein inspiratorisches Narkosegasgemisch von Sauerstoff ($FiO_2 = 0,4$, $FiO_2 =$ inspiratorische Sauerstoffkonzentration) und Stickstoff ($FiN_2O = 0,6$, $FiN_2O =$ inspiratorische Lachgaskonzentration) verwendet. Die Allgemeinanästhesie wurde als total intravenöse Anästhesie (TIVA) durch die kontinuierliche Gabe von 6-12mg/kg/h Propofol über den Perfusor und entsprechend erforderlicher Gabe von dem Schmerzmittel Sufentanil aufrechterhalten.

2.4.3. weitere Messungen

Die hämodynamischen Parameter (SpO_2 , MAD, HF) und BIS-Werte wurden gemäß Versuchsplan vom Untersuchungsleiter zu den Messzeitpunkten 1-5 (Tab. 2) dokumentiert. Dementsprechend wurden die Beatmungsparameter expiratorisches Tidalvolumen ($V_{T\text{ex}}$), Atemwegspitzendruck (PAW) und endexpiratorische Kohlen-

dioxidanteil (etCO₂) zu den Messzeitpunkten 3-5 erhoben. Das Tidalvolumen bezeichnet dabei die Menge Luft, die vom Beginn bis zum Ende der Ausatmung „angeflutet“ (Tide) ist.

Tab. 2: Messzeitpunkte

| Messzeitpunkte | Beschreibung |
|----------------|--------------------------------------|
| 1 | vor Präoxygenierung |
| 2 | nach dreiminütiger Präoxygenierung |
| 3 | sofort nach Platzieren der Atemhilfe |
| 4 | nach fünfminütiger Beatmung |
| 5 | nach zehnminütiger Beatmung |

Nach Einlage der Beatmungshilfe wurde der/die AnästesistIn nach der Einschätzung und Handhabung der jeweiligen Beatmungshilfe, klassifiziert in sehr gut= 1, gut= 2, mäßig= 3 und ungeeignet= 4, befragt.

Zur Beurteilung der Systemdichtigkeit der extraglottischen Beatmungshilfen EzT, LTS und PLMA prüften wir den Airway-Leak-Pressure (oropharyngealer Leckage- druck/ ALP) bei verschiedenen Cuffvolumina. Das vom Hersteller empfohlene Cuff- volumen wurde jeweils um 10ml erhöht bzw. erniedrigt. Das in der Studie verwendete Beatmungsgerät besitzt ein halbgeschlossens Narkosesystem. Bei diesem Beatmungsmodul wird ein Teil der Ausatemluft über ein Ventil aus dem Kreislauf entfernt, der andere Teil wird nach Kohlendioxid (CO₂)- Absorption mit Frischluft angereichert und rückgeatmet. Um den ALP zu bestimmen, wurde das Kreisteil geschlossen, das manuelle Ventil auf 40cmH₂O eingestellt, um ein eventuelles Barotrauma zu vermeiden, und ein konstanter Frischgasflow von 3l/min determiniert. Unter gleichzeitiger Verifizierung der Dichtigkeit nach gastral hin mittels Auskultation im Epigastrium und auditiver Verifizierung am Tubus, blieb das Kreisteil so lange geschlossen bis ein Äquilibrium erreicht, der Tubus undicht wurde oder eine Mageninsufflation auftrat. Gleichzeitig wurde bei den drei verschiedenen Volumina der Cuffdruck gemessen. Dabei wurde der Cuffdruckmesser über ein Drei- Wege-Ventil mit dem Ventil der Cuffleitung verbunden. Bei den Beatmungshilfen EtT und EzT tracheal wurde auf diese Messungen verzichtet, da von einem guten Luftabschluss ausgegangen werden kann.

Nach Ende der Anästhesie und Extubation lege artis wurde proximal und distal der Beatmungshilfen EzT, LTS und PLMA durch Lackmuspapierstreifen der pH getestet und alle Beatmungshilfen wurden auf Blutauflagerungen abgesucht.

Dem Studiendesign folgend wurde der/die AnästhesistIn nach Befunden wie Aspiration, Broncho- oder Laryngospasmus, Erbrechen, Schleimhautverletzung, Glottisödem und Schwellungen nach Platzierung der Beatmungshilfe und nach Extubation befragt. Eine postoperative Befragung der PatientInnen 60min und 24h nach Anästhesieende beinhaltete eine subjektive Einschätzung der Befunde Erbrechen, Husten, Halsschmerzen, Heiserkeit, Globusgefühl im Mund-/ Halsbereich, Schleimhautverletzungen und Schwellungen auf einer Skala von 1= nein, 2= mäßig und 3= sehr. Bei dem Rescueverfahren dokumentierte der Untersuchungsleiter zu den Messzeitpunkten 1, 3 und 4 (Tab. 2) SaO_2 , $etCO_2$, MAD, HF und BIS sowie eine nachfolgende Befragung der/des AnästhesistIn nach der allgemeinen Handhabung der Rescue-Beatmungshilfe (Abb. 8).

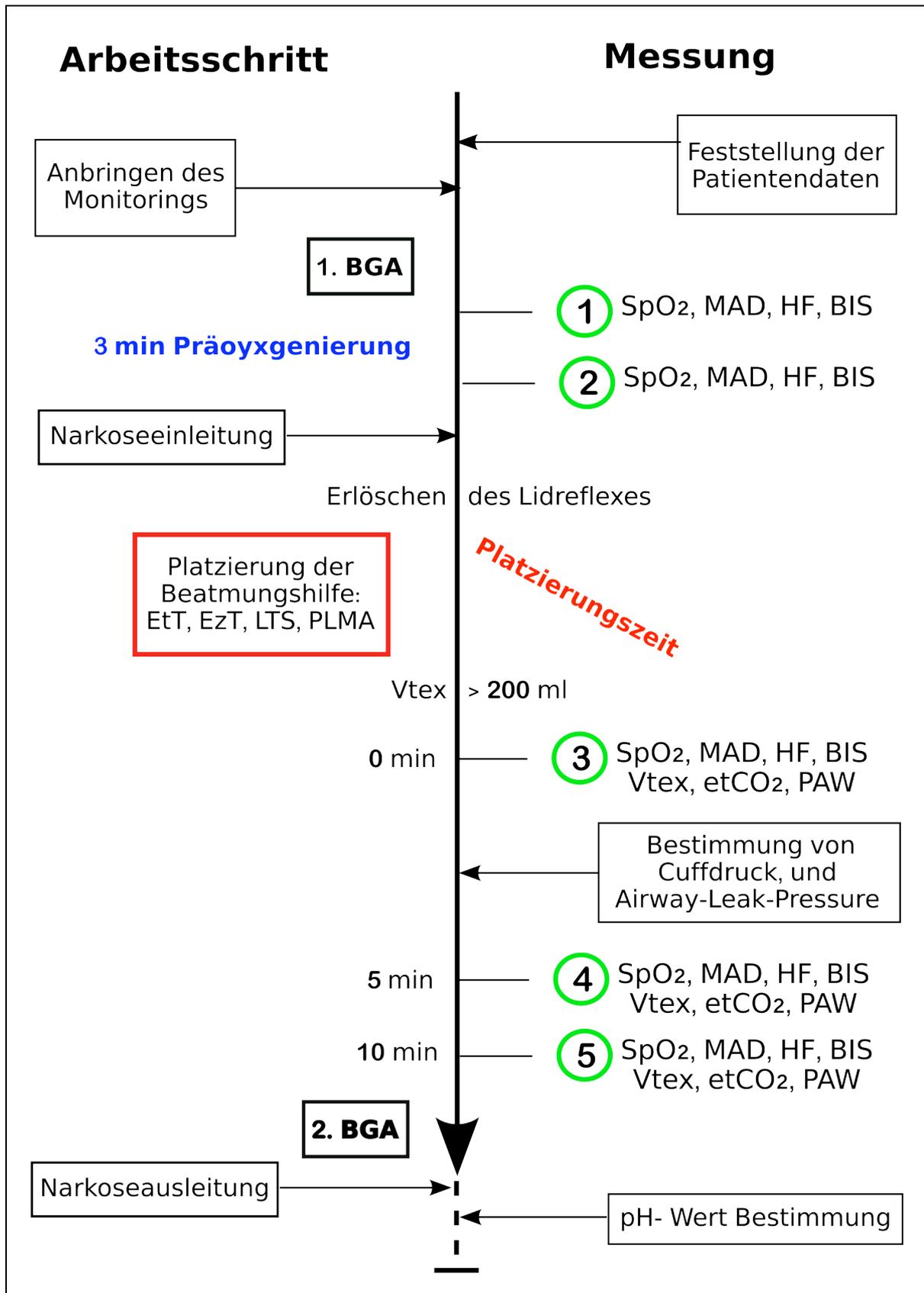


Abb. 8: Studienablauf als Schema

2.5. Statistische Auswertung

Die gewonnenen Daten wurden in das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel 2004 (Version 11.0.0 (040329), Microsoft Cooperation) übertragen. Nach Beratung durch das Institut für Medizinische Informatik und Statistik der Universität Schleswig-Holstein, Campus Kiel wurden die Daten unter Verwendung des Statistikprogramms R (Version 2.4.0 GUI 1.17) ausgewertet.

Mit Hilfe des Kolmogorov- Smirnow- Anpassungstests wurden die gewonnenen Daten in Stichproben hinsichtlich ihrer Verteilung untersucht. Da zum Teil sowohl parametrische Daten als auch nicht-parametrische Daten vorhanden waren, wurden größtenteils statistische Auswertungen mit nichtparametrischen Tests durchgeführt. Zum paarweisen Vergleich der Beatmungshilfen wurde zuerst der Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Zeichneten sich Signifikanzen ab, wurde als Anschlussstest der Wilcoxon-Test unter Berücksichtigung der Bonferroni- Korrektur verwendet. Zum Vergleich der einzelnen Messzeitpunkte wurde zuerst eine Rangvarianzanalyse (Friedmann-Test) durchgeführt. Der anschließende paarweise Vergleich der Einzeldaten erfolgte mit dem Wilcoxon-Test unter Berücksichtigung der Bonferroni-Korrektur. Das Signifikanzniveau wurde auf eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha=0,05$ festgelegt. Die Ergebnisse sind als Median mit Minimum und Maximum, graphisch als Boxplots dargestellt. Einzelne parametrische Daten wurden mittels t-Test ausgewertet und als Mittelwert \pm Standardabweichung dargestellt. Häufigkeiten wurden beschreibend in Mehrfeldertabellen dargestellt. Hier wurde als Testverfahren der χ^2 -Test angewandt.

Alle vorgenommenen Auswertungen gelten im Sinne einer explorativen Arbeit als deskriptiv.

3. ERGEBNISSE

3.1. Demographische Daten

Zwischen den fünf Patientengruppen bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich Altersverteilung, Gewicht, Körpergröße und Allgemeinzustand. Bei den Daten von Mundöffnung, thyreomentalem Abstand und Cormack-Lehane Klassifikation zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Patientengruppen (Tab. 3).

Tab. 3: Demographische Übersicht zu den Patientengruppen

| | EtT (n=22) | EzT tracheal (n=22) | EzT öso- phageal (n=22) | LTS (n=22) | PLMA (n=22) |
|-----------------------|---------------|------------------------|-------------------------------|---------------|----------------|
| Alter (Jahre) | 55 (36-72) | 46 (19-89) | 55 (20-79) | 48 (21-73) | 47 (18-82) |
| Körpergröße(cm) | 164 ± 5 | 169 ± 8 | 171 ± 11 | 169 ± 9 | 168 ± 7 |
| Körpergewicht(kg) | 68 ± 10 | 68 ± 10 | 76 ± 14 | 69 ± 12 | 74 ± 11 |
| ASA I/II | 7/15 | 6/16 | 6/16 | 4/18 | 3/19 |
| Mallampati (I/II/III) | 8/9/5 | 10/12/0 | 5/17/0 | 5/13/4 | 5/12/5 |
| Mundöffnung(mm) | 55 ± 6 * | 51 ± 13 | 46 ± 10 | 46 ± 9 | 47 ± 9 |
| Patil (mm) | 64 ± 14 † | 51 ± 11 | 50 ± 12 | 56 ± 11 | 51 ± 9 |
| C&L (1/2/3/4) | 4/7/7/4 § | 15/5/2/0 | | | |

n=120, Median (Minimum-Maximum), Mittelwert ± Standardabweichung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: Easy-Tube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtracheal S, PLMA: ProSeal Larynxmaske. Patil: thyreomentaler Abstand, C&L: Cormack und Lehane. Alter: Median (Minimum-Maximum), BMI= Body Mass Index, ASA= American Society of Anaesthesiologists. * $p \leq 0,05$ vs. EzT ösophageal, LTS; † $p \leq 0,05$ vs. EzT ösophageal, PLMA, EzT tracheal; § $p \leq 0$, vs. EzT tracheal.

3.2. Anzahl und Erfolg der Platzierungsversuche

3.2.1. Platzierungserfolge

In der vorliegenden Studie wurden alle Beatmungshilfen bei jeweils 22 PatientInnen verwendet.

Eine erfolgreiche endotracheale Intubation gelang mit dem EtT in 21/22 Fällen. Eine tracheale Intubation mit dem EzT unter laryngoskopischer Sicht gelang in 11/22 Fällen. In 14/22 Fällen konnte der EzT ösophageal erfolgreich platziert werden. Der LTS konnte in 21/22 Fällen, die PLMA in 20/22 Fällen erfolgreich platziert werden (Abb. 9, Tab. I im Anhang).

Bei insgesamt 22 eingeleiteten Rescueverfahren gelang in 15 Fällen die endotracheale Intubation ohne weitere Hilfsmittel (1. Rescueverfahren). Siebenmal war das 2. (alternative) Rescueverfahren (LMA, EtT mit Führungsstab, EzT in ösophagealer Lage) erforderlich (Tab. I im Anhang).

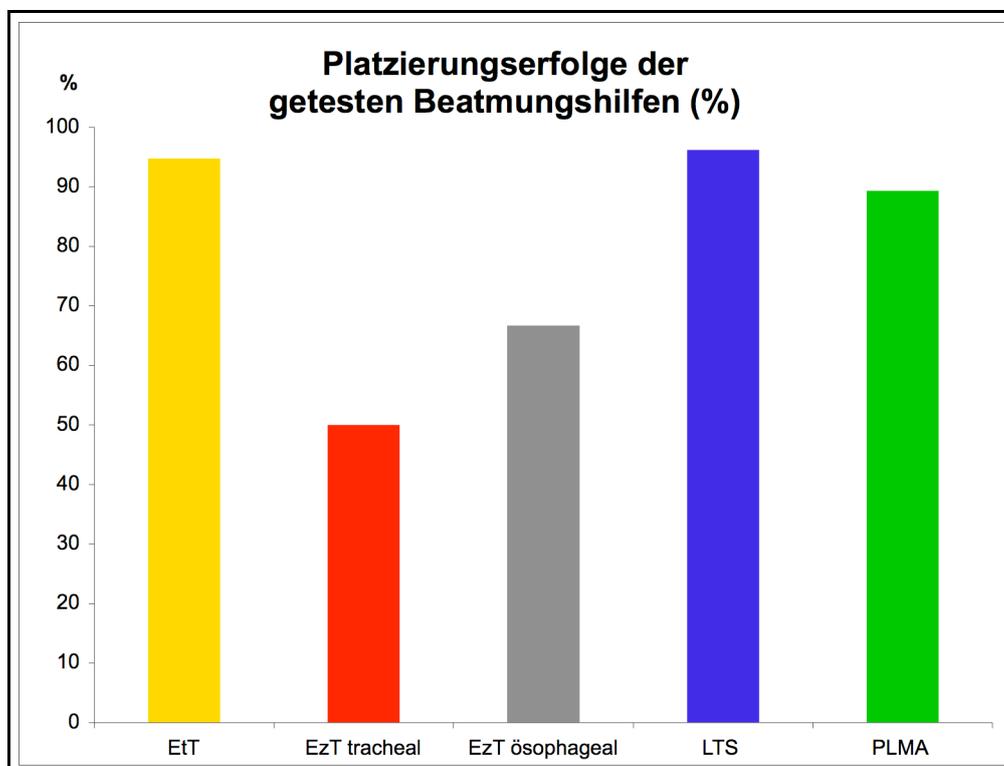


Abb. 9: Platzierungserfolge. EtT: Endotrachealtubus (n=21), EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position (n=11), EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position (n=14), LTS: Larynx-tubus S (n=21), PLMA: ProSeal Larynxmaske (n=20).

3.2.2. Anzahl der Platzierungsversuche

Der EtT konnte beim ersten Versuch in 15/22 Fällen korrekt platziert werden. In 21/22 Fällen wurden maximal (max.) 3 Versuche benötigt.

Eine erfolgreiche Intubation konnte mit dem EzT tracheal beim ersten Versuch in 6/22 Fällen erreicht werden. Max. 3 Versuche wurden in 11/22 Fällen benötigt. Der EzT ösophageal konnte in 9/22 Fällen im ersten Versuch erfolgreich platziert werden. In 14/22 Fällen wurden max. 3 Versuche benötigt.

Zur erfolgreichen Einlage des LTS benötigte der/die AnästhesistIn in 18/22 Fällen einen Versuch. Max. 3 Versuche wurden in 21/22 Fällen gebraucht.

Die PLMA konnte in 15/22 Fällen im ersten Versuch erfolgreich platziert werden. In 20/22 Fällen max. 3 Versuche benötigt (Tab. 4).

Wenn die Platzierung im 3. Versuch nicht gelang, wurde gemäß Studienprotokoll ein Rescueverfahren eingeleitet.

Tab. 4: Anzahl der Platzierungsversuche als Summe

| Platzierungsversuche/ Beatmungshilfe | EtT (n=22) | EzT tra- cheal (n=22) * | EzT öso- phageal (n=22) * | LTS (n=22) | PLMA (n=22) |
|---|---------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------|----------------|
| 1 | 15 | 6 | 9 | 18 | 15 |
| 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 |
| >3 | 1 | 11 | 8 | 1 | 2 |

*EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynx-tubus S, PLMA: ProSeal Larynxmaske. * $p \leq 0,05$ vs. EtT, LTS, PLMA.*

3.3. Zeitbedarf

Die Platzierungszeit bis zum Erreichen eines adäquaten Tidalvolumens ($V_{T\text{ex}} > 200\text{ml}$) war bei Anwendung des EtT am Schnellsten. Bei Anwendung des LTS und der PLMA war der Zeitbedarf tendenziell länger als beim EtT. Signifikant längere Platzierungszeiten ergaben sich bei Platzierung des EzT tracheal und ösophageal (Abb. 10, Tab. II im Anhang).

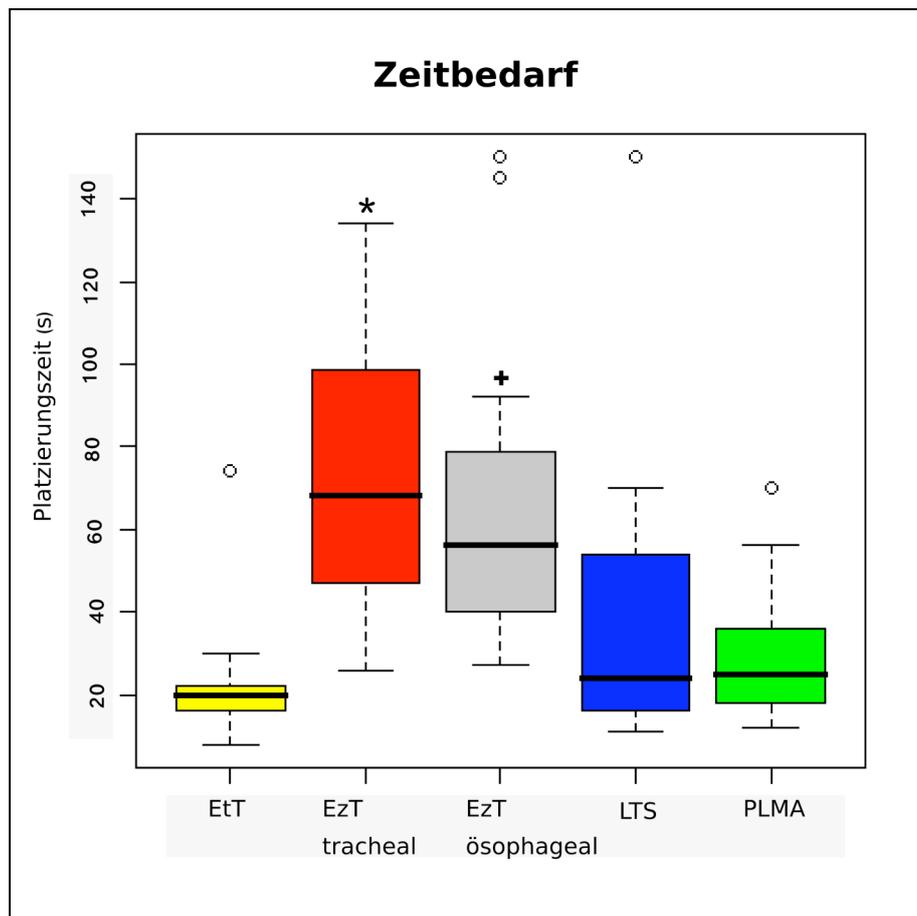


Abb. 10: Zeitbedarf. Median, 1.-3. Quartile, Whiskers = Spannweite (5-95%). EtT: Endotrachealtubus (n=21), EzT tracheal: EasyTube in trachealer Position (n=11), EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position (n=14), LTS: Larynx-tubus S (n=21), PLMA: ProSeal Larynxmaske (n=20). * $p \leq 0,05$ vs. EtT, LTS, PLMA; + $p \leq 0,05$ vs. EtT, LTS, PLMA.

3.4. Beatmungsparameter

3.4.1. Sauerstoffsättigung und endexpiratorische Kohlendioxidkonzentration

Die peripher gemessene Sauerstoffsättigung betrug bei allen Beatmungshilfen im Median 97-100%. Weder im Narkoseverlauf einer einzelnen Beatmungshilfe noch zwischen den Beatmungshilfen ergaben sich signifikante Unterschiede (Tab. 5).

Tab. 5: Sauerstoffsättigung (%) im Studienverlauf

| Messzeitpunkte/ Beatmungshilfe | Ausgangs- werte | nach Prä- oxygenierung | sofort nach Platzierung | nach 5 min Beatmung | nach 10 min Beatmung |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| EtT (n=22/21) | 98 (91-100) | 99 (98-100) | 99 (98-100) | 99 (98-100) | 99 (96-100) |
| EzT tracheal (n=22/11) | 99 (94-100) | 100 (98-100) | 99 (97-100) | 99 (98-100) | 98 (94-100) |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 97 (92-100) | 100 (98-100) | 100 (96-100) | 99 (97-100) | 99 (97-100) |
| LTS (n=22/21) | 97 (94-100) | 100 (98-100) | 99 (98-100) | 99 (97-100) | 99 (93-100) |
| PLMA (n=22/20) | 98 (87-100) | 100 (97-100) | 99 (94-100) | 99 (97-100) | 99 (95-100) |

Median (Minimum-Maximum). n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtubus S, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

Die endexpiratorische Kohlendioxidkonzentration zeigte bei allen Beatmungshilfen im Median Werte von 34-38 mmHg. Signifikante Unterschiede ließen sich weder im Zeitverlauf der Narkose noch unter den einzelnen Beatmungshilfen feststellen (Tab. 6).

Tab. 6: Endexpiratorischer Kohlendioxidanteil (mmHg) im Studienverlauf

| Messzeitpunkte/ Beatmungshilfe | nach 5 min Beatmung | nach 10 min Beatmung |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|
| EtT (n=21) | 38 (31-43) | 36 (30-45) |
| EzT tracheal (n=11) | 34 (29-43) | 37 (28-45) |
| EzT ösophageal (n=14) | 36 (24-46) | 37 (31-44) |
| LTS (n=21) | 36 (21-44) | 35 (22-43) |
| PLMA (n=20) | 36 (28-48) | 36 (28-45) |

Median (Minimum-Maximum). EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynx-tubus S, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

3.4.2. Expiratorisches Tidalvolumen

Die Anwendung der Beatmungshilfen führte bei der Ventilation zu keinen signifikanten Unterschieden in der Höhe der expiratorischen Tidalvolumina untereinander oder im Narkoseverlauf (AF= 10/min, AZV= 7 ml/kg KG) (Tab. 7).

Tab. 7: Expiratorische Tidalvolumina (ml) im Studienverlauf

| Messzeitpunkte/ Beatmungshilfe | sofort nach Platzierung | nach 5 min Beatmung | nach 10 min Beatmung |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| EtT (n=21) | 500 (390-640) | 500 (350-800) | 500 (350-830) |
| EzT tracheal (n=11) | 440 (280-510) | 500 (350-690) | 470 (310-720) |
| EzT ösophageal (n=14) | 420 (210-710) | 505 (140-850) | 430 (230-800) |
| LTS (n=21) | 500 (150-800) | 520 (350-890) | 550 (370-910) |
| PLMA (n=20) | 495 (240-680) | 500 (230-650) | 525 (390-820) |

Median (Minimum-Maximum). EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynx-tubus S, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

3.4.3. Atemwegsspitzenndruck

Die Erfassung des Atemwegsspitzenndrucks (PAW) zeigte bei Anwendung des EzT tracheal/ösophageal sofort nach Platzierung die höchsten Messwerte (Median 18/19cmH₂O), bei Anwendung des EtT die niedrigsten (Median 14cmH₂O). Für LTS/PLMA wurden sofort nach Platzierung Messwerte im Median von 16/15cmH₂O gemessen. Ein tendenzieller Anstieg des PAW im Narkoseverlaufverlauf konnte bei den Beatmungshilfen LTS, PLMA und EtT beobachtet werden. Im Gegensatz dazu nahm der PAW bei Beatmung mittels EzT tracheal/ösophageal tendenziell eher ab (Abb. 11, Tab. III im Anhang).

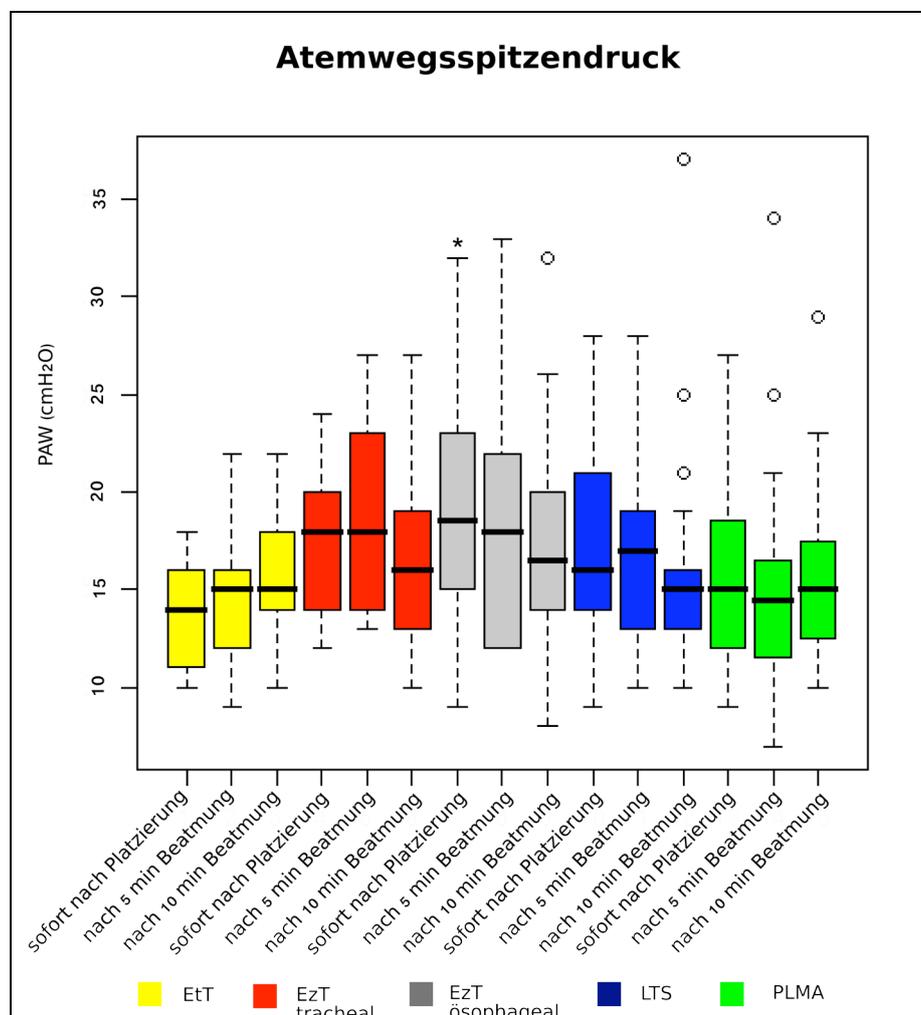


Abb. 11: Atemwegsspitzenndruck im Studienverlauf. Median, 1.-3. Quartile, Whiskers = Spannweite (5-95%). EtT: Endotrachealtubus (n=21), EzT tracheal: EasyTube in trachealer Position (n=11), EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position (n=14), LTS: Larynxtubus S (n=21), PLMA: ProSeal Larynxmaske (n=20). * $p \leq 0,05$ vs. EtT.

3.5. Airway-Leak-Pressure und Cuffdruck bei verschiedenen Cuffvolumina

Die beim EzT ösophageal gemessenen Airway-Leak-Pressure-Werte (ALP) waren im Median niedriger als bei LTS und PLMA. Die höchsten ALP-Werte und somit größte Systemdichtigkeit wurden beim LTS ab 70ml Cufffüllung gemessen. Bei steigenden Cuffvolumina zeigte sich bei allen Beatmungshilfen ein tendenzieller Anstieg des ALP. Signifikante Unterschiede sind in Abb. 12, Tab. IV im Anhang gekennzeichnet.

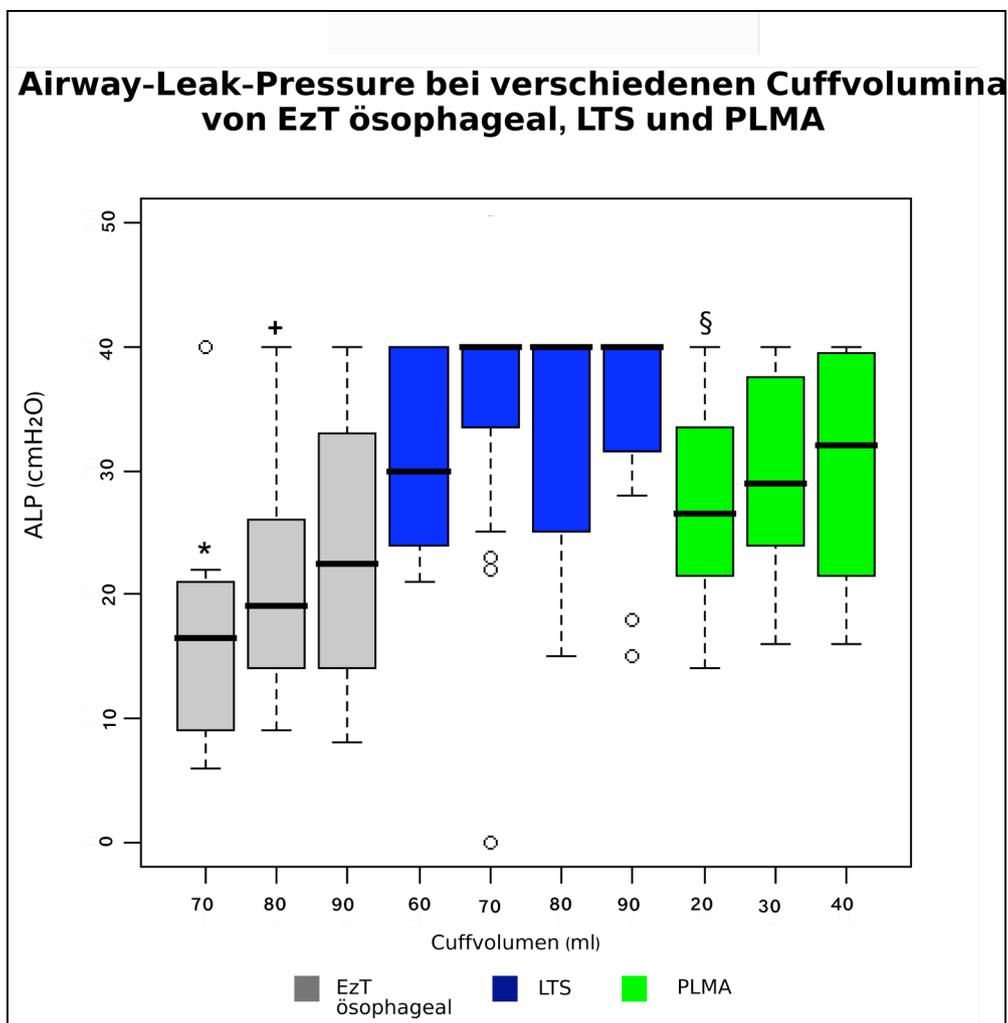


Abb. 12: Airway-Leak-Pressure (ALP) bei verschiedenen Cuffvolumina. Median, 1.-3. Quartile, Whiskers= Spannweite (5-95%). EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position 70 ml, 80 ml, 90 ml (n=14), LTS: Larynxtrubus S 60 ml (n=9), 70 ml (n=18), 80 ml (n=21), 90 ml (n=15), PLMA: Pro-Seal Larynxmaske 20 ml, 30 ml, 40 ml (n=20). * $p \leq 0,05$ vs. LTS 70,80,90 ml; + $p \leq 0,05$ vs. LTS 70 ml; § $p \leq 0,05$ vs. LTS 70 ml.

Der Cuffdruck beim EzT ösophageal war bei den gemessenen Cuffvolumina (70ml, 80ml, 90ml) signifikant höher als die gemessenen Cuffdrücke bei LTS und PLMA. Eine Erhöhung des Cuffvolumens führte bei allen Beatmungshilfen zu einer Steigerung des Cuffdrucks (Abb. 13, Tab. V im Anhang).

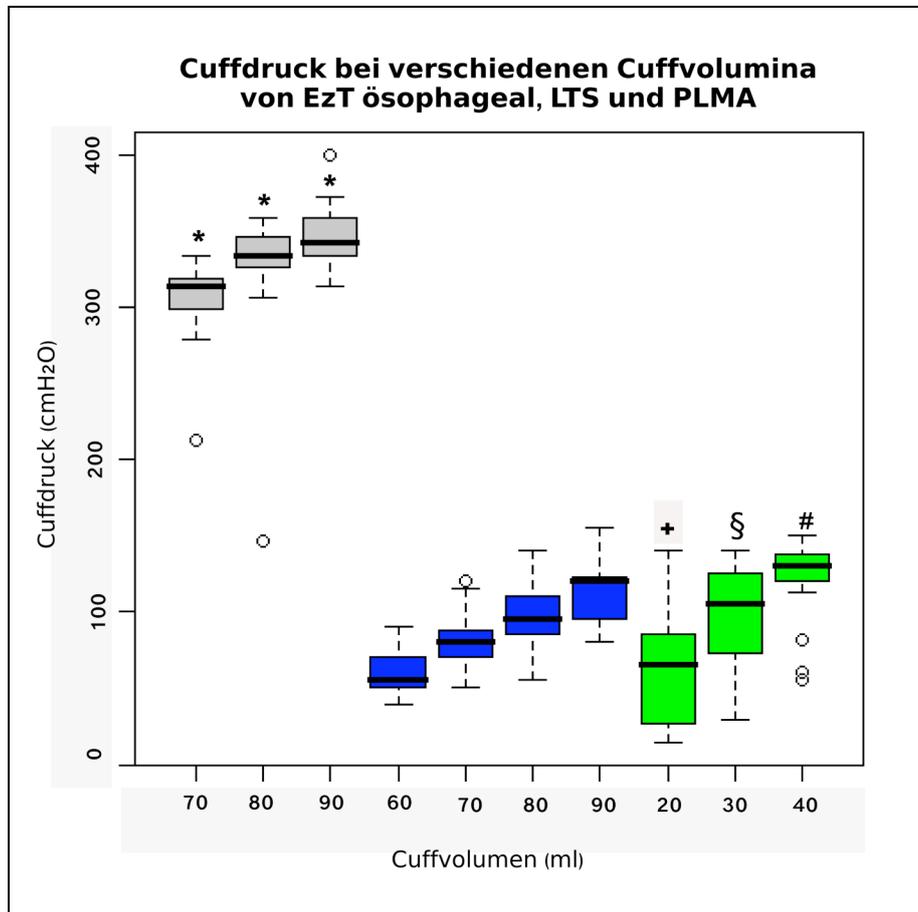


Abb. 13: Cuffdruck bei verschiedenen Cuffvolumina. Median, 1.-3. Quartile, Whiskers= Spannweite (5-95%). EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position 70 ml, 80 ml, 90 ml (n=14), LTS: Larynxtrubus S 60 ml (n=9), 70 ml (n=18), 80 ml (n=21), 90 ml (n=15), PLMA: ProSeal Larynxmaske 20 ml, 30 ml, 40 ml (n=20). * $p \leq 0,05$ vs. LTS 60,70,80,90 ml und PLMA 20,30,40 ml; + $p \leq 0,05$ vs. LTS 80,90 ml, § $p \leq 0,05$ vs. LTS 60 ml, # $p \leq 0,05$ vs. LTS 60,70,80 ml.

3.6. Blutgasanalyse

Die Veränderung der Blutgasanalyse (BGA)-Parameter vor bzw. während der Nar-kose wird im Folgenden für ausgewählte Parameter graphisch dargestellt (Abb. 14, 15). Signifikante Unterschiede zwischen den zwei Messzeitpunkten einer jeweiligen Beatmungshilfe sind mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet. Zwischen den einzelnen Beatmungshilfen ergaben sich zu keinem Messzeitpunkt signifikante Unterschiede. Weitere BGA-Parameter sowie den Grafiken zugehörige Tabellen sind im Anhang zusammengefasst (Tab. VI-XI im Anhang).

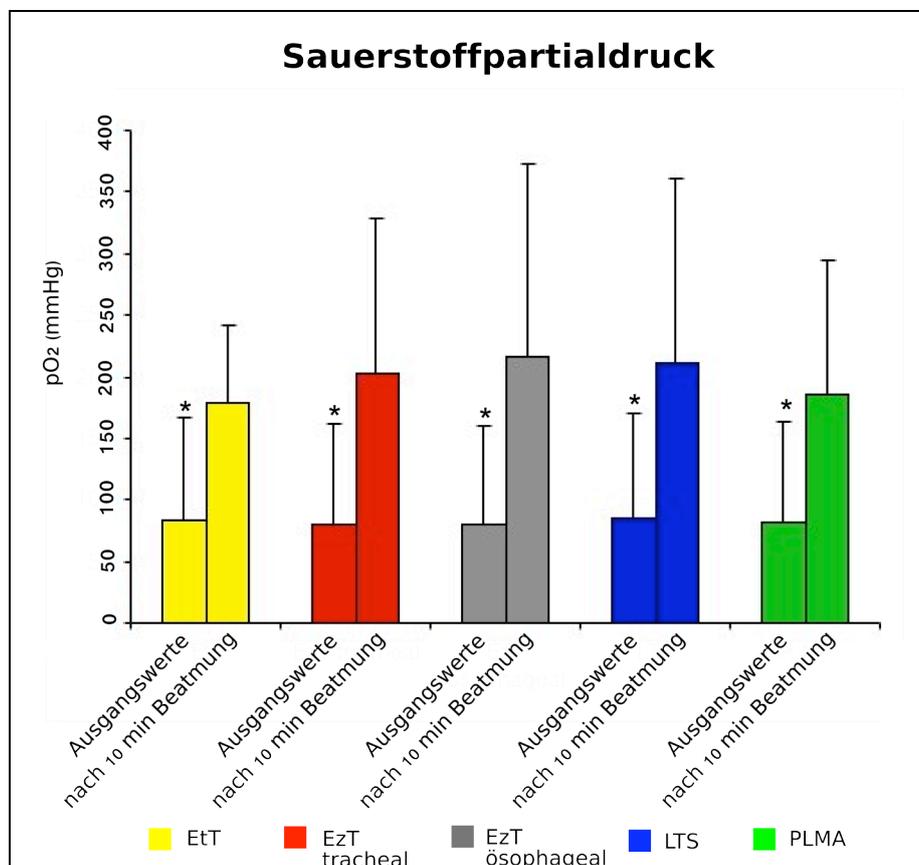


Abb. 14: Sauerstoffpartialdruck (pO_2) im Studienverlauf. Mittelwert \pm Standardabweichung. n = eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus ($n=22/21$), EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position ($n=22/11$), EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position ($n=22/14$), LTS: Larynx-tubus S ($n=22/21$), PLMA: ProSeal Larynx-maske ($n=22/20$). * $p \leq 0,05$ vs. nach 10 min Beatmung.

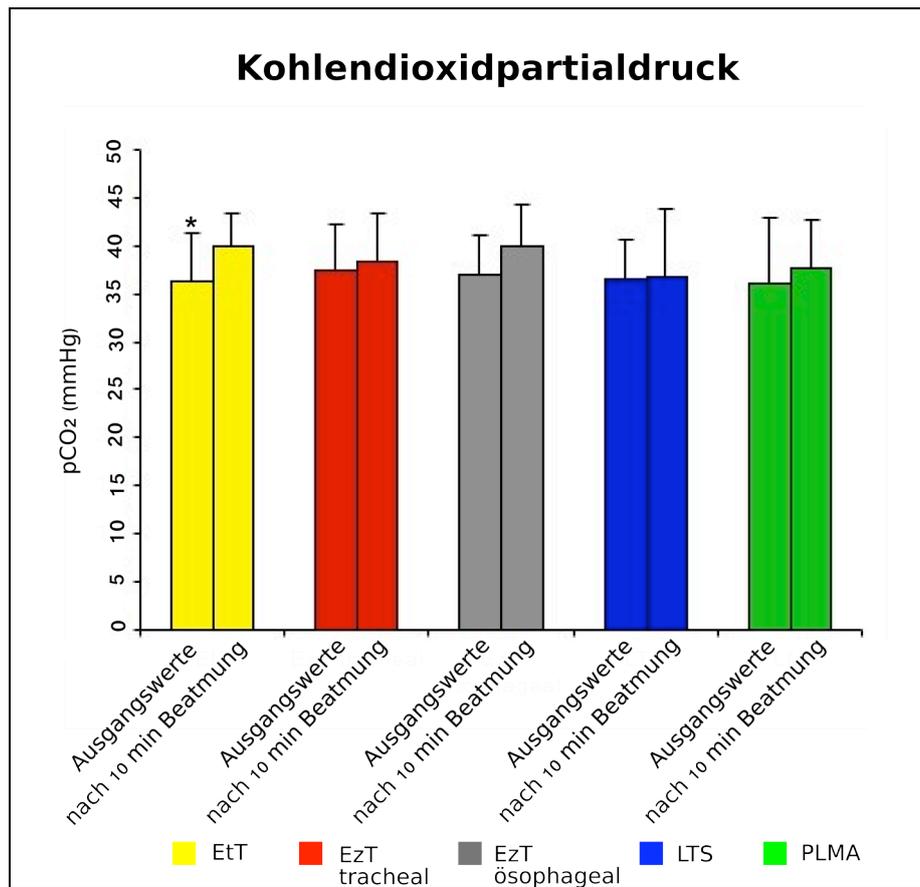


Abb. 15: Kohlendioxidpartialdruck ($p\text{CO}_2$) im Studienverlauf. Mittelwert \pm Standardabweichung. n = eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus ($n=22/21$), EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position ($n=22/11$), EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position ($n=22/14$), LTS: Larynx-tubus S ($n=22/21$), PLMA: ProSeal Larynxmaske ($n=22/20$). * $p \leq 0,05$ vs. nach 10 min Beatmung.

3.7. Mittlerer arterieller Blutdruck und Herzfrequenz

Die Betrachtung des mittleren arteriellen Blutdrucks (MAD) ergab, dass nach Narkoseinduktion ein Abfall des MAD gegenüber den Initialwerten zu verzeichnen war. Nach Einlage der jeweiligen Beatmungshilfe kam es zwischen keiner der Gruppen zu einer signifikanten Veränderung des MAD. Signifikante Unterschiede sind in Abb. 16, Tab. XII im Anhang gekennzeichnet.

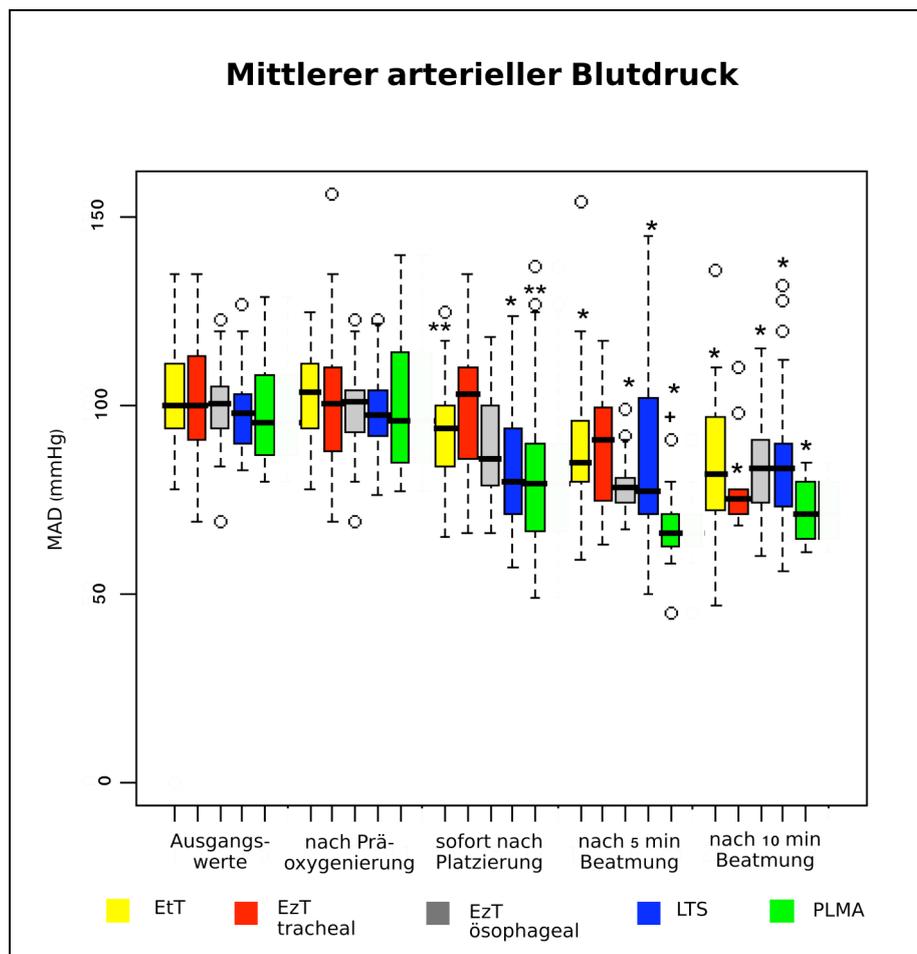


Abb. 16: Mittlerer arterieller Blutdruck (MAD) im Studienverlauf. Median, 1.-3. Quartile, Whiskers= Spannweite (5-95%). n = eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus ($n=22/21$), EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position ($n=22/11$), EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position ($n=22/14$), LTS: Larynx-tubus S ($n=22/21$), PLMA: ProSeal Larynxmaske ($n=22/20$). * $p \leq 0,05$ vs. Ausgangswert, nach Präoxygenierung; ** $p \leq 0,05$ vs. Ausgangswert; + $p \leq 0,05$ vs. EtT, EzT tracheal, EzT ösophageal, LTS nach 5 min Beatmung.

Im Narkoseverlauf waren die Herzfrequenzen (HF) innerhalb der jeweiligen Gruppe konstant. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ergaben sich nach Einlage der jeweiligen Beatmungshilfe (Abb. 17, Tab. XIII im Anhang).

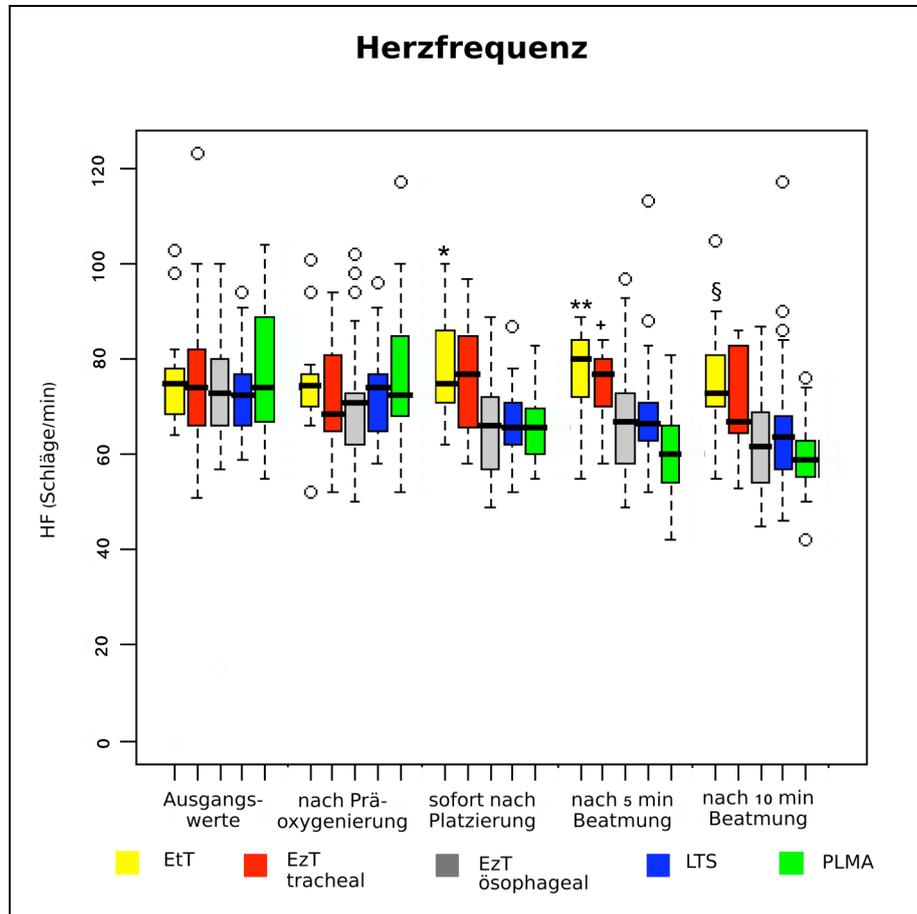


Abb. 17: Herzfrequenz (HF) im Studienverlauf. Median, 1.-3. Quartile, Whiskers= Spannweite (5-95%). n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus (n=22/21), EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position (n=22/11), EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position (n=22/14), LTS: Larynx-tubus S (n=22/21), PLMA: ProSeal Larynxmaske (n=22/20). * $p \leq 0,05$ vs. EzT ösophageal, LTS, PLMA sofort nach Platzierung; ** $p \leq 0,05$ vs. LTS, PLMA nach 5 min Beatmung; + $p \leq 0,05$ vs. PLMA nach 5 min Beatmung; § $p \leq 0,05$ vs. LTS, PLMA nach 10 min Beatmung.

3.8. Bispektralindex

Der Bispektralindex (BIS) lag zu Beginn der Aufzeichnungen im Bereich des Wachzustandes. Nach Einleitung der Narkose und Platzierung der Beatmungshilfe wurde ein signifikanter Abfall des BIS bei allen Gruppen festgestellt. Im weiteren Verlauf der Narkose stiegen die BIS-Werte wieder an. Zwischen den einzelnen Beatmungshilfen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Signifikante Unterschiede im Narkoseverlauf einer Beatmungshilfe sind in Abb. 18 (Tab. XIV im Anhang) dargestellt.

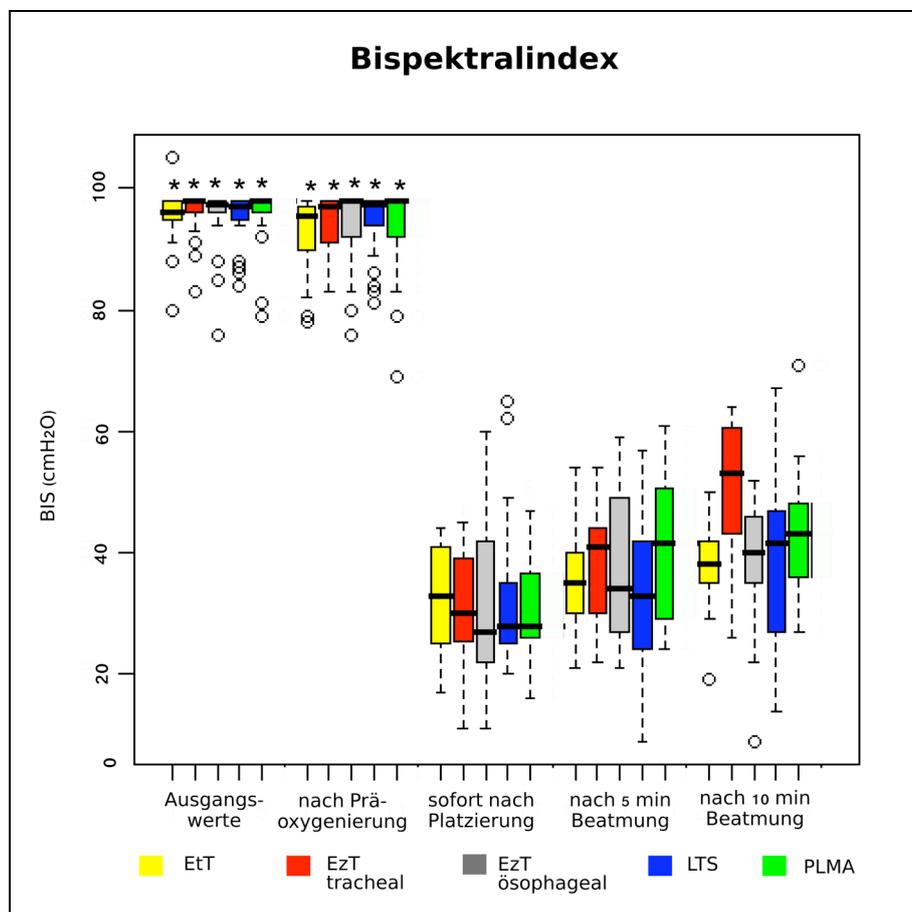


Abb. 18: Bispektralindex im Studienverlauf. Median (Minimum-Maximum). n = eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus ($n=22/21$), EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position ($n=22/11$), EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position ($n=22/14$), LTS: Larynxmaske S ($n=22/21$), PLMA: ProSeal Larynxmaske ($n=22/20$). * $p \leq 0,05$ vs. sofort nach Platzierung, nach 5 und 10 min Beatmung.

3.9. Nachweis eines gastralen Reflux mittels pH-Wert

Der proximal und distal der Beatmungshilfen EzT ösophageal, LTS und PLMA nach Extubation abgenommene pH-Wert lag bei keiner Messung im Bereich des gastralen pH-Wertes (pH 1-4). Es ergab sich somit kein Hinweis auf Regurgitation/ Erbrechen oder Aspiration (Tab. 8).

Tab. 8: pH-Wert nach Extubation proximal und distal an der Beatmungshilfe

| Abnahmeort/ Beatmungshilfe | Proximal | Distal |
|-------------------------------|-----------------|---------------|
| EzT ösophageal (n=14) | 6,8 (6,0-8,0) * | 6,0(5,5-8,0) |
| LTS (n=21) | 6,5 (5,5;8,5) | 6,5 (5,0-8,5) |
| PLMA (n=20) | 6,5 (5,5-7,5) | 6,5 (5,5-9,0) |

*Median (Minimum-Maximum). EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynx-tubus S, PLMA: ProSeal Larynxmaske. * p ≤ 0,05 vs. PLMA proximal.*

3.9. Subjektive Einschätzung der Beatmungshilfe

Die Anwendung der einzelnen Beatmungshilfen wurde durch den jeweilige/n Anästhesisten nach Einlage der Beatmungshilfe anhand einer Rangskala (1= sehr gut, 2= gut, 3= mässig, 4= ungeeignet) beurteilt.

Der EzT tracheal, aber auch ösophageal wurde am Schlechtesten eingestuft. Die Handhabung des EtT wurde deutlich am Besten beurteilt (Abb. 19, Tab. XV im Anhang).

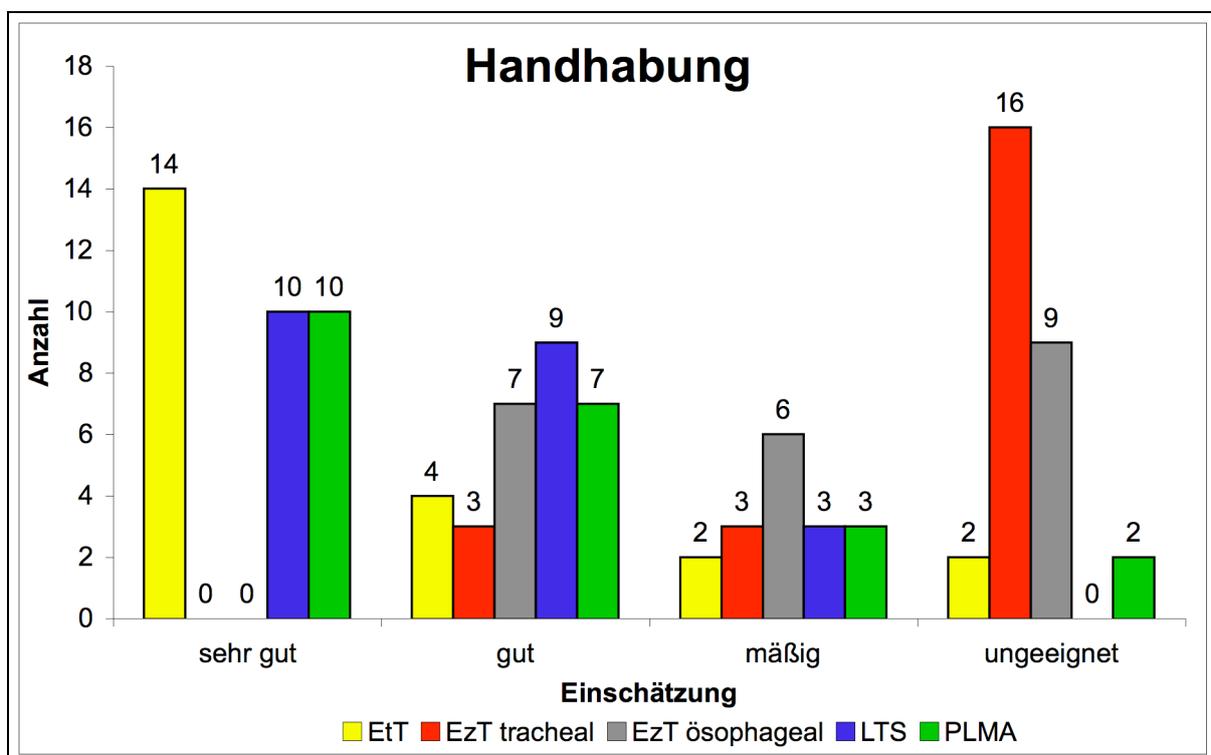


Abb. 19: Subjektive Einschätzung der Beatmungshilfe nach Rangskala. EtT: Endotrachealtubus (n=22), EzT tracheal: EasyTube in trachealer Position (n=22), EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position (n=22), LTS: Larynx-tubus S (n=22), PLMA: ProSeal Larynxmaske (n=22).

3.10. Befragung der/des Anwenderin/Anwenders

Dem/der AnästhesistIn wurden nach Intubation und Extubation verschiedene Fragen bezüglich der Handhabung der jeweiligen Beatmungshilfe gestellt.

3.10.1 Möglichkeit der Beatmung

Nach Einschätzung des/der AnästhesistIn konnte mittels EzT ösophageal am Schlechtesten beatmet werden (57% mäßig/sehr schlecht). Im Gegensatz dazu war die Beatmung mittels EzT tracheal und PLMA in nur 10% der Fälle erschwert. Die Beatmung mit LTS und EtT war nach Maßgabe des/der AnästhesistIn problemlos.

3.10.2 Blutspuren, Schleimhautverletzung

Nach Extubation des EzT tracheal/ösophageal konnte an 18/50% Blutspuren, in 9/14% Schleimhautverletzungen nachgewiesen werden. Nach Extubation von LTS/PLMA konnte in 10/10% Blutspuren an der Beatmungshilfe festgestellt werden. Eine Schleimhautverletzung konnte nach Narkoseende nur bei Beatmung mit dem LTS (10%) festgestellt werden. Bei Benutzung des EtT wurden weder Blutauflagerungen noch Schleimhautverletzungen dokumentiert.

3.10.3 Bronchospasmus, Laryngospasmus

Ein Broncho- oder Laryngospasmus trat bei keiner der Gruppen auf.

3.10.4 Erbrechen, Aspiration

Einzig nach einer Intubation mit dem EzT tracheal musste ein/eine PatientIn (9%) erbrechen. Eine Aspiration fand bei keiner Patientengruppe statt.

3.10.5 Schwellungen, Glottisödem

Schwellungen im Oropharynxbereich oder ein Glottisödem konnte bei keinem der PatientInnen nach Intubation oder Extubation festgestellt werden.

Weitere Parameter sind in Tab. XVI im Anhang dargestellt.

3.11 Postoperative Befragung der PatientInnen

Bei der postoperativen Befragung wurden PatientInnen 60min/24h nach Anästhesieende zu Nebenwirkungen/Komplikationen der Beatmungshilfe/Narkose befragt.

3.11.1 Erbrechen

Eine Intubation mit dem EtT führte bei 19/24% der PatientInnen nach Anästhesie (60min/24h) zu Übelkeit und Erbrechen. Die weiteren Beatmungshilfen konnten ohne postoperatives Erbrechen oder Übelkeit angewandt werden.

3.11.2 Schleimhautverletzung

Bei Anwendung des EzT ösophageal bemerkten 14% nach 60min eine Schleimhautverletzung im Oropharynxbereich. Nach 24h wurde dieses nur noch von 7% angegeben. Im Vergleich dazu gaben nach Verwendung des LTS/PLMA 14/10% der PatientInnen nach 60min und 24h eine Schleimhautverletzung an.

Nach Anwendung des EzT tracheal und des EtT wurden keine Schleimhautverletzungen festgestellt.

3.11.3 Schwellungen, Glottisödem, Globusgefühl

Das Gefühl der Schwellung im Mund/Hals Bereich gaben nach 60min/24h 14/19% der PatientInnen nach Narkose mit dem LTS an. Bei Verwendung des EzT ösophageal/ PLMA klagten nur 14/10% der PatientInnen über Schwellungen. Bei den anderen Beatmungshilfen berichtete keiner der PatientInnen über Schwellungen.

Je ein Patient beklagte nach der Anwendung der PLMA und des EtT ein Globusgefühl im Halsbereich.

Ein Glottisödem wurde bei keiner Beatmungshilfe festgestellt.

3.11.4 Halsschmerzen

Über Halsschmerzen klagten nach Anwendung LTS nach 60min/24h 19/10% der PatientInnen. Beim EzT ösophageal beklagten nach 60min/24h 14/21%, nach Anwendung der PLMA 20/10% Halsschmerzen. Nach Beatmung mit dem EzT tracheal litten nach Anästhesie (60min, 24h) 27%, nach Beatmung mit dem EtT nur 5% unter Halsschmerzen.

3.11.5 Husten, Heiserkeit

Ein Gefühl des Reizhustens trat postoperativ am häufigsten nach Anwendung des EzT tracheal (18%) auf. Nach Beatmung mit allen anderen Beatmungshilfen, ausgenommen des EtT, wurde auch Reizhusten beklagt.

Bei 36% wurde bei der Befragung nach 60min ebenfalls nach Anwendung des EzT tracheal eine Heiserkeit angegeben, welche jedoch nach 24h nicht mehr vorhanden war. Beim LTS zeigte sich bei 10% der PatientInnen eine Heiserkeit. Bei keiner weiteren Beatmungshilfe wurde eine Heiserkeit in der Befragung angegeben.

Weitere Daten sind in Tab. XVII im Anhang ersichtlich.

4. DISKUSSION

Die Intubation mit dem Endotrachealtubus (EtT) wird von der American Heart Association (AHA) und dem European Resuscitation Council bis heute im Rahmen der erweiterten lebensrettenden Sofortmassnahmen für medizinisches Fachpersonal als das Mittel der ersten Wahl zur Sicherung der Atemwege empfohlen (3, 13). Die sichere und schnelle Durchführung der endotrachealen Intubation erfordert jedoch gerade in erschwerten Situationen, wie z.B. ausserhalb des Krankenhauses, ausreichende Erfahrung, Übung und Geschick. Anästhesisten und Intensivmediziner können durch ihre tägliche klinische Erfahrung die endotracheale Intubation in aller Regel auch in Ausnahmesituationen erfolgreich durchführen (37, 65). Für im Atemwegsmanagement weniger erfahrene Klinik- oder Notärzte, Rettungsassistenten und Pflegekräfte kann sich die Durchführung dieses Verfahrens als schwierig oder sogar unmöglich darstellen. In einer Studie von Timmermann et al. konnte in einem beobachteten Zeitraum über fünf Jahre gezeigt werden, dass sich der vom primärversorgenden Notarzt platzierte EtT in präklinischen Notfallsituationen unerkannt in 10,7% in rechtsbronchialer und in 6,7% in ösophagealer Position befand (36). Ähnliche Ergebnisse konnten auch Wirtz et al. in ihrer Studie aufzeigen (33). Hier befanden sich 15% der ausserhalb des Krankenhauses gelegten EtT im rechten Hauptbronchus, 12% lagen sogar extratracheal. Die Inzidenz einer unbemerkten Fehllage des EtT in der präklinischen Notfallmedizin ist wie gezeigt nicht selten. Eine Fehllage der Beatmungshilfe führt über eine insuffiziente Oxygenierung des Patienten und den damit verbundenen Problemen zu einer Steigerung der Morbiditäts- und Mortalitätsrate (66, 67). In diesen Situationen einer missglückten endotrachealen Intubation sowie im „basic life support“ ist die Maskenbeatmung eine weltweit verbreitete Alternative (1, 3). Nachteil bei dieser Beatmung können eine unzureichende Dichtigkeit der Gesichtsmaske und die Mitbelüftung des Magens sein (17, 20, 68, 69). Dichtigkeit und Mageninsufflation hängen beim ungeschütztem Atemweg von Variablen ab, die zum Teil vom Helfer beeinflussbar (Beatmungszeit und -druck), zum Teil patientenbezogen vorgegeben (unterer Ösophagusverschlussdruck, Compliance der Lunge, Atemwegswiderstand) sind. Letztere erfahren im Herz-Kreislaufstillstand erhebliche pathophysiologische Veränderungen. Mit progressiver Abnahme des unteren Ösophagusverschlussdrucks (Airway-Leak-Pressure/ ALP) und

4.1. EasyTube

Das innovative Konzept eines Tubus, der zum einen „blind“ eingeführt, zum anderen zur endotrachealen Intubation benutzt werden kann, ist an sich Erfolg versprechend (45). Durch die Möglichkeit, als extra- sowie infraglottische Beatmungshilfe benutzt zu werden, kann der EzT gerade in Notfallsituationen Vorteile bieten. Ist die von ERC, AHA und ILCOR zur endgültigen Atemwegssicherung empfohlene endotracheale Intubation durch Umgebungsbedingungen und fehlende Routine des Anwenders erschwert oder unmöglich, kann zeitsparend ohne eine weitere Beatmungshilfe zu benutzen, das Verfahren gewechselt werden (3, 13, 25). Eine ösophageale Platzierung des EzT erfordert nicht die Fähigkeit und den Zeitbedarf einer laryngoskopischen Einstellung der Stimmbandebene. Eine Zeitspanne von 30-40s sollte ohne zwischenzeitliche Ventilation z.B. mittels Gesichtsmaske bei der Atemwegssicherung generell nicht überschritten werden (13, 43).

Thierbach et al. zeigten 2005, dass sowohl während einer geplanten Narkose, als auch in Notfallsituationen der EzT ohne laryngoskopische Kontrolle im Median in 31s im ersten Versuch platziert werden konnte (44). Bollig et al. kamen zu ähnlichen Ergebnissen (46). Im Gegensatz dazu ergab die vorliegende Untersuchung, dass die vermeintlich einfache Technik der „blinden“ Einlage des Doppellumentubus bei insgesamt geringerer Erfolgsrate deutlich zeitintensiver war. Der EzT ösophageal konnte von erfahrenen AnästhesistInnen im Median in 56s (27-150s) bei einer Erfolgsrate von nur 64% platziert werden. Abweichend von unserem Studienrahmen wurden die Anwender in der Untersuchung von Bollig et al. im Voraus in der Anwendung des EzT an Intubationstrainern geschult. In der vorliegenden Studie wurden die Bedingungen so gewählt, dass zwar in der Handhabung des EzT eingewiesene AnästhesistInnen die Platzierung vornahmen, diese jedoch nicht über ein kontinuierliches Training und Erfahrung verfügten. Weiterhin ist den zitierten Studien nicht zu entnehmen, wie das gemessene Zeitintervall definiert war. In unserer Studie erstreckte sich das Intervall vom Zeitpunkt des erloschenen Lidreflexes bis zur ersten erfolgreichen Ventilation. Die Angaben anderer Autoren sind daher mit unseren nur bedingt vergleichbar.

Eine Platzierung des EzT unter laryngoskopischer Sicht in die Trachea gelang in der vorliegenden Studie in nur 50% der Fälle mit einem Zeitbedarf von im Median 68s.

Als Grund für die geringe Erfolgsrate können eingeschränkte Erfahrung des Anwenders, patientenspezifische Besonderheiten, aber auch das Design des EzT in Betracht gezogen werden. Bei vielen Intubationsversuchen behinderte, selbst nach vollständiger Evakuierung, der undurchsichtige grüne oropharyngeale Cuff die Sicht auf die Glottis bzw. den Ösophaguseingang. Eine Insertion unter Sicht konnte trotz bester Cormack-Lehane Klassifikation, ausreichender Mallampati/Patil Klassifikation und Mundöffnung nicht gewährleistet werden. Neben der eingeschränkten Sicht kam es vor, dass der grüne Cuff an den Zähnen hängen blieb und so eine schnelle Platzierung des EzT verhinderte.

Der in der vorliegenden Untersuchung gemessene hohe Zeitbedarf ist zudem insbesondere auf mehrfache Platzierungsversuche zurückzuführen. So konnte der EzT ösophageal in nur 41% der Fälle, der EzT tracheal in nur 27% im ersten Versuch platziert werden. Laut der von der American Society of Anaesthesiologists (79) 2005 veröffentlichten „closed claims analysis“ sind multiple Intubationsversuche und ein dadurch erhöhter Zeitbedarf mit einer erhöhten Inzidenz von hypoxischen Hirnschäden und Mortalität verbunden (80). Mehrfache Laryngoskopieversuche können Schwellungen, Schleimhautläsionen und Blutungen verursachen, die über eine weitere Verschlechterung der Verhältnisse in den oberen Atemwegen die Erfolgsrate reduzieren (81). In unserer Studie zeigt der häufige Nachweis von Blutspuren an der Beatmungshilfe und Schleimhautverletzungen, dass die Verletzungsgefahr der oropharyngealen Schleimhaut bei Anwendung des EzT ösophageal und tracheal erheblich ist. Abweichend von unseren Ergebnissen beschreiben Thierbach et al., dass nach Anwendung des EzT ösophageal an 15 Patienten keine Blutspuren oder Schleimhautverletzungen gefunden wurden (44). Die postoperativen Beschwerden (Halsschmerzen, Schwellungen, Schleimhautverletzungen, Reizhusten), welche die PatientInnen in der vorliegenden Studie angaben, sind, wie schon für den ähnlich konstruierten ETC festgestellt wurde, dem Design und der Materialbeschaffenheit dieser Beatmungshilfe zuzuschreiben (39).

Ein weiterer Aspekt, welcher die postoperativen Beschwerden je nach Cufffüllung des EzT ösophageal erläutern könnte, sind die in der vorliegenden Studie gemessenen extrem hohen Cuffdrücke (313-342 cmH₂O). Mit unseren Methoden nicht zu bestimmen war, wie hoch der tatsächliche Kompressionsdruck auf die ösophageale und tracheale Schleimhaut ist. Ulrich-Pur et al. haben in einer Studie über Mikrochipsensoren den Kompressionsdruck auf die pharyngeale, tracheale und ösopha-

geale Schleimhaut bei verschiedenen extraglottischen Beatmungshilfen (u.a. LTS, PLMA, EzT) an Leichen gemessen (82). Dabei konnte gezeigt werden, dass bei Einhaltung der vom Anbieter empfohlenen Cuffvolumina keine für die Schleimhaut traumatischen Drücke erreicht wurden. Brimacombe et al. untersuchten Zusammenhang und Auswirkungen von Kompressionsdruck auf die Schleimhaut und Durchblutung der pharyngealen Schleimhaut bei Benutzung einer modifizierten oropharyngealen Beatmungshilfe (83). Sie konnten zeigen, dass bei einer Zunahme des direkten Druckes auf die Schleimhaut von 34 auf 80cmH₂O die Durchblutung stagnierte und in 90% der Fälle einen Verschluss der Blutgefäße verursachte. Um eine Ischämie des dem Cuff anliegenden Gewebes zu vermeiden, sollte der Cuffdruck 120cmH₂O nicht überschreiten. In der vorliegenden Studie wurden weitaus höhere Cuffdrücke gemessen. Wie auch Ulrich-Pur et al. in ihrer Studie deutlich machen, sind extraglottische Beatmungshilfen (EzT, ETC) nicht für den längeren Gebrauch bestimmt. Bei Beachtung dieser Anwendungsbeschränkungen ist eine schwere schleimhautschädigende Wirkung nicht zu erwarten, postoperative Beschwerden sind jedoch auch bei kurzzeitiger Benutzung nicht auszuschließen.

Eine weitere Anforderung an jede Beatmungshilfe ist die Gewährleistung eines guten Aspirationsschutzes bei suffizienter Ventilation und Oxygenierung des Notfallpatienten. Gerade bei extraglottischen Beatmungshilfen kann das im Vergleich zum EtT erhöhte Risiko der Regurgitation und Aspiration einen limitierenden Faktor für ihren Einsatz darstellen. Eine kritische Beurteilung des Airway-Leak-Pressure bei unterschiedlichen Cuffvolumina liefert Erkenntnisse darüber, bei welchem Cuffvolumen die größtmögliche Systemdichtigkeit erreicht wird. Bei unvollständiger Abdichtung entsteht eine Leckage (ALP), die bei Verwendung des EzT ösophageal in der vorliegenden Studie abhängig vom Füllvolumen des oropharyngealen Cuffs im Median bei 17-23cmH₂O (Minimum 6cmH₂O, Maximum 40cmH₂O) lag. Die Ergebnisse zeigen, dass die Systemdichtigkeit bei vom Hersteller maximal empfohlener Cufffüllung von 90ml am höchsten war, was bei den im anästhesiologischen Alltag üblichen Beatmungsdrücken von maximal 20cmH₂O gerade noch tolerierbar ist (74). In Notfallsituationen hingegen kann bei anzunehmender Nichtnüchternheit des Patienten die schwankende Systemdichtigkeit insbesondere im Zusammenhang mit höheren erforderlichen Beatmungsdrücken zu einer Magenbeatmung, Regurgitation und Aspiration führen. Dieses Risiko kann bei Anwendung des EzT durch passive Magenentlüftung oder kontinuierliche aktive Absaugung des Magens über den zweiten Schenkel verringert werden. Darüber hinaus ist durch viele weitere

Schenkel verringert werden. Darüber hinaus ist durch viele weitere Variablen (z.B. Umgebungsbedingungen, Verletzungen im Oropharynx, Thorax) nicht generell von einer ausreichenden Oxygenierung bei guter Systemdichtigkeit durch den EzT ösophageal auszugehen.

Unter den betrachteten Aspekten ist der Einsatz des EzT differenziert zu betrachten. Im klinischen Alltag sind Patientenzufriedenheit und Sicherheit entscheidend. In der Notfallmedizin hingegen kommt es vor allem auf die schnelle Oxygenierung und umgehende Sicherung der Atemwege an. Gerätespezifische Besonderheiten des EzT, wie der störende grüne Cuff bei laryngoskopischer Platzierung, erschweren die schnelle und atraumatische Platzierung, was in Notfallsituationen erhebliche Probleme bereiten kann. Desweiteren bleibt ein längerer Einsatz im klinischen Alltag aufgrund hoher und eventuell schleimhautschädigender Cuffdrücke eingeschränkt.

4.2 Larynxtubus S

Der LTS gewährleistet als Weiterentwicklung des Larynxtubus (LT) eine Trennung des respiratorischen und gastrointestinalen Systems. Ein Lumen wird zur Ventilation benutzt, das zusätzliche Drainagelumen erlaubt neben der passiven Druckentlastung des Magens auch die Einlage einer Magensonde. Erste Untersuchungen führten Dörges et al. 2003 im Rahmen einer klinische Studie zum Einsatz des LTS während der Allgemeinanästhesie durch. Die Ergebnisse waren mit einer Erfolgsrate von 100% und einer Platzierungszeit von im Median 21s sehr aussichtsreich (52). Gaitini et al. zeigten 2004, dass unter standardisierten Bedingungen der LTS mit einem Zeitbedarf von 34 ± 25 s bei einer Erfolgsrate von 94% platziert werden konnte (40). In den zitierten Studien wurden die AnwenderInnen in der Insertionstechnik im Voraus geschult. Auch ohne spezielles Training, konnte in der vorliegenden Studie der LTS schnell (Median 24s) und mit einer hohen Erfolgsrate (95%) platziert werden. Nachfolgende Studien zeigten ähnliche Ergebnisse (39, 51, 84). Ein Einsatz des LTS auch durch unerfahrenes Personal wäre anhand dieser Ergebnisse sowie derer bereits zitierter Studien durchaus denkbar. Im Gegensatz zu der vorliegenden Studie zeigten Klaver et al. allerdings, dass Assistenzärzte ohne wesentliche Erfahrung den LTS unter standardisierten Bedingungen in nur 89% der Fälle mit einer Platzierungszeit von im Median 55s platzieren konnten, wobei nur bei 68% die Einlage des LTS im ersten Versuch gelang (42). Eine deutliche Lernkurve konnte durch kürzere Platzierungszeiten im Studienverlauf (ersten zehn Patienten: 63s, letzten zehn Patienten: 43s) ermittelt werden.

Neben der schnellen Anwendbarkeit ist eine weitere wesentliche Anforderung an extraglottische Beatmungshilfen, eine Ventilation bei hoher Systemdichtigkeit (ALP) und niedrigen Atemwegsspitzenrücken (PAW) zu ermöglichen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigten im Einklang mit weiteren Studien, dass der LTS aufgrund einer hohen Systemdichtigkeit schon bei minimaler Cufffüllung (60-70ml) sowie niedrigen Cuffdrücken für die Anwendung im anästhesiologischen Alltag, aber auch in Situationen erhöhter Beatmungsdrücke wie im Rahmen der Ventilation von Notfallpatienten, geeignet ist (40, 52, 85). In einem Fallbericht beschrieben Zand et al., dass mit dem LTS nicht nur die Ableitung von Regurgitationsflüssigkeit über eine Magensonde, sondern auch die Platzierung und Ventilation in einer „cannot intubate, cannot

ventilate“-Situation erfolgreich war (86). Roth et al. zeigten, dass der LTS auch in Situationen eines erhöhten intraabdominellen Druckes (laparoskopische Abdominalchirurgie) ohne erhöhtes Regurgitations- und Aspirationsrisiko einsetzbar ist (85). In unserer Studie konnten Zeichen einer Regurgitation mittels postoperativer pH-Messung an der Beatmungshilfe ebenfalls ausgeschlossen werden.

Postoperativ wurden die Patienten gezielt nach möglichen Komplikationen extraglottischer Beatmungshilfen befragt. Die Anwendung des LTS führte in der vorliegenden Studie zu Blutspuren, Schleimhautverletzungen, Halsschmerzen, Heiserkeit und Schwellungen. Andere Untersucher kamen zu ähnlichen Ergebnissen (40, 42, 51, 85). Banchereau et al. beschrieben in einem Fallbericht das Auftreten von oropharyngealen Ulcera nach Anwendung des LTS während einer Narkose (87). Die beschriebenen Komplikationen spielen beim Einsatz des LTS im Notfall eine untergeordnetere Rolle als bei Anwendung im klinischen Alltag.

Unter Betrachtung der Ergebnisse der vorliegenden Studie erweist sich der LTS als geeignete Beatmungshilfe zur Sicherung der Atemwege. Mit kurzen Platzierungszeiten, hoher Dichtigkeit bezüglich der Ventilation und Möglichkeit der gastralen Entlüftung und Entleerung sind mit dem LTS Grundvoraussetzungen extraglottischer Beatmungshilfen geschaffen. Die postoperativen Komplikationen könnten durch einen häufigeren Einsatz im klinisch-anästhesiologischen Routinebetrieb reduziert und die Handhabung und Akzeptanz des LTS unter Anwendern und Patienten verbessert werden.

4.3 ProSeal Larynxmaske

Seit der Einführung 1983 hat die Larynxmaske (LMA) eine wichtige Rolle im Atemwegsmanagement eingenommen. Obgleich die LMA schon ein großer Fortschritt in der Beatmung war, verursachten eine suboptimale Platzierung und Fixierung Lageinstabilitäten und Rotationen der Maske während der Narkose (88-91). Die PLMA bietet durch eine Modifikation des Cuffs eine verbesserte Abdichtung und Lagestabilität. Keller et al. zeigten, dass der Airway-Leak-Pressure (ALP) der PLMA bei allen Cuffvolumina höher lag als der der LMA (92). Ähnliche Ergebnisse konnten in der vorliegenden Studie (Median 27-32cmH₂O) und weiteren Untersuchungen ermittelt werden (39, 40, 93-95). Selbst eine neuromuskuläre Blockade, die eine Erschlaffung der Muskulatur bewirkt, hatte, wie Goldmann et al. verdeutlichten, keine Auswirkungen auf den Leckagedruck der PLMA (96). In einem Fallbericht konnten Laver et al. zeigen, dass eine suffiziente Ventilation mit der PLMA auch bei hohen Beatmungsdrücken (>20cmH₂O) bei einem Patienten im Status asthmaticus möglich war (97).

In der vorliegenden Studie wurde neben dem ALP auch der Cuffdruck gemessen. Nach Keller et al. würde eine Subtraktion des in vivo von dem in vitro gemessenen Cuffdruck den Wert ergeben, welcher etwa dem Druck entspricht, der auf die Schleimhaut wirkt (92). Ab einem Mukosadruk von über 35cmH₂O, welcher dementsprechend einem Cuffdruck von etwa 120cmH₂O entspricht, kann bei einem längerfristigen Einsatz die Durchblutung in der Mukosa eingeschränkt sein (83). Keller et al. zeigten bei der direkten Ermittlung des Mukosadrucks für die PLMA über Mikrochipsensoren, dass nur bei 5% der Fälle ein Druck von 35cmH₂O überschritten wurde (92). Bei den in unserer Studie gemessenen Cuffdrücken von im Median 65-130cmH₂O, kann eine Schädigung der Mukosa eintreten, ist jedoch bei kurzzeitigem Einsatz der PLMA nicht zu erwarten.

Weiterer Aspekt bei der Beurteilung neuer Beatmungshilfen sind Platzierungszeit und Erfolgsrate. Eine korrekte Platzierung der PLMA erfolgte in unserer Studie in 91% in im Median 25s, was mit anderen Studien vergleichbar ist (39, 40, 94, 98). Ursachen der zwei fehlgeschlagenen Platzierungsversuche unserer Studie waren zum einen eine Undichtigkeit der Maske, zum anderen ein Umschlagen der Spitze. Eine Verbiegung der Cuffspitze beschrieben auch Borkowski et al. als Ursache einer Fehlplatzierung (99). Klaver et al. zeigten, dass die PLMA mit einer Erfolgsrate von

95% bei einem Zeitbedarf von 53s auch von unerfahrenen AssistenzärztInnen erfolgreich eingesetzt werden kann (42).

Über ein zweites Lumen kann bei der PLMA eine Magensonde gelegt werden, wodurch ein Schutz vor Überblähung des Magens gegeben wird. Rosenblatt beschreibt in einem Fallbericht die Anwendung der PLMA bei schwierigem Atemweg. Nach Scheitern von endotrachealer Intubation, fiberoptischer Darstellung der Glottis und Platzierung der LMA-Fastrach, wurde die PLMA erfolgreich eingebracht. Entlastung des Magens über eine Magensonde führte zur Senkung der vorher durch zwischenzeitliche Beatmung mit einer Maske stark erhöhten Beatmungsdrücke, wodurch eine suffiziente Ventilation ermöglicht wurde (100).

Die Komplikationsrate bei Anwendung einer Larynxmaske wird als sehr gering beschrieben (74, 101). In der vorliegenden Untersuchung wurden Blutspuren an der Beatmungshilfe sowie postoperativ Schleimhautverletzungen und Halsschmerzen festgestellt. Als weitere Komplikationen werden Nervenlähmungen im Bereich der Zunge und des Pharynx beschrieben (102-105). In der vorliegenden Studie gaben zudem zwei PatientInnen postoperativ Reizhusten an, was auf eine Irritation des Nervus recurrens hindeuten kann. Neben einer atraumatischen Insertion können diese Komplikationen, wie Brimacombe et al. schlussfolgerten, vor allem durch die Wahl der richtigen Maskengröße, ein minimal notwendiges Cuffvolumen und frühzeitige Identifikation und Korrektur einer Fehllage der Maske minimiert werden (102). Klaver et al. konnten in ihrer Studie nachweisen, dass die Inzidenz der postoperativen Beschwerden in Korrelation mit dem Anwender zu sehen war (42). Eine kompetente Anwendung und Handhabung kann jedoch nur durch Personen, welche mit der Beatmungshilfe vertraut sind, gewährleistet werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die PLMA eine komplikationsarme Beatmungshilfe darstellt, welche eine suffiziente Beatmung, gastrale Absaugung und gute Handhabung gewährleistet.

4.5.1 Vergleich der extraglottischen Beatmungshilfen

Beim Vergleich der in dieser Studie eingeschlossenen extraglottischen Beatmungshilfen wurde die signifikant längste Platzierungszeit bei Anwendung des EzT ermittelt. Unter laryngoskopischer Sicht sowie „blind“ war eine Platzierung des EzT nur mit signifikant mehr Versuchen und einer deutlich geringeren Erfolgsrate als bei LTS und PLMA möglich. Im Hinblick auf die Anwendung im klinischen Alltag wie auch in der Notfallmedizin sind lange Platzierungszeiten von über 30s und viele Insertionsversuche inakzeptabel (13). Diesen Kriterien konnten in der vorliegenden Studie nur LTS und PLMA genügen.

Bezüglich der Systemdichtigkeit ergab sich trotz höchster Cuffdrücke bei Anwendung des EzT ösophageal der niedrigste ALP. LTS und PLMA zeigten hingegen schon bei minimalen Cuffvolumina eine hohe Systemdichtigkeit. Bei signifikant höheren Cuffdrücken unter Anwendung des EzT ösophageal muss im Gegensatz zu LTS und PLMA eher mit möglichen Schleimhautschäden gerechnet werden, wobei der Cuffdruck dem Mukosadruck nicht generell gleichzusetzen ist (83). Inwieweit langfristige Komplikationen einer hohen Druckbelastung bei längerem Gebrauch auftreten, muss Gegenstand zukünftiger Studien sein.

Weiterhin wurde deutlich, dass beim EzT grundsätzlich die Möglichkeit besteht, über das falsche Lumen zu beatmen. Diese Gefahr besteht bei Anwendung von LTS und PLMA nicht. Ebenfalls können beim EzT durch zwei getrennte Cuffzuleitungen im Gegensatz zur simultanen Cuffblockung bei den anderen getesteten Beatmungshilfen Fehler bei der Blockung der Cuffs auftreten. Damit wird dem Prinzip der Notfallmedizin, dass Arbeitsabläufe möglichst einfach gehalten werden müssen, nicht Rechnung getragen.

In der postoperativen Befragung zeigte sich, dass PatientInnen nach Anwendung des EzT tracheal tendenziell mehr über Husten, Heiserkeit und Halsschmerzen klagten. Die postoperative Patientenzufriedenheit war bei Verwendung der PLMA am größten. Der EzT ösophageal und der LTS erbrachten eine akzeptable Patientenzufriedenheit. Ärztlicherseits wurde die Handhabung des EzT ösophageal wie auch tracheal zu LTS und PLMA als deutlich schwieriger empfunden.

4.5.2 Vergleich der extraglottischen Beatmungshilfen mit dem Endotrachealtubus

Die Intubation mit dem EtT ist das Standardverfahren der Atemwegssicherung (13, 15, 74). Eine Beatmung mit an die Erfordernisse des Patienten angepassten Beatmungsdrücken, bestmöglicher Aspirationsschutz und die Möglichkeit der endobronchialen Absaugung und Medikamentengabe sind entscheidende Kriterien für die Wahl der endotrachealen Intubation. In der vorliegenden klinischen Studie konnte gezeigt werden, dass auch bei nicht optimaler Visualisierung der Glottis (Cormack & Lehane-Klassifikation III,IV) der EtT vergleichsweise schnell, erfolgreich und mit wenigen Versuchen platziert werden konnte. Eine mehrjährige Erhebung von Timmermann et al. zeigte, dass über eine orotracheale Intubation in 98% eine präklinische Sicherung der Atemwege erreicht wurde, wobei in 4,3% mehr als drei Intubationsversuche benötigt oder ein Fehlschlagen der endotrachealen Intubation festgestellt wurde (36). Ein schwieriger Atemweg (Cormack & Lehane III,IV) bestand in dieser Untersuchung in 14,8% und wurde nach Timmermann et al. durch schlechte Laryngoskopiebedingungen bzw. eine suboptimale Patientenposition verursacht. Eine Studie von Maharaj et al. zeigte, dass die endotracheale Intubation vor allem für Unerfahrene bei Simulierung eines schwierigen Atemwegs eine Erfolgsrate von nur 50% aufweist (106). Gerade in Situationen, die keine optimalen Bedingungen erfüllen, und für Anwender, welche über keine tägliche Routine verfügen, sind Alternativen zur endotrachealen Intubation essentiell. Im Falle eines schwierigen Atemwegs oder Misslingens der endotrachealen Intubation empfehlen daher die AHA, ERC und die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin den Einsatz extraglottischer Beatmungshilfen (13, 107, 108).

Der endotracheal platzierte und geblockte Tubus dichtet die Trachea weitestgehend ab und verhindert das Eindringen fester oder flüssiger Fremdkörper. Bei den extraglottischen Beatmungshilfen (EzT, LTS, PLMA) lässt sich über eine kontinuierliche Absaugung der intragastrale Druck deutlich reduzieren. Das Regurgitations- und Aspirationsrisiko wird dadurch zwar verringert, ein Schutz wie bei trachealer Blockung ist jedoch nicht gegeben.

Weiterer Vorteil bei der Anwendung eines tracheal platzierten Tubus ist die Möglichkeit der endobronchialen Applikation von Medikamenten. Wenn die Lage eines peri-

pheren Zugangs, z.B. bei Kreislaufzentralisation im Schock oder unter Reanimationsbedingungen, unmöglich ist, können Notfallmedikamente schnell und effektiv über den endotracheal liegenden Tubus appliziert werden (109). Extraglottische Beatmungshilfen bieten diese Möglichkeit nicht. Kofler et al. zeigten, dass Epinephrin bei Applikation in den ösophagealen Schenkel des ETC in zehnfach höherer Dosierung als endotracheal gegeben werden muss, um vergleichbare Plasmaspiegel und hämodynamische Effekte zu erreichen (110). Eine ösophageale Gabe von Medikamenten ist bei extraglottischen Beatmungshilfen zwar theoretisch möglich, benötigt jedoch extrem hohe Medikamentendosierungen.

Im Vergleich zu den extraglottischen Beatmungshilfen wurde die subjektive Handhabung des EtT durch die Anwender in unserer Studie am besten bewertet, was sich durch tägliche Erfahrung mit diesem Verfahren erklären lässt. Mitbedingt durch die Möglichkeit einer atraumatischen Platzierung unter Sicht, war die Patientenzufriedenheit bei der Atemwegssicherung mit Hilfe des EtT am größten.

Eine kürzlich von Timmermann et al. veröffentlichte Untersuchung betrachtete die Wahl der Beatmungshilfe zur präklinischen Sicherung der Atemwege in Abhängigkeit von persönlicher Erfahrung und Wissenstand der Notärzte. Extraglottische Beatmungshilfen werden dieser Erhebung zufolge in bis zu 98% von AnästhesistInnen gewählt, während in Anästhesie und Beatmung weniger Erfahrene diese nur in 11% benutzen (111). Ein eingeschränktes Angebot, mangelnde Bereitschaft zu individuellen innerklinischen Aus- und Weiterbildungen und Verbreitung im klinischen Alltag führt zu einem geringen Gebrauch von extraglottischen Beatmungshilfen. Ein Ersthelfer im Notfall wird wie Timmermann et al. bestätigten immer eher auf bekannte Beatmungshilfen zurückgreifen, als neuere (extraglottische) Beatmungshilfen zu benutzen.

4.6. Schlussfolgerung und Perspektiven

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass für den klinischen Einsatz sowohl LTS als auch PLMA geeignete extraglottische Beatmungshilfen darstellen. Beide ermöglichen eine einfache, schnelle Platzierung und gute Oxygenierung bei adäquatem Aspirationsschutz und angemessener Patientenzufriedenheit. Damit sind elementare Voraussetzungen für einen Einsatz in der präklinischen Notfallmedizin erfüllt. Im Gegensatz zum LTS ist die PLMA nur als Mehrwegartikel verfügbar. Dieses kann insbesondere bei der auch in Europa zunehmenden Tendenz zur Verwendung von Einmalartikeln eine Nutzungseinschränkung sein. Speziell in der präklinischen Notfallmedizin ist aus zeitlichen und logistischen Gründen erstens eine Sterilisation schwer durchführbar, zweitens kann die Nutzungsdauer durch die Gefahr eines vorzeitigen Werkstoffverschleißes im Rahmen der Wiederaufbereitung eingeschränkt sein.

Der EzT hingegen ist im klinischen Alltag derzeit nur begrenzt einsetzbar, da Platzierungszeit, Handhabung und Patientenzufriedenheit in unserer Untersuchung eindeutig hinter den Ergebnissen von PLMA und LTS zurückstehen. Das Prinzip des Doppellumentubus mit extraglottischer wie auch endotrachealer Platzierungsmöglichkeit ist sicherlich sinnvoll. Jedoch die komplexe Handhabung des EzT kann vor allem in der Anwendung durch weniger Geübte im präklinischen Einsatz ein nicht zu unterschätzendes Problem darstellen. Konsequente technische Weiterentwicklungen und zusätzliches kontinuierliches Training können in Zukunft den derzeit problematischen inner- und präklinischen Routineeinsatz ermöglichen.

In Einklang mit der aktuellen Literatur bestätigt die vorliegende Untersuchung, dass die endotracheale Intubation (EtT) weiterhin als „Goldstandard“ zur Sicherung der Atemwege bezeichnet werden kann.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die Behandlung akut eintretender Herzkreislaufstillstände stellt im prä- und innerklinischen Alltag ein komplexes Geschehen dar. Da die Unterversorgung des Gehirns und anderer lebenswichtiger Organe (Herz, Lunge, Leber, Nieren) mit Sauerstoff eine akut lebensbedrohliche Situation ist, nimmt die sofortige Beatmung, und damit die Oxygenierung des Blutes, neben der Herzdruckmassage bei der kardiopulmonalen Reanimation eine zentrale Rolle ein. Als „Goldstandard“ für die Sicherung der Atemwege gilt bis heute die endotracheale Intubation. Deren erfolgreiche Durchführung erfordert spezifische Kenntnisse und Fertigkeiten und kann insbesondere unter Notfallbedingungen erschwert sein. Für den Fall einer unmöglichen endotrachealen Intubation werden in den internationalen Leitlinien des European Resuscitation Council und der American Heart Association extraglottische Beatmungshilfen als adäquate Alternativen empfohlen.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war, die extraglottischen Beatmungshilfen EasyTube (EzT) Larynxtrubus S (LTS) und ProSeal Larynxmaske (PLMA) anhand klinischer Beatmungs- und Vitalparameter, Systemdichtigkeit, Handhabung und Patientenkomfort mit der endotrachealen Intubation (EtT) zu vergleichen. Diese Parameter wurden an 120 PatientInnen in einer prospektiv randomisierten Studie unter standardisierten Bedingungen untersucht. Oben genannte Parameter wurden zu fünf verschiedenen Messzeitpunkten auf einem für diese Studie erstellten Erhebungsbogen genau dokumentiert. Postoperativ wurden Anwender und PatientInnen anhand von Fragebögen zur subjektiven Einschätzung der jeweiligen Beatmungshilfe befragt.

Insgesamt zeigte sich, dass alle untersuchten Beatmungshilfen eine adäquate Ventilation und Oxygenierung der PatientInnen ermöglichten. Allerdings ergaben sich hinsichtlich Platzierungszeit und –erfolg große Unterschiede: Der EzT tracheal/ ösophageal konnte nur mit signifikant längerem Zeitbedarf (68s/56s) und geringerer Erfolgsrate (50%/64%) platziert werden als der EtT (20s/95%), der LTS (24s/85%) und die PLMA (25s/91%). Die größte Systemdichtigkeit (Airway-Leak-Pressure) schon bei minimaler Cuffüllung wurde bei Anwendung des LTS gemessen (40cmH₂O), wobei die je nach Cuffvolumen leicht variierende Systemdichtigkeit bei Anwendung der PLMA (27-32 cmH₂O) ebenfalls absolut ausreichend war. Trotz signifikant höherer Cuffdrücke bei Anwendung des EzT ösophageal (313-342cmH₂O),

war die Systemdichtigkeit signifikant niedriger als bei Anwendung des LTS und der PLMA und lag mit 17-23cmH₂O durchaus im kritischen Bereich.

Entsprechend wurde durch die AnwenderIn die Handhabung des EzT tracheal/ ösophageal am Schlechtesten, die des EtT am Besten beurteilt. Subjektive postoperative Komplikationen traten am häufigsten beim EzT tracheal (Halsschmerzen, Husten, Heiserkeit) auf.

Im Einklang mit der aktuellen Literatur zeigte die vorliegende Untersuchung, dass die endotracheale Intubation weiterhin „Goldstandard“ zur Sicherung der Atemwege ist. LTS und PLMA ermöglichten eine einfache, schnelle Platzierung und gute Oxygenierung bei adäquatem Aspirationsschutz und angemessener Patientenzufriedenheit und stellten deshalb geeignete extraglottische Beatmungshilfen dar. Obwohl das Prinzip einer Beatmungshilfe, welche extraglottisch und endotracheal platziert werden kann, sinnvoll ist, war der EzT nach unseren Ergebnissen durch lange Platzierungszeiten, komplexe Handhabung und unzureichenden Patientenkomfort im klinischen Alltag derzeit nur begrenzt einsetzbar. Konsequente technische Änderungen und kontinuierliches Training könnten den Routineeinsatz ermöglichen.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2005;67 Suppl 1:S7-23.
2. Zipes DP, Wellens HJ. Sudden cardiac death. *Circulation* 1998;98(21):2334-51.
3. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2005;112(24 Suppl):IV1-203.
4. Idris AH, Staples ED, O'Brien DJ, Melker RJ, Rush WJ, Del Duca KD, et al. Effect of ventilation on acid-base balance and oxygenation in low blood-flow states. *Crit Care Med* 1994;22(11):1827-34.
5. Moretti MA, Cesar LA, Nusbacher A, Kern KB, Timerman S, Ramires JA. Advanced cardiac life support training improves long-term survival from in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2007;72(3):458-65.
6. Woodall J, McCarthy M, Johnston T, Tippett V, Bonham R. Impact of advanced cardiac life support-skilled paramedics on survival from out-of-hospital cardiac arrest in a statewide emergency medical service. *Emerg Med J* 2007;24(2):134-8.
7. Sandroni C, Nolan J, Cavallaro F, Antonelli M. In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival. *Intensive Care Med* 2007;33(2):237-45.
8. Herlitz J, Svensson L, Engdahl J, Angquist KA, Silfverstolpe J, Holmberg S. Association between interval between call for ambulance and return of spontaneous circulation and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2006;71(1):40-6.
9. Kellum MJ, Kennedy KW, Ewy GA. Cardiocerebral resuscitation improves survival of patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Med* 2006;119(4):335-40.

10. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Eur Heart J* 2001;22(6):511-9.
11. Idris AH, Wenzel V, Becker LB, Banner MJ, Orban DJ. Does hypoxia or hypercarbia independently affect resuscitation from cardiac arrest? *Chest* 1995;108(2):522-8.
12. Dorges V. Airway management in emergency situations. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2005;19(4):699-715.
13. Nolan JP, Deakin CD, Soar J, Bottiger BW, Smith G. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2005;67 Suppl 1:S39-86.
14. Byhan C, Heller G, Meininger D, Döriges V. Atemwegsmanagement in der Notfallmedizin. *Notfallmedizin up2date* 2007;2(2):105-118.
15. Dorges V, Ocker H, Neubert E, Schumann T, Wenzel V. [Emergency airway management-- comparison of various strategies in an unsecured airway]. *Wien Klin Wochenschr* 2001;113(5-6):186-93.
16. Busko JM, Blackwell TH. Impact of a pressure-responsive flow-limiting valve on bag-valve-mask ventilation in an airway model. *Cjem* 2006;8(3):158-63.
17. Doerges V, Sauer C, Ocker H, Wenzel V, Schmucker P. Airway management during cardiopulmonary resuscitation--a comparative study of bag-valve-mask, laryngeal mask airway and combitube in a bench model. *Resuscitation* 1999;41(1):63-9.
18. Gabrielli A, Layon AJ, Wenzel V, Dorges V, Idris AH. Alternative ventilation strategies in cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care* 2002;8(3):199-211.
19. Bowman FP, Menegazzi JJ, Check BD, Duckett TM. Lower esophageal sphincter pressure during prolonged cardiac arrest and resuscitation. *Ann Emerg Med* 1995;26(2):216-9.
20. Stone BJ, Chantler PJ, Baskett PJ. The incidence of regurgitation during cardiopulmonary resuscitation: a comparison between the bag valve mask and laryngeal mask airway. *Resuscitation* 1998;38(1):3-6.
21. Thomas AN, O'Sullivan K, Hyatt J, Barker SJ. A comparison of bag mask and mouth mask ventilation in anaesthetised patients. *Resuscitation* 1993;26(1):13-21.

22. Smally AJ, Ross MJ, Huot CP. Gastric rupture following bag-valve-mask ventilation. *J Emerg Med* 2002;22(1):27-9.
23. Neelakanta G, Chikyarappa A. A review of patients with pulmonary aspiration of gastric contents during anesthesia reported to the Departmental Quality Assurance Committee. *J Clin Anesth* 2006;18(2):102-7.
24. Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. Georg Thieme Verlag 2001.
25. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 4: Advanced life support. *Resuscitation* 2005;67(2-3):213-47.
26. Michael TA. Comparison of the esophageal obturator airway and endotracheal intubation in prehospital ventilation during CPR. *Chest* 1985;87(6):814-9.
27. von Goedecke A, Keller C, Voelckel WG, Dunser M, Paal P, Torgersen C, et al. [Mask ventilation as an exit strategy of endotracheal intubation]. *Anaesthetist* 2006;55(1):70-9.
28. Dorges V, Wenzel V, Knacke P, Gerlach K. Comparison of different airway management strategies to ventilate apneic, nonpreoxygenated patients. *Crit Care Med* 2003;31(3):800-4.
29. Wenzel V, Russo S, Arntz HR, Bahr J, Baubin MA, Bottiger BW, et al. [The new 2005 resuscitation guidelines of the European Resuscitation Council: comments and supplements]. *Anaesthesist* 2006;55(9):958-66, 968-72, 974-9.
30. Jemmett ME, Kendal KM, Fourre MW, Burton JH. Unrecognized misplacement of endotracheal tubes in a mixed urban to rural emergency medical services setting. *Acad Emerg Med* 2003;10(9):961-5.
31. Lester CA, Donnelly PD, Assar D. Lay CPR trainees: retraining, confidence and willingness to attempt resuscitation 4 years after training. *Resuscitation* 2000;45(2):77-82.
32. Sayre MR, Sakles JC, Mistler AF, Evans JL, Kramer AT, Pancioli AM. Field trial of endotracheal intubation by basic EMTs. *Ann Emerg Med* 1998;31(2):228-33.
33. Wirtz DD, Ortiz C, Newman DH, Zhitomirsky I. Unrecognized misplacement of endotracheal tubes by ground prehospital providers. *Prehosp Emerg Care* 2007;11(2):213-8.

34. Kollef MH, Legare EJ, Damiano M. Endotracheal tube misplacement: incidence, risk factors, and impact of a quality improvement program. *South Med J* 1994;87(2):248-54.
35. Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Ann Emerg Med* 2001;37(1):32-7.
36. Timmermann A, Russo SG, Eich C, Roessler M, Braun U, Rosenblatt WH, et al. The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg* 2007;104(3):619-23.
37. Thierbach A, Piepho T, Wolcke B, Kuster S, Dick W. [Prehospital emergency airway management procedures. Success rates and complications]. *Anaesthesist* 2004;53(6):543-50.
38. Adnet F, Jouriles NJ, Le Toumelin P, Hennequin B, Taillandier C, Rayeh F, et al. Survey of out-of-hospital emergency intubations in the French prehospital medical system: a multicenter study. *Ann Emerg Med* 1998;32(4):454-60.
39. Bein B, Carstensen S, Gleim M, Claus L, Tonner PH, Steinfath M, et al. A comparison of the proseal laryngeal mask airway, the laryngeal tube S and the oesophageal-tracheal combitube during routine surgical procedures. *Eur J Anaesthesiol* 2005;22(5):341-6.
40. Gaitini LA, Vaida SJ, Somri M, Yanovski B, Ben-David B, Hagberg CA. A randomized controlled trial comparing the ProSeal Laryngeal Mask Airway with the Laryngeal Tube Suction in mechanically ventilated patients. *Anesthesiology* 2004;101(2):316-20.
41. Carstensen S, Claus L, Bein B, Steinfath M, Döriges V. larynx-tubus-S (LT-S) vs. Larynxmaske ProSeal (LMA ProSeal)- Evaluierung weiterentwickelter Beatmungshilfen. *Br J Anesth* 1999;82:286-7.
42. Klaver NS, Kuizenga K, Ballast A, Fidler V. A comparison of the clinical use of the Laryngeal Tube S and the ProSeal Laryngeal Mask Airway by first-month anaesthesia residents in anaesthetised patients. *Anaesthesia* 2007;62(7):723-7.
43. Thierbach AR, Werner C. Infraglottic airway devices and techniques. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2005;19(4):595-609.
44. Thierbach AR, Piepho T, Maybauer M. The EasyTube for airway management in emergencies. *Prehosp Emerg Care* 2005;9(4):445-8.

45. Thierbach AR, Piepho T, Maybauer MO. A new device for emergency airway management: the EasyTube. *Resuscitation* 2004;60(3):347.
46. Bollig G, Lovhaug SW, Sagen O, Svendsen MV, Steen PA, Wik L. Airway management by paramedics using endotracheal intubation with a laryngoscope versus the oesophageal tracheal Combitube and EasyTube on manikins: a randomised experimental trial. *Resuscitation* 2006;71(1):107-11.
47. Urtubia RM, Leyton P. Successful use of the EasyTube for facial surgery in a patient with glottic and subglottic stenosis. *J Clin Anesth* 2007;19(1):77-8.
48. GmbH R. Gebrauchsanweisung EasyTube. Art. Nr. 116600.
49. Frass M, Frenzer R, Rauscha F, Schuster E, Glogar D. Ventilation with the esophageal tracheal combitube in cardiopulmonary resuscitation. Promptness and effectiveness. *Chest* 1988;93(4):781-4.
50. Frass M, Frenzer R, Zdrahal F, Hoflehner G, Porges P, Lackner F. The esophageal tracheal combitube: preliminary results with a new airway for CPR. *Ann Emerg Med* 1987;16(7):768-72.
51. Genzwurker H, Finteis T, Hinkelbein J, Ellinger K. [First clinical experiences with the new LTS. A laryngeal tube with an oesophageal drain]. *Anaesthesist* 2003;52(8):697-702.
52. Dorges V, Ocker H, Wenzel V, Steinfath M, Gerlach K. The Laryngeal Tube S: a modified simple airway device. *Anesth Analg* 2003;96(2):618-21, table of contents.
53. GmbH VM. Larynx-Tubus LTS.2-6.
54. Brain AI. The laryngeal mask--a new concept in airway management. *Br J Anaesth* 1983;55(8):801-5.
55. Brain AI. The development of the Laryngeal Mask--a brief history of the invention, early clinical studies and experimental work from which the Laryngeal Mask evolved. *Eur J Anaesthesiol Suppl* 1991;4:5-17.
56. Brain AI. Die Kehlkopfmaske- Anweisungen für den Gebrauch. 1993.
57. Brain AI, Verghese C, Strube PJ. The LMA 'ProSeal'--a laryngeal mask with an oesophageal vent. *Br J Anaesth* 2000;84(5):650-4.
58. Brimacombe J, Keller C. The ProSeal laryngeal mask airway. *Anesthesiol Clin North America* 2002;20(4):871-91.
59. GmbH LD. Die Anwendung Ihrer LMA Produkte. The Laryngeal Mask Company 2003.

60. Brandt L, Pokar H, Schutte H. [100 years of intubation anesthesia. William Macewen, a pioneer of endotracheal intubation]. *Anaesthesist* 1983;32(5):200-4.
61. Brandt L. [The history of endotracheal anesthesia, with special regard to the development of the endotracheal tube]. *Anaesthesist* 1986;35(9):523-30.
62. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, Desai SP, Waraksa B, Freiburger D, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J* 1985;32(4):429-34.
63. Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 1987;42(5):487-90.
64. Cormack RS, Lehane JR, Adams AP, Carli F. Laryngoscopy grades and percentage glottic opening. *Anaesthesia* 2000;55(2):184.
65. Helm M, Hossfeld B, Schafer S, Hoitz J, Lampl L. Factors influencing emergency intubation in the pre-hospital setting--a multicentre study in the German Helicopter Emergency Medical Service. *Br J Anaesth* 2006;96(1):67-71.
66. Mort TC. Esophageal intubation with indirect clinical tests during emergency tracheal intubation: a report on patient morbidity. *J Clin Anesth* 2005;17(4):255-62.
67. Davis DP, Valentine C, Ochs M, Vilke GM, Hoyt DB. The Combitube as a salvage airway device for paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med* 2003;42(5):697-704.
68. Alexander R, Hodgson P, Lomax D, Bullen C. A comparison of the laryngeal mask airway and Guedel airway, bag and facemask for manual ventilation following formal training. *Anaesthesia* 1993;48(3):231-4.
69. Ocker H, Wenzel V, Schmucker P, Dorges V. Effectiveness of various airway management techniques in a bench model simulating a cardiac arrest patient. *J Emerg Med* 2001;20(1):7-12.
70. Gabrielli A, Wenzel V, Layon AJ, von Goedecke A, Verne NG, Idris AH. Lower esophageal sphincter pressure measurement during cardiac arrest in humans: potential implications for ventilation of the unprotected airway. *Anesthesiology* 2005;103(4):897-9.
71. Ornato JP, Bryson BL, Donovan PJ, Farquharson RR, Jaeger C. Measurement of ventilation during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 1983;11(2):79-82.

72. Wenzel V, Idris AH. The current status of ventilation strategies during cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care* 1997;3:206-213.
73. Silbernagel S, Klinker R. *Lehrbuch der Physiologie*. Frankfurt am Main, Würzburg: Georg Thieme Verlag; 1996.
74. Larsen R. *Anästhesie*: Urban&Fischer Verlag, München, Jena; 2002.
75. Spence AA, Moir DD, Finlay WE. Observations on intragastric pressure. *Anaesthesia* 1967;22(2):249-56.
76. Ruben H, Knudsen EJ, Carugati G. Gastric inflation in relation to airway pressure. *Acta Anaesthesiol Scand* 1961;5:107-14.
77. Kette F, Reffo I, Giordani G, Buzzi F, Borean V, Cimarosti R, et al. The use of laryngeal tube by nurses in out-of-hospital emergencies: preliminary experience. *Resuscitation* 2005;66(1):21-5.
78. Urtubia R, Lorca E, de la Fuente D. [Successful rescue of out-of-hospital airway emergency using the esophageal-tracheal Combitube by non skilled personnel]. *Rev Med Chil* 2001;129(1):119-20.
79. Mizutamari E, Yano T, Ushijima K, Ito A, Anraku S, Tanimoto H, et al. A comparison of postoperative sore throat after use of laryngeal mask airway and tracheal tube. *J Anesth* 2004;18(3):151-7.
80. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2005;103(1):33-9.
81. Dorges V, Bein B. [Clinical management of the difficult airway]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2006;41(9):564-75.
82. Ulrich-Pur H, Hrska F, Krafft P, Friehs H, Wulkersdorfer B, Kostler WJ, et al. Comparison of mucosal pressures induced by cuffs of different airway devices. *Anesthesiology* 2006;104(5):933-8.
83. Brimacombe J, Keller C, Puhlinger F. Pharyngeal mucosal pressure and perfusion: a fiberoptic evaluation of the posterior pharynx in anesthetized adult patients with a modified cuffed oropharyngeal airway. *Anesthesiology* 1999;91(6):1661-5.
84. Zand F, Amini A, Sadeghi SE, Gureishi M, Chohedri A. A comparison of the laryngeal tube-Strade mark and Prosealtrade mark laryngeal mask during outpatient surgical procedures. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24(10):847-51.

85. Roth H, Genzwuerker HV, Rothhaas A, Finteis T, Schmeck J. The ProSeal laryngeal mask airway and the laryngeal tube Suction for ventilation in gynaecological patients undergoing laparoscopic surgery. *Eur J Anaesthesiol* 2005;22(2):117-22.
86. Zand F, Amini A. Use of the laryngeal tube-S for airway management and prevention of aspiration after a failed tracheal intubation in a parturient. *Anesthesiology* 2005;102(2):481-3.
87. Banchereau F, Delaunay F, Herve Y, Torrielli R, Cros AM. [Oropharyngeal ulcers following anaesthesia with the laryngeal tube S]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2006;25(8):884-7.
88. Molloy AR. Unexpected position of the laryngeal mask airway. *Anaesthesia* 1991;46(7):592.
89. Nandi PR, Nunn JF, Charlesworth CH, Taylor SJ. Radiological study of the Laryngeal Mask. *Eur J Anaesthesiol Suppl* 1991;4:33-9.
90. Sellers WF, Waiters BR, Firkin AP. 'Sideways' laryngeal mask airways. *Anaesthesia* 1999;54(6):603.
91. Latorre F, Eberle B, Weiler N, Mienert R, Stanek A, Goedecke R, et al. Laryngeal mask airway position and the risk of gastric insufflation. *Anesth Analg* 1998;86(4):867-71.
92. Keller C, Brimacombe J. Mucosal pressure and oropharyngeal leak pressure with the ProSeal versus laryngeal mask airway in anaesthetized paralysed patients. *Br J Anaesth* 2000;85(2):262-6.
93. Freisburger C, Goldmann K. [Airway leak pressure of the ProSeal laryngeal mask airway. Comparison with and without a gastric tube placed through the drain-tube]. *Anaesthesist* 2006;55(12):1255-8.
94. Brimacombe J, Keller C. The ProSeal laryngeal mask airway: A randomized, crossover study with the standard laryngeal mask airway in paralyzed, anesthetized patients. *Anesthesiology* 2000;93(1):104-9.
95. Brimacombe J, Keller C, Fullekrug B, Agro F, Rosenblatt W, Dierdorf SF, et al. A multicenter study comparing the ProSeal and Classic laryngeal mask airway in anesthetized, nonparalyzed patients. *Anesthesiology* 2002;96(2):289-95.

96. Goldmann K, Hoch N, Wulf H. [Influence of neuromuscular blockade on the airway leak pressure of the ProSeal laryngeal mask airway]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2006;41(4):228-32.
97. Laver S, McKinstry C, Craft TM, Cook TM. Use of the ProSeal LMA in the ICU to facilitate weaning from controlled ventilation in patients with severe two episodic bronchospasm. *Eur J Anaesthesiol* 2006;23(11):977-978.
98. Lim Y, Goel S, Brimacombe JR. The ProSeal laryngeal mask airway is an effective alternative to laryngoscope-guided tracheal intubation for gynaecological laparoscopy. *Anaesth Intensive Care* 2007;35(1):52-6.
99. Borkowski A, Perl T, Heuer J, Timmermann A, Braun U. [The applicability of the ProSeal laryngeal mask airway for laparotomies]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2005;40(8):477-86.
100. Rosenblatt WH. The use of the LMA-ProSeal in airway resuscitation. *Anesth Analg* 2003;97(6):1773-5.
101. Wedekind LV, Krier C. [The laryngeal mask--an overview 1983-1993]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1993;28(3):137-47.
102. Brimacombe J, Clarke G, Keller C. Lingual nerve injury associated with the ProSeal laryngeal mask airway: a case report and review of the literature. *Br J Anaesth* 2005;95(3):420-3.
103. Brimacombe J, Keller C. Salivary gland swelling and lingual nerve injury with the ProSeal laryngeal mask airway. *Eur J Anaesthesiol* 2005;22(12):954-5.
104. Kawauchi Y, Nakazawa K, Ishibashi S, Kaneko Y, Ishikawa S, Makita K. Unilateral recurrent laryngeal nerve neuropraxia following placement of a ProSeal laryngeal mask airway in a patient with CREST syndrome. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005;49(4):576-8.
105. Trumpelmann P, Cook T. Unilateral hypoglossal nerve injury following the use of a ProSeal laryngeal mask. *Anaesthesia* 2005;60(1):101-2.
106. Maharaj CH, Ni Chonghaile M, Higgins BD, Harte BH, Laffey JG. Tracheal intubation by inexperienced medical residents using the Airtraq and Macintosh laryngoscopes--a manikin study. *Am J Emerg Med* 2006;24(7):769-74.
107. Airway ASoATFoMotD. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report. *Anesthesiology* 2003;98:1269-1277.

108. Braun U, Goldmann K, Hempel V, Krier C. Airway Management. Leitlinie der deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie. *Anaesthesiol Intensivmed* 2004;45:302-306.
109. Hornchen U, Schuttler J, Stoeckel H, Eichelkraut W, Hahn N. Endobronchial instillation of epinephrine during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 1987;15(11):1037-9.
110. Kofler J, Sterz F, Hofbauer R, Rodler S, Schuster E, Winkler M, et al. Epinephrine application via an endotracheal airway and via the Combitube in esophageal position. *Crit Care Med* 2000;28(5):1445-9.
111. Timmermann A, Braun U, Panzer W, Schlaeger M, Schnitzker M, Graf BM. [Out-of-hospital airway management in northern Germany. Physician-specific knowledge, procedures and equipment]. *Anaesthesist* 2007;56(4):328-34.

7. ANHANG

7.1. Abbildungsverzeichnis

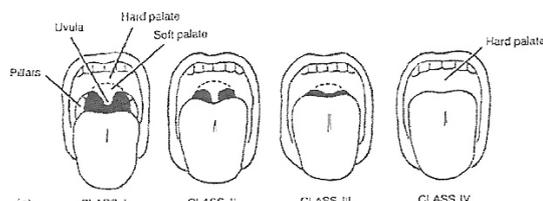
| <i>Abbildung</i> | <i>Seite</i> |
|---|--------------|
| 1a EasyTube | 7 |
| 1b EasyTube in situ, ösophageale Lage | 8 |
| 1c EasyTube in situ, tracheale Lage | 8 |
| 2a Larynxtubus S | 10 |
| 2b Larynxtubus S in situ | 10 |
| 3a ProSeal Larynxmaske | 12 |
| 3b ProSeal Larynxmaske in situ | 12 |
| 4a Endotrachealtubus | 14 |
| 4b Endotrachealtubus in situ | 14 |
| 5 Datex Ohmeda S/5 Monitor | 15 |
| 6 Bispektralindex-Monitor | 16 |
| 7 Einteilung nach Mallampati und Cormack-Lehane | 18 |
| 8 Studienablauf als Schema | 23 |
| 9 Platzierungserfolge | 26 |
| 10 Zeitbedarf | 28 |
| 11 Atemwegsspitzenndruck im Studienverlauf | 31 |
| 12 Airway-Leak-Pressure (ALP) bei verschiedenen Cuffvolumina | 32 |
| 13 Cuffdruck bei verschiedenen Cuffvolumina | 33 |
| 14 Sauerstoffpartialdruck (pO ₂) im Studienverlauf | 34 |
| 15 Kohlendioxidpartialdruck (pCO ₂) im Studienverlauf | 35 |
| 16 Mittlerer arterieller Blutdruck (MAD) im Studienverlauf | 36 |
| 17 Herzfrequenz (HF) im Studienverlauf | 37 |
| 18 Bispektralindex im Studienverlauf | 38 |
| 19 Subjektive Einschätzung der Beatmungshilfe nach Rangskala | 40 |
| 20 Circulus vitiosus | 46 |
| I Studienprotokoll | 72 |
| II Aufklärungsbogen | 75 |
| III Einverständniserklärung | 76 |

7.2 Tabellenverzeichnis

| Tabelle | | Seite |
|---------|--|-------|
| 1 | Geschlechterverteilung der Probanden | 17 |
| 2 | Messzeitpunkte | 21 |
| 3 | Demographische Übersicht zu den Patientengruppen | 25 |
| 4 | Anzahl der Platzierungsversuche | 27 |
| 5 | Sauerstoffsättigung (%) im Studienverlauf | 29 |
| 6 | Endexpiratorischer Kohlendioxidanteil (mmHg) im Studienverlauf | 30 |
| 7 | Expiratorische Tidalvolumina (ml) im Studienverlauf | 30 |
| 8 | pH-Wert nach Extubation proximal und distal an der Beatmungshilfe | 39 |
| I | Platzierungserfolge und Rescueverfahren | 74 |
| II | Zeitbedarf | 74 |
| III | Atemwegsspitzenndruck (cmH ₂ O) im Studienverlauf | 74 |
| IV | Airway-Leak-Pressure bei verschiedenen Cuffvolumina | 75 |
| V | Cuffdruck bei verschiedenen Cuffvolumina | 75 |
| VI | Sauerstoffpartialdruck (mmHg) im Studienverlauf | 76 |
| VII | Kohlendioxidpartialdruck (mmHg) im Studienverlauf | 76 |
| VIII | pH- Wert im Studienverlauf | 76 |
| IX | Sauerstoffsättigung (%) im Studienverlauf | 77 |
| X | Standardbikarbonat (mmol/l) im Studienverlauf | 77 |
| XI | Basenüberschuss/-defizit (mmol/l) im Studienverlauf | 77 |
| XII | Mittlerer arterieller Blutdruck (mmHg) im Studienverlauf | 78 |
| XIII | Herzfrequenz (Schläge/min) im Studienverlauf | 78 |
| XIV | Bispektralindex (cmH ₂ O) im Studienverlauf | 79 |
| XV | Subjektive Einschätzung nach Rangskala | 79 |
| XVI | Befragung des Anwenders nach Intubation und Extubation | 80 |
| XVII | Postoperative Befragung an Probanden nach 60 Minuten und 24 Stunden | 81 |

7.3 Abbildungs- und Tabellenanhang

Abb. I: Studienprotokoll

| Erhebungsbogen Airwaymanagement V (EzT, LTS, PLMA, EtT) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------|--|---------------------|---|--|----------------------------|--|------|------------------------------|--------------------|--------|-----|------|------------------------|--------------------|------|-----|------|----------------|--------------|------|-----|------|----------------|--------------------|------|-----|------|-------|------|-----|------|---------------------|-----------------|--------------------|------|-----|------|-------|------|-----|------|---------------------|
| <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%; border: none;">Randomisierung:</td> <td style="width: 30%; border: none;"> <input type="checkbox"/> Endotrachealtubus <input type="checkbox"/> EasyTube in trachealer Position <input type="checkbox"/> Larynxtubus S </td> <td style="width: 30%; border: none;">Patientennummer:</td> <td style="width: 10%; border: none;"> <input type="checkbox"/> EasyTube in ösophagealer Position <input type="checkbox"/> ProSeal Larynxmaske </td> </tr> </table> | | | | | Randomisierung: | <input type="checkbox"/> Endotrachealtubus <input type="checkbox"/> EasyTube in trachealer Position <input type="checkbox"/> Larynxtubus S | Patientennummer: | <input type="checkbox"/> EasyTube in ösophagealer Position <input type="checkbox"/> ProSeal Larynxmaske | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Randomisierung: | <input type="checkbox"/> Endotrachealtubus <input type="checkbox"/> EasyTube in trachealer Position <input type="checkbox"/> Larynxtubus S | Patientennummer: | <input type="checkbox"/> EasyTube in ösophagealer Position <input type="checkbox"/> ProSeal Larynxmaske | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%; border: none;">Initialen:</td> <td style="width: 30%; border: none;">Geschlecht:</td> <td style="width: 10%; border: none;"><input type="checkbox"/>w</td> <td style="width: 10%; border: none;"><input type="checkbox"/>m</td> <td style="width: 20%; border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">ASA (I-III):</td> <td style="border: none;">Alter:</td> <td colspan="3" style="border: none;">Jahre:</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Eingriff:</td> <td style="border: none;">Körpergewicht:</td> <td colspan="3" style="border: none;">kg</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Prämedikation:</td> <td style="border: none;">Körpergröße:</td> <td colspan="3" style="border: none;">cm</td> </tr> </table> | | | | | Initialen: | Geschlecht: | <input type="checkbox"/> w | <input type="checkbox"/> m | | ASA (I-III): | Alter: | Jahre: | | | Eingriff: | Körpergewicht: | kg | | | Prämedikation: | Körpergröße: | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Initialen: | Geschlecht: | <input type="checkbox"/> w | <input type="checkbox"/> m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASA (I-III): | Alter: | Jahre: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eingriff: | Körpergewicht: | kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prämedikation: | Körpergröße: | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Prädiktoren der schwierigen Intubation</p> <p>Mallampati (I-IV)</p>  <p style="font-size: small;">(a) CLASS I CLASS II CLASS III CLASS IV</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p> <p>Reklinierbarkeit (Bellhouse) >15° <input type="checkbox"/> <15° <input type="checkbox"/></p> <p>Mundöffnung (SKD): cm</p> <p>Thyreo-mentaler Abstand (Patil): cm</p> <p>Cormack-Lehane-Klassifikation: <input type="checkbox"/> Grad 1 <input type="checkbox"/> Grad 2 <input type="checkbox"/> Grad 3 <input type="checkbox"/> Grad 4</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Klinische Parameter</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Ausgangswerte</td> <td style="width: 15%;">SaO₂:</td> <td style="width: 15%;">MAP:</td> <td style="width: 15%;">HF:</td> <td style="width: 25%;">BIS:</td> </tr> <tr> <td>nach Präoxygenierung (3 min)</td> <td>SaO₂:</td> <td>MAP:</td> <td>HF:</td> <td>BIS:</td> </tr> <tr> <td>sofort nach Platzieren</td> <td>SaO₂:</td> <td>MAP:</td> <td>HF:</td> <td>BIS:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Vtex:</td> <td>AMV:</td> <td>AF:</td> <td>PAW:</td> </tr> <tr> <td>5 min Beatmung</td> <td>SaO₂:</td> <td>MAP:</td> <td>HF:</td> <td>BIS:</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Vtex:</td> <td>AMV:</td> <td>AF:</td> <td>PAW:</td> <td>etCO₂:</td> </tr> <tr> <td>10 min Beatmung</td> <td>SaO₂:</td> <td>MAP:</td> <td>HF:</td> <td>BIS:</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Vtex:</td> <td>AMV:</td> <td>AF:</td> <td>PAW:</td> <td>etCO₂:</td> </tr> </table> | | | | | Ausgangswerte | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | nach Präoxygenierung (3 min) | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | sofort nach Platzieren | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | | Vtex: | AMV: | AF: | PAW: | 5 min Beatmung | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | Vtex: | AMV: | AF: | PAW: | etCO ₂ : | 10 min Beatmung | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | Vtex: | AMV: | AF: | PAW: | etCO ₂ : |
| Ausgangswerte | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nach Präoxygenierung (3 min) | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| sofort nach Platzieren | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Vtex: | AMV: | AF: | PAW: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 min Beatmung | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vtex: | AMV: | AF: | PAW: | etCO ₂ : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 min Beatmung | SaO ₂ : | MAP: | HF: | BIS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vtex: | AMV: | AF: | PAW: | etCO ₂ : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 40%; border: none;">Standardisierte Narkoseeinleitung:</td> <td style="border: none;">Propofol 2 mg/kg, Sufentanil 0,7-2 µg/kg</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Einlegen der Atemwegshilfe</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table> | | | | | Standardisierte Narkoseeinleitung: | Propofol 2 mg/kg, Sufentanil 0,7-2 µg/kg | Einlegen der Atemwegshilfe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Standardisierte Narkoseeinleitung: | Propofol 2 mg/kg, Sufentanil 0,7-2 µg/kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Einlegen der Atemwegshilfe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

BGA

Ausgangswerte: PaO₂: pCO₂: pH: BE: HCO₃: SaO₂:
 10min Beatmung : PaO₂: pCO₂: pH: BE: HCO₃: SaO₂:

Zeitbedarf:

-erloschener Lidreflex-erfolgreiche Platzierung (V_Tex >200 ml, nach 1. Atemzug und vor Fixierung)
 sec.

Anzahl der Platzierungsversuche: 1 2 3 > 3

Allgemeine Handhabung (subjektive Einschätzung):

sehr gut gut mäßig ungeeignet

Wechsel des Verfahrens nach 3 erfolglosen Platzierungsversuchen →

Airway-Leak-Pressure: Kreisteil schliessen. Manuelles Ventil auf 40 cm H₂O einstellen (Vermeidung von Barotrauma). Konstanter Frischgasflow 3 l/min bis Äquilibrium (kein weiterer Anstieg des PAW). Bei Testen des Airway-Leak-Pressure muss mit dem Stethoskop im Epigastrium die Dichtigkeit nach gastral hin verifiziert werden. Sollte vor Erreichen des Äquilibriums eine Mageninsufflation auftreten, muss der entsprechende PAW zusätzlich zum Airway-Leak-Pressure dokumentiert werden.

Airway-Leak-Pressure= PAW (bei Äquilibrium) cm H₂O

Gastraler-Leak-Pressure= PAW (bei gastraler Insufflation) cm H₂O

Variation des Airway-Leak-Pressure bei unterschiedlichen Cuff-Volumina:

| Larynx-tubus S | cm H ₂ O Cuffdruck | - | ml notwendig | Airway-Leak-Pressure |
|----------------|-------------------------------|---|--------------|----------------------|
| | | | 60 | |
| | | | 70 | |
| | | | 80 | |
| | | | 90 | |
| | | | 100 | |
| LMA ProSeal | | | | |
| | | | 20 | |
| | | | 30 | |
| | | | 40 | |
| | | | 50 | |
| EasyTube | | | | |
| | | | 70 | |
| | | | 80 | |
| | | | 90 | |

Lackmustest

| | | |
|-------------|------------------|----------------|
| Larynxtubus | proximal: | distal: |
| LMA ProSeal | innen= proximal: | außen= distal: |
| EasyTube | proximal : | distal : |

Befunde/ Postoperative Befragung

| | Befunde nach | | Postoperative Befragung | |
|--|--------------|------------|-------------------------|-------------|
| | Intubation | Extubation | 60 min postAN | 24 h postAN |
| (0= keine Beschwerden, 10= max. Beschwerden) | | | | |
| Aspiration | | | | |
| Beatmung nicht möglich | | | | |
| Blutspuren | | | | |
| Bronchospasmus | | | | |
| Laryngospasmus | | | | |
| Erbrechen | | | | |
| Schleimhautverletzung | | | | |
| Glottisödem | | | | |
| Schwellungen | | | | |
| Husten | | | | |
| Globusgefühl | | | | |
| Halsschmerzen | | | | |
| Heiserkeit | | | | |

Bitte ausfüllen bei Wechsel des Verfahrens (1.Rescue-Verfahren ist die laryngoskopische endotracheale Intubation mit dem Macintosh-Spatel/ McCoy-Spatel! 2.Rescue-Verfahren weitere entsprechende Verfahren)

Klinische Parameter bei Verfahrenswechsel

| | | | | |
|------------------------|--------------------|------|-----|---------------------|
| Ausgangswerte | SaO ₂ : | MAP: | HF: | etCO ₂ : |
| sofort nach Intubation | SaO ₂ : | MAP: | HF: | etCO ₂ : |
| 5 min nach Intubation | SaO ₂ : | MAP: | HF: | etCO ₂ : |

Zeitbedarf

(für die erfolgreiche Intubation, nach 1. Atemzug und vor Fixierung) sec.

Anzahl der Intubationsversuche: 1 2 3 > 3

bei mehr als 3 Intubationsversuchen mit dem Macintosh-/McCoy-Spatel weiteres Vorgehen nach klinischen Erfordernissen (z.B. Larynxmaske, fiberoptische Intubation)

Allgemeine Handhabung (subjektive Einschätzung): sehr gut gut mäßig ungeeignet

Abb. II Aufklärungsbogen

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
(Direktor: Prof. Dr. med. J. Scholz)
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

Aufklärungsbogen für Patienten

„Evaluation der Effektivität unterschiedlicher Einweg-Atemwegshilfen: Vergleich von Larynxtubus S (LT-S), Easytube (EzT), LMA ProSeal“

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient !

Sie müssen sich einem operativen Eingriff in Vollnarkose unterziehen.

Im Prämedikationsgespräch und im Aufklärungsbogen zur Narkose haben wir Ihnen ausführlich dargestellt, wie eine Vollnarkose durchgeführt wird und welche Risiken damit verbunden sind.

Zur künstlichen Beatmung während der Narkose können neben dem Endotrachealtubus und der Maskenbeatmung verschiedene Atemwegshilfen verwendet werden. Da der bei Ihnen geplante operative Eingriff eine Narkosebeatmung mit Tubus oder mit einer derartigen Atemwegshilfe zulässt, bitten wir Sie, an einer klinischen Untersuchung teilzunehmen, die diese Beatmungshilfen miteinander vergleicht.

Individuelle Erläuterungen:

Nach der üblichen Narkoseeinleitung werden Sie zufällig einer der oben genannten Beatmungshilfen zugeteilt, um eine statistische Aufarbeitung der gewonnenen Daten zu ermöglichen.

Die Risiken entsprechen bei beiden Verfahren dem allgemeinen Risiko der Vollnarkose. Da wir lediglich die Beatmungshilfen miteinander vergleichen wollen, hat die Untersuchung keinen Einfluss auf unsere Narkosemittelwahl und nach menschlichem Ermessen werden Ihnen somit auch keine Nachteile entstehen. Sollte mit den aufgeführten Beatmungshilfen keine ausreichende Beatmung möglich sein, wird nach maximal drei vergeblichen Versuchen ein Beatmungsschlauch (Endotrachealtubus) in die Luftröhre eingelegt oder eine herkömmliche Maskenbeatmung durchgeführt.

Abb. III: Einverständiserklärung**Einverständniserklärung**

Patientenaufkleber

Hiermit erteile ich mein Einverständnis zur Teilnahme an der Studie:

„Evaluation der Effektivität unterschiedlicher Einweg-Atemwegshilfen: Vergleich von Larynx-tubus S (LT-S), Easytube (EzT), LMA ProSeal“

Über die Zielsetzung, Durchführung und Risiken der Untersuchung bin ich schriftlich in einem gesonderten Informationsblatt und im persönlichen Gespräch mit dem

Untersucher:amaufgeklärt worden.

Ich bin damit einverstanden, dass im Rahmen der Untersuchung meine Daten über Alter, Geschlecht, Gewicht und Körpergröße aufgezeichnet und anonymisiert (d.h. ohne Namensnennung) zur Auswertung der Ergebnisse verwendet werden. Alle im Rahmen der Untersuchung erhobenen Daten werden strikt vertraulich gemäß dem Datenschutz behandelt. Einer wissenschaftlichen Auswertung der anonymisierten Daten und einer möglichen Veröffentlichung der Ergebnisse stimme ich zu.

Mir ist bekannt, dass ich jederzeit und ohne Angaben von Gründen von der Untersuchung zurücktreten kann, ohne dass mir daraus in meiner Behandlung irgendwelche Nachteile entstehen würden.

(Datum) (Patient)

(Datum) (Untersucher)

Tab. I: Platzierungserfolge und Rescueverfahren

| | Anzahl der Platzierungserfolge | | Anzahl der Rescueverfahren | | |
|-----------------------|--------------------------------|----|----------------------------|-----------|-----------|
| | Absolut | % | absolut | 1. Rescue | 2. Rescue |
| EtT (n=22) | 21 | 95 | 1 | 0 | 1 |
| EzT tracheal (n=22) | 11 | 50 | 11 | 10 | 1 |
| EzT ösophageal (n=22) | 14 | 64 | 8 | 6 | 2 |
| LTS (n=22) | 21 | 95 | 1 | 1 | 0 |
| PLMA (n=22) | 20 | 91 | 2 | 2 | 0 |

n = Anzahl der eingeschlossenen Patienten. EtT: Endotrachealtubus, EzT: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtrubus S, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

Tab. II: Zeitbedarf

| Beatmungshilfe | EtT (n=21) | EzT tracheal (n=11) | EzT ösophageal (n=14) | LTS (n=21) | PLMA (n=20) |
|----------------------|---------------|------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|
| Platzierungszeit (s) | 20 (8- 74) | 68 (26- 134)* | 56 (27- 150)* | 24 (11- 150) | 25 (12- 70) |

Median (Minimum-Maximum). EtT: Endotrachealtubus, EzT: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtrubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske, * $p \leq 0,05$ vs. EtT, LTS, PLMA; + $p \leq 0,05$ vs. EtT, LTS, PLMA.

Tab. III: Atemwegsspitzenndruck (cmH₂O) im Studienverlauf

| Messzeitpunkte/ Beatmungshilfe | Sofort nach Platzierung | Nach 5 min Beatmung | Nach 10 min Beatmung |
|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| EtT (n=21) | 14 (10-18) | 15 (9-22) | 15 (10-22) |
| EzT tracheal (n=11) | 18 (12-24) | 18 (13-27) | 16 (10-27) |
| EzT ösophageal (n=14) | 19 (9-32) * | 18 (12-33) | 17 (8-32) |
| LTS (n=21) | 16 (9-28) | 17 (10-28) | 15 (10-37) |
| PLMA (n=20) | 15 (9-27) | 15 (7-34) | 15 (10-29) |

Median (Minimum-Maximum). EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtrubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske. * $p \leq 0,05$ vs. EtT.

Tab. IV: Airway-Leak-Pressure bei verschiedenen Cuffvolumina

| Beatmungshilfe | Cuffvolumen | ALP |
|-----------------------|-------------|--------------|
| EzT ösophageal (n=14) | 70 | 17 (6-40) * |
| EzT ösophageal (n=14) | 80 | 19 (9-40) + |
| EzT ösophageal (n=14) | 90 | 23 (8-40) |
| LTS (n=9) | 60 | 30 (21-40) |
| LTS (n=18) | 70 | 40 (22-40) |
| LTS (n=21) | 80 | 40 (15-40) |
| LTS (n=15) | 90 | 40 (10-40) |
| PLMA (n=20) | 20 | 27 (14-40) § |
| PLMA (n=20) | 30 | 29 (16-40) |
| PLMA (n=20) | 40 | 32 (16-40) |

Cuffvolumen in ml. ALP= Airway-Leak-Pressure in cmH₂O. Median (Minimum-Maximum). EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtrubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

* $p \leq 0,05$ vs. LTS 70,80,90 ml; + $p \leq 0,05$ vs. LTS 70 ml; § $p \leq 0,05$ vs. LTS 70 ml.

Tab. V: Cuffdruck bei verschiedenen Cuffvolumina

| Beatmungshilfe | Cuffvolumen | Cuffdruck |
|-----------------------|-------------|-----------------|
| EzT ösophageal (n=14) | 70 | 313 (213-333) * |
| EzT ösophageal (n=14) | 80 | 333 (146-359) * |
| EzT ösophageal (n=14) | 90 | 342 (313-399) * |
| LTS (n=9) | 60 | 55 (40-90) |
| LTS (n=18) | 70 | 80 (50-120) |
| LTS (n=21) | 80 | 95 (55-140) |
| LTS (n=15) | 90 | 120 (80-155) |
| PLMA (n=20) | 20 | 65 (15-140) + |
| PLMA (n=20) | 30 | 105 (30-140) § |
| PLMA (n=20) | 40 | 130 (56-150) # |

Cuffvolumen in ml. Cuffdruck in cmH₂O. Median (Minimum; Maximum). EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtrubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske. + $p \leq 0,05$ vs. LTS 80,90 ml,

§ $p \leq 0,05$ vs. LTS 60 ml, # $p \leq 0,05$ vs. LTS 60,70,80 ml.

Tab. VI: Sauerstoffpartialdruck (mmHg) im Studienverlauf

| Beatmungshilfe | Ausgangswerte | nach 10 min Beatmung |
|--------------------------|---------------|----------------------|
| EtT (n=22/21) | 83,4 ± 11,3 * | 178,8 ± 62,3 |
| EzT tracheal (n=22/11) | 80,8 ± 15,9 * | 201,9 ± 126,9 |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 80,2 ± 18,1 * | 216,0 ± 156,5 |
| LTS (n=22/21) | 85,1 ± 14,7 * | 210,3 ± 150,3 |
| PLMA (n=22/20) | 81,5 ± 18,8 * | 185,0 ± 110,3 |

Mittelwert, ± Standardabweichung. n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske. * $p \leq 0,05$ vs. nach 10 min Beatmung.

Tab. VII: Kohlendioxidpartialdruck (mmHg) im Studienverlauf

| Beatmungshilfe | Ausgangswerte | nach 10 min Beatmung |
|--------------------------|---------------|----------------------|
| EtT (n=22/21) | 36,3 ± 5,1 * | 39,9 ± 3,4 |
| EzT tracheal (n=22/11) | 37,5 ± 4,7 | 38,3 ± 5,0 |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 37,1 ± 4,0 | 40,0 ± 4,4 |
| LTS (n=22/21) | 36,6 ± 4,1 | 36,8 ± 7,0 |
| PLMA (n=22/20) | 36,0 ± 7,0 | 37,6 ± 5,2 |

Mittelwert, ± Standardabweichung. n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske. * $p \leq 0,05$ vs. nach 10 min Beatmung.

Tab. VIII: pH- Wert im Studienverlauf

| Beatmungshilfe | Ausgangswerte | nach 10 min Beatmung |
|--------------------------|---------------|----------------------|
| EtT (n=22/21) | 7,4 ± 0,0 | 7,4 ± 0,0 |
| EzT tracheal (n=22/11) | 7,4 ± 0,0 | 7,4 ± 0,1 |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 7,4 ± 0,0 | 7,4 ± 0,0 |
| LTS (n=22/21) | 7,4 ± 0,0 | 7,4 ± 0,1 |
| PLMA (n=22/20) | 7,4 ± 0,0 | 7,4 ± 0,1 |

Mittelwert, ± Standardabweichung. n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

Tab. IX: Sauerstoffsättigung (%) im Studienverlauf

| Beatmungshilfe | Ausgangswerte | nach 10 min Beatmung |
|--------------------------|---------------|----------------------|
| EtT (n=22/21) | 97,8 ± 1,4 | 99,5 ± 0,3 |
| EzT tracheal (n=22/11) | 95,0 ± 5,4 | 96,5 ± 8,7 |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 93,5 ± 7,5 * | 98,2 ± 3,5 |
| LTS (n=22/21) | 96,7 ± 1,9 | 99,5 ± 0,9 |
| PLMA (n=22/20) | 96,5 ± 1,7 | 99,3 ± 0,7 |

Mittelwert, ± Standardabweichung. n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynx-tubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske. * $p \leq 0,05$ vs. nach 10 min Beatmung.

Tab. X: Standardbikarbonat (mmol/l) im Studienverlauf

| Beatmungshilfe | Ausgangswerte | nach 10 min Beatmung |
|--------------------------|---------------|----------------------|
| EtT (n=22/21) | 24,6 ± 2,6 | 25,9 ± 2,3 |
| EzT tracheal (n=22/11) | 25,3 ± 3,1 | 22,6 ± 7,3 |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 24,5 ± 2,6 | 25,2 ± 2,7 |
| LTS (n=22/21) | 24,0 ± 2,7 | 24,1 ± 3,2 |
| PLMA (n=22/20) | 23,9 ± 3,8 | 24,5 ± 3,1 |

Mittelwert, ± Standardabweichung. n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynx-tubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

Tab. XI: Basenüberschuss/-defizit (mmol/l) im Studienverlauf

| Beatmungshilfe | Ausgangswerte | nach 10 min Beatmung |
|--------------------------|---------------|----------------------|
| EtT (n=22/21) | 0,6 ± 2,2 | 1,2 ± 2,3 |
| EzT tracheal (n=22/11) | 0,6 ± 2,1 | 0,5 ± 2,4 |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 0,5 ± 2,3 | 0,7 ± 2,8 |
| LTS (n=22/21) | 0,1 ± 2,3 | 0,3 ± 3,0 |
| PLMA (n=22/20) | 0,1 ± 3,3 | -0,3 ± 3,5 |

Mittelwert, ± Standardabweichung. n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynx-tubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

Tab. XII: Mittlerer arterieller Blutdruck (mmHg) im Studienverlauf

| Messzeitpunkte/ Beatmungshilfe | Ausgangs- werte | nach Prä- oxygenierung | sofort nach Platzierung | nach 5 min Beatmung | nach 10 min Beatmung |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| EtT (n=22/21) | 100 (78-135) | 104 (78-125) | 94 (65-125)** | 85 (59-154)* | 82 (47-136) |
| EzT tracheal (n=22/11) | 100 (83-127) | 100 (69-156) | 103 (66-135) | 91 (63-117) | 75 (68-110)* |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 101 (69-123) | 101 (69-123) | 86 (66-118) | 79 (67-99)* | 84 (60-115)* |
| LTS (n=22/21) | 98 (83-127) | 98 (76-123) | 81 (57-124)* | 77 (50-145) | 83 (56-132)* |
| PLMA (n=22/20) | 96 (80-129) | 96 (77-140) | 80 (49-137)** | 66 (45-91)*,+ | 71 (61-85)* |

Median (Minimum-Maximum). n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtrachealtubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

* $p \leq 0,05$ vs. Ausgangswert, nach Präoxygenierung; ** $p \leq 0,05$ vs. Ausgangswert; + $p \leq 0,05$ vs. EtT, EzT tracheal, EzT ösophageal, LTS nach 5 min Beatmung.

Tab. XIII: Herzfrequenz (Schläge/min) im Studienverlauf

| Messzeitpunkte/ Beatmungshilfe | Ausgangs- werte | nach Prä- oxygenierung | sofort nach Platzierung | nach 5 min Beatmung | Nach 10 min Beatmung |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| EtT (n=22/21) | 76 (64-103) | 75 (52-101) | 75 (52-101)* | 80 (55-89)** | 73 (55-105) [§] |
| EzT tracheal (n=22/11) | 74 (51-123) | 69 (52-94) | 66 (49-89) | 67 (49-97) ⁺ | 62 (45-87) |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 74 (57-100) | 71 (50-102) | 79 (58-97) | 77 (58-84) | 67 (53-86) |
| LTS (n=22/21) | 73 (59-94) | 74 (58-96) | 65 (52-78) | 66 (52-113) | 63 (46-117) |
| PLMA (n=22/20) | 74 (55-104) | 73 (52-117) | 66 (55-83) | 60 (42-81) | 59 (42-76) |

Median (Minimum-Maximum). n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtrachealtubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

* $p \leq 0,05$ vs. EzT ösophageal, LTS, PLMA sofort nach Platzierung; ** $p \leq 0,05$ vs. LTS, PLMA nach 5 min Beatmung; + $p \leq 0,05$ vs. PLMA nach 5 min Beatmung; [§] $p \leq 0,05$ vs. LTS, PLMA nach 10 min Beatmung.

Tab. XIV: Bispektralindex (cmH₂O) im Studienverlauf

| Messzeitpunkte/ Beatmungshilfe | Ausgangs- werte | nach Prä- oxygenierung | sofort nach Platzierung | nach 5 min Beatmung | nach 10 min Beatmung |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| EtT (n=22/21) | 96 (80-98) * | 96 (78-98) * | 33 (17-44) | 35 (21-54) | 38 (19-50) |
| EzT tracheal (n=22/11) | 98 (83-98) * | 97 (83-98) * | 30 (11-45) * | 41 (22-54) | 53 (26-64) |
| EzT ösophageal (n=22/14) | 98 (76-98) * | 98 (76-98) * | 27 (11-60) | 34 (21-59) | 40 (9-52) |
| LTS (n=22/21) | 97 (84-98) * | 98 (81-98) * | 28 (20-65) | 36 (22-57) | 42 (22-67) |
| PLMA (n=22/21) | 98 (79-98) * | 98 (69-98) * | 28 (16-47) § | 42 (24-61) | 43 (27-71) |

Median. (Minimum-Maximum). n= eingeschlossene Patienten/ erfolgreiche Platzierung. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube unter laryngoskopischer Kontrolle in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske. * $p \leq 0,05$ vs. sofort nach Platzierung, nach 5 und 10 min Beatmung; § $p \leq 0,05$ vs. PLMA nach 10 min Beatmung, * $p \leq 0,05$ EzT vs. EzT tracheal nach 10 min Beatmung.

Tab. XV: Subjektive Einschätzung nach Rangskala

| Einschätzung | EtT | | EzT tracheal | | EzT öso- phageal | | LTS | | PLMA | |
|--------------|---------|-----|--------------|-----|---------------------|-----|---------|-----|---------|-----|
| | absolut | % | absolut | % | absolut | % | absolut | % | absolut | % |
| 1= | 14 | 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 45 | 10 | 45 |
| 2= | 4 | 18 | 3 | 14 | 7 | 32 | 9 | 41 | 7 | 32 |
| 3= | 2 | 9 | 3 | 14 | 6 | 27 | 3 | 14 | 3 | 14 |
| 4= | 2 | 9 | 16 | 72 | 9 | 41 | 0 | 0 | 2 | 9 |
| Gesamt | 22 | 100 | 22 | 100 | 22 | 100 | 22 | 100 | 22 | 100 |

1= sehr gut, 2= gut, 3= mässig, 4= ungeeignet. EtT: Endotrachealtubus, EzT tracheal: EasyTube in trachealer Position, EzT ösophageal: EasyTube in ösophagealer Position, LTS: Larynxtubus, PLMA: ProSeal Larynxmaske.

Tab. XVI: Befragung des Anwenders nach Intubation und Extubation

| Zeitpunkte | Beurteilung | nach Intubation | | | | | nach Extubation | | | | |
|--------------------------|-------------|-----------------|-----------|------------|-----|------|-----------------|-----------|------------|-----|------|
| | | EtT | EzT tr | EzT öso | LTS | PLMA | EtT | EzT tr | EzT öso | LTS | PLMA |
| Möglichkeit der Beatmung | nein | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | mäßig | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | sehr/ja | 21 | 10 | 6 | 21 | 20 | 21 | 10 | 12 | 21 | 20 |
| Blutspuren | nein | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 | 21 | 9 | 7 | 18 | 18 |
| | mäßig | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 2 | 2 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Schleimhautverletzung | nein | 21 | 11 | 13 | 20 | 20 | 21 | 10 | 12 | 19 | 20 |
| | mäßig | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Bronchospasmus | nein | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 |
| | mäßig | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Laryngospasmus | nein | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 |
| | mäßig | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Erbrechen | nein | 21 | 10 | 14 | 21 | 20 | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 |
| | mäßig | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aspiration | nein | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 |
| | mäßig | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Glottisödem | nein | | | | | | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 |
| | mäßig | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | sehr | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Schwellungen | nein | | | | | | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 |
| | mäßig | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | sehr | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Anzahl. EtT: Endotrachealtubus (n=21), EzT tr: EasyTube in trachealer Position (n=11), EzT öso: EasyTube in ösophagealer Position (n=14), LTS: Larynx-tubus (n=21), PLMA: ProSeal Larynxmaske (n=20).

Tab. XVII: Postoperative Befragung an Probanden nach 60 Minuten und 24 Stunden

| Zeitpunkte | Beurteilung | nach 60min | | | | | nach 24h | | | | |
|-----------------------|-------------|------------|-----------|------------|-----|------|----------|-----------|------------|-----|------|
| | | EtT | EzT tr | EzT öso | LTS | PLMA | EtT | EzT tr | EzT öso | LTS | PLMA |
| Erbrechen | nein | 17 | 11 | 14 | 20 | 20 | 16 | 10 | 14 | 21 | 20 |
| | mäßig | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | sehr | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Schleimhautverletzung | nein | 21 | 11 | 12 | 18 | 18 | 21 | 11 | 13 | 18 | 18 |
| | mäßig | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Glottisödem | nein | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 | 21 | 11 | 14 | 21 | 20 |
| | mäßig | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Schwellungen | nein | 21 | 11 | 12 | 18 | 19 | 21 | 11 | 12 | 17 | 19 |
| | mäßig | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 1 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Globusgefühl | nein | 20 | 11 | 14 | 19 | 19 | 20 | 11 | 14 | 19 | 19 |
| | mäßig | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Halsschmerzen | nein | 20 | 8 | 12 | 17 | 16 | 21 | 9 | 12 | 19 | 20 |
| | mäßig | 0 | 3 | 1 | 4 | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| | sehr | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Husten | nein | 21 | 9 | 13 | 19 | 19 | 20 | 9 | 11 | 11 | 18 |
| | mäßig | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 5 | 2 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 | 0 |
| Heiserkeit | nein | 21 | 7 | 14 | 19 | 20 | 21 | 11 | 14 | 19 | 20 |
| | mäßig | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| | sehr | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Anzahl. EtT: Endotrachealtubus (n=21), EzT tr: EasyTube in trachealer Position (n=11), EzT öso: EasyTube in ösophagealer Position (n=14), LTS: Larynxtubus (n=21), PLMA: ProSeal Larynxmaske (n=20).

8. DANKSAGUNG

Ein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Volker Döriges für die Überlassung dieses anspruchsvollen Themas und für seine kompetente und unermüdliche Hilfe und Unterstützung bei der Niederschrift.

Ein großes Dankeschön an alle AnästhesistInnen der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel, welche durch ihre routinierte Arbeit und Geduld einen großen Beitrag zu dieser Studie erbrachten. Ein besonderer Dank gilt Dr. med. Helga Francksen für die gute Unterstützung zum Ende der Studie.

Für die freundliche Bereitschaft an dieser Studie teilzunehmen, möchte ich mich bei allen PatientInnen bedanken.

Frau Elfriede Fritzer, Institut für Medizinische Informatik und Statistik des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel, möchte ich für die stets prompte und kompetente Hilfe in Statistikfragen auch über Deutschlands Grenzen hinaus danken.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinem Freund Sebastian für die unendlich aufopferungsvolle Unterstützung und kompetente Hilfe.

Vielen Dank genauso meiner Familie für die herzliche und fachliche Unterstützung.

9. LEBENS LAUF

Persönliches:

| | |
|---------------------|---|
| Name | Wiebke Deitmer |
| geboren | 08. Januar 1981 in Herford/ Westfalen |
| Familienstand | ledig |
| Staatsangehörigkeit | deutsch |
| Eltern | Prof. Dr. med. Thomas Deitmer Dr. med. Marie-Luise Deitmer |

Schulbildung:

| | |
|-----------------------|--|
| Aug. 1987 - Juli 1991 | Grundschule, Münster |
| Aug. 1991 - Juli 1997 | Bischöfliches Mädchengymnasium Marienschule, Münster |
| Aug. 1997 - Juni 2000 | Bischöfliches Mallinckrodt Gymnasium, Dortmund |
| 17. Juni 2000 | Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife |

Studiengang- und verlauf:

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Okt. 2000 - Sept. 2007 | Humanmedizin an der CAU Kiel |
|------------------------|------------------------------|

Abschlüsse:

| | |
|----------------|--|
| 10. Sept. 2002 | Ärztliche Vorprüfung |
| 23. Sept. 2003 | Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |
| 21. März 2006 | Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung |
| 11. Juni 2007 | Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung Erhalt der Approbation |

Beschäftigungsverhältnisse:

| | |
|-----------------|---|
| seit 20.08.2007 | Ärztin in Weiterbildung, Praxis für Kinder- und Jugendmedizin, Dr. med. Heimo Polchau, Kiel |
|-----------------|---|