

*LEHRSTUHL FÜR ANÄSTHESIOLOGIE  
PROF. DR. MED. BERNHARD M. GRAF, MSC.  
DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG*

*EINSATZ DES LARYNXTUBUS-SUCTION (LTS-D) ZUR  
REDUZIERUNG DER NOW-FLOW-TIME IM RAHMEN DER  
PRÄKLINISCHEN REANIMATION – PROSPEKTIVE  
SIMULATORSTUDIE*

Inaugural – Dissertation  
Zur Erlangung des Doktorgrades  
*der Medizin*

Der  
Medizinischen Fakultät  
Der Universität Regensburg

Vorgelegt von  
*Ingo Bergmann*

---

2010



*LEHRSTUHL FÜR ANÄSTHESIOLOGIE  
PROF. DR. MED. BERNHARD M. GRAF, MSC.  
DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG*

*EINSATZ DES LARYNXTUBUS-SUCTION (LTS-D) ZUR  
REDUZIERUNG DER NOW-FLOW-TIME IM RAHMEN DER  
PRÄKLINISCHEN REANIMATION – PROSPEKTIVE  
SIMULATORSTUDIE*

Inaugural – Dissertation  
Zur Erlangung des Doktorgrades  
*der Medizin*

Der  
Medizinischen Fakultät  
Der Universität Regensburg

Vorgelegt von  
*Ingo Bergmann*

---

2010

Dekan: Prof. Dr. Bernhard Weber  
1.Berichterstatter: Prof. Dr. med. Bernhard M.  
Graf, MSc.  
2.Berichterstatter: Prof. Dr. Michael Nerlich  
Tag der mündlichen Prüfung: 14 Oktober 2010

# Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abkürzungsverzeichnis   | 7  |
| <u>1. Einleitung</u>  | 9  |
| 1.1 Geschichte der Reanimation  | 9  |
| 1.2 Zielsetzung der Untersuchung  | 17 |
| <u>2. Material und Methoden</u>   | 18 |
| 2.1 Vorbemerkung  | 18 |
| 2.2 Beatmungsbeutel und Gesichtsmaske                                     | 19 |
| 2.3 Larynxtubus   | 20 |
| 2.4 Studienbeschreibung   |    |
| 2.4.1 Ein- und Ausschlusskriterien  | 24 |
| 2.4.2 Studiendesign   | 25 |
| 2.4.3 Statistische Auswertung   | 28 |
| 2.4.4 Vergleichsgruppe „Larynxtubus<br>vs. Beutel-Masken Ventilation“     | 28 |
| <u>3. Ergebnisse</u>  | 31 |
| 3.1 Vergleichsgruppe „Larynxtubus<br>vs. Beutel-Masken Ventilation“       | 31 |
| 3.1.1 „No-Flow-Time“  | 36 |
| 3.1.2 Defibrillation  | 39 |
| 3.1.3 Nutzung des Larynxtubus-Suction für<br>das Atemwegsmanagement       | 40 |
| 3.1.4 Nutzung der Beutel-Masken<br>Ventilation für das Atemwegsmanagement | 44 |
| 3.1.5 Fragebogen  | 46 |
| <u>4. Diskussion</u>  | 50 |
| 4.1 Einführung / Vorbemerkung   | 50 |
| 4.2 Larynxtubus-Suction und Beutel  |    |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Masken Ventilation im Vergleich      | 55 |
| 4.3 Einschränkungen der Untersuchung | 63 |
| 4.4 Zusammenfassung                  | 65 |
| <u>5. Literaturverzeichnis</u>       | 67 |
| <u>6. Anhang</u>                     |    |
| 6.1 Abbildungsverzeichnis            | 82 |
| 6.2 Fragebogen                       | 84 |
| 6.3 Publikation                      | 85 |
| <u>7. Danksagung</u>                 | 85 |
| <u>8. Lebenslauf</u>                 | 86 |

## Abkürzungsverzeichnis

|                     |  |
|---------------------|--|
| ALS                 | Advanced Life Support                            |
| AF                  | Atemfrequenz                                     |
| AHA                 | American Heart Association                       |
| AMV                 | Atemminutenvolumen                               |
| BLS                 | Basic Life Support                               |
| BMV                 | Beutel Masken Ventilation                        |
| ca.                 | Zirka  |
| cm                  | Zentimeter                                       |
| cm H <sub>2</sub> O | Zentimeter Wassersäule                           |
| CO                  | Kohlenstoffdioxid                                |
| CPR                 | Cardiopulmonary resuscitation                    |
| ERC                 | European Resuscitation Council                   |
| Etc.                | Et cetera  |
| ETC                 | Combitube  |
| et al.              | Und andere                                       |
| ETI                 | Endotracheale Intubation                         |
| FiO                 | inspiratorische Sauerstoffkonzentration          |
| Gr.                 | Größe  |
| h                   | Stunde   |
| HF                  | Herzfrequenz                                     |
| H <sub>2</sub> O    | Wasser   |
| ILCOR               | International Liaison Committee on Resuscitation |
| i.v.                | Intravenös                                       |
| kg                  | Kilogramm  |
| KG                  | Körpergewicht                                    |
| LMA                 | Larynxmaske                                      |
| LT                  | Larynxtubus                                      |

|                  |                                     |
|------------------|-------------------------------------|
| LTS-D            | Larynxtubus-Suction                 |
| mbar             | Millibar                            |
| mg               | Milligramm                          |
| min              | Minute                              |
| mm               | Millimeter                          |
| mmhg             | Millimeter Quecksilbersäule         |
| NFT              | No-Flow-Time                        |
| Nr.              | Nummer                              |
| O <sub>2</sub>   | Sauerstoff                          |
| pCO <sub>2</sub> | Partialdruck des Kohlenstoffdioxids |
| pO <sub>2</sub>  | Partialdruck des Sauerstoffs        |
| Paw              | Atemwegsdruck                       |
| s                | Sekunde                             |
| UÖSD             | unterer Ösophagussphinterdruck      |
| usw.             | und so weiter                       |
| v.a.             | vor allem                           |
| vgl.             | vergleiche                          |
| vs.              | versus                              |
| z.B.             | zum Beispiel                        |



# Einsatz des Larynxtubus-Suction (LTS-D) zur Reduzierung der No-Flow-Time im Rahmen der präklinischen Reanimation – prospektive Simulatorstudie

---

## 1) Einleitung

### 1.1) Geschichte der Reanimation

Die Geschichte der Reanimation reicht mehrere Jahrhunderte zurück. Bereits in der ägyptischen Mythologie rettete Isis ihrem Mann Osiris mit Hilfe einer Atemspende das Leben. Im Jahre 177 nach Christus entwickelte ein griechischer Arzt namens Galen einen Beatmungsbeutel und beatmete damit Schweine. Im 16. Jahrhundert wurde auch durch Paracelsus die Tracheotomie bei Schweinen beschrieben. Im 18. Jahrhundert wurde die Mund zu Mund Beatmung erstmals bei Erwachsenen angewandt, obwohl bereits Jahrhunderte vorher Hebammen asphyktische Neugeborene mit dieser Methode reanimierten.

Die Beatmung wurde allerdings erstmals in den fünfziger Jahren im Rahmen der Reanimation wissenschaftlich in mehreren Studien des amerikanischen Anästhesisten J.O. Elam untersucht (Wenzel et al. 1997, Doerges und Wenzel 2001b). Ab dem Jahr 1960 wurde ein Algorithmus für den Ablauf der Reanimation entwickelt, durch den Beatmung und Thoraxkompression, sowie die Defibrillation einheitlich geregelt wurde. In den folgenden Jahren wurde versucht, auf internationaler Ebene durch Zusammenarbeit der AHA (American Heart Association) und des ERC (European Resuscitation Council) die Leitlinien zur Reanimation evidenzbasiert zu verbessern und den neuen medizinischen Erkenntnissen anzupassen. Letztmalig erfolgte eine evidenzbasierte Anpassung der Leitlinien im Jahr 2005 durch den ERC (die Planung der Implementierung neuer Leitlinien besteht für das Jahr 2010). In Bezug auf die hier vorliegende Untersuchung wurden die derzeit aktuellen Leitlinien angewandt (ERC 2005).

Der ERC teilt diese Leitlinien in Maßnahmen für Ersthelfer (BLS, Basic Life Support) und in erweiterte Reanimationsmaßnahmen (ALS, Advanced Life Support) ein.

Bei den BLS Maßnahmen gilt es für den Ersthelfer / Laienhelfer neben dem Freimachen der Atemwege, die Thoraxkompressionen auch die Mund zu Mund Beatmung durchzuführen. Zu den ALS Maßnahmen gehören zusätzlich erweitertes Notfall- und Atemwegsmanagement, wie die elektrische Defibrillation, die endotracheale Intubation, die Anlage eines intravenösen Gefäßzugangs und die Applikation von Medikamenten.

Sowohl beim BLS, als auch beim ALS stellt das Atemwegemanagement eine wichtige Säule der Reanimationsmaßnahmen dar.

Die endotracheale Intubation wird nach wie vor in den aktuellen Leitlinien als „Goldstandard“ der Atemwegssicherung bezeichnet (ERC 2005), denn nur bei dieser Methode ergibt sich der sicherste Aspirationsschutz für den Patienten.

Im Rahmen des Reanimationsablaufes nach den aktuellen Leitlinien des ERC wird die endotracheale Intubation, soweit sie zur Anwendung kommt, erst im weiteren Verlauf der Reanimation durchgeführt. Beim BLS und ALS werden nach Feststellen des Kreislaufstillstandes 2 Minuten lang 30 Thoraxkompressionen mit 2 Beatmungen im Wechsel durchgeführt. Beim ALS wird, soweit der Patient einen defibrillierbaren Rhythmus hat, einmal die elektrische Defibrillation durchgeführt. Wenn bis zu diesem Zeitpunkt die endotracheale Intubation vorbereitet ist, kann der Endotrachealtubus durch den in der Anwendung geübten Benutzer platziert werden (ERC 2005).

Für diese Beatmungen bis zur korrekten Platzierung des Endotrachealtubus, oder wenn die Intubation aus verschiedenen Gründen scheitert oder wiederholt werden muss, empfiehlt der European Resuscitation Council (ERC 2005) und die American Heart Association (AHA) die Anwendung der sichersten und am schnellsten verfügbaren Atemwegshilfe, wie z.B. die Beutel-Masken Ventilation

oder die supraglottischen Atemwegshilfen (Becker und Oelert 2005, Sefrin 2005, Nolan und von Goedecke 2006 et al.).

Die Beutel-Masken Ventilation ist sicherlich weltweit am meisten bekannt und verbreitet, auch unter medizinischem Assistenzpersonal (z.B. Rettungsassistenten und Krankenpflegepersonal). Ihre Vorteile liegen insbesondere in der schnellen Anwendbarkeit (Doerges et al. 2001a, Thierbach 2003).

Allerdings sollte die Beutel-Masken Ventilation im Hinblick auf das Risiko einer ösophagealen Insufflation mit ggf. nachfolgender Aspiration auch kritisch betrachtet werden (Doerges et al 2001a, Johannigman 1991, Melker 1986).

Dabei muss berücksichtigt werden, dass der zu reanimierende Patient in der Regel nicht nüchtern ist und damit ein Aspirationsrisiko, auch schon ohne Beatmung, in erhöhtem Maße besteht.

Ein weiteres Problem der Beutel-Masken Ventilation ist die Dichtigkeit zwischen der Beatmungsmaske und dem Patientengesicht während der Beatmung zu gewährleisten. Bei Undichtigkeiten während der Ventilation kann es zu insuffizienten Beatmungsvolumina kommen. (Alexander et al 1993). Langeron et al. (Langeron et al. 2000) führte im Jahr 2000 eine Studie zur schwierigen Maskenbeatmung durch, in der Anästhesisten Patienten primär mit der Beatmungsmaske beatmeten. Langeron et al. beschrieb hierbei eine Inzidenz von 5% schwieriger Maskenbeatmungen (Langeron et al. 2000). Es ist davon auszugehen, dass unter Reanimationsbedingungen diese Zahl noch deutlich höher ist, zumal im Rettungsdienst nicht nur in der Beutel-Masken Beatmung erfahrene Notärzte und Rettungsdienstmitarbeiter arbeiten.

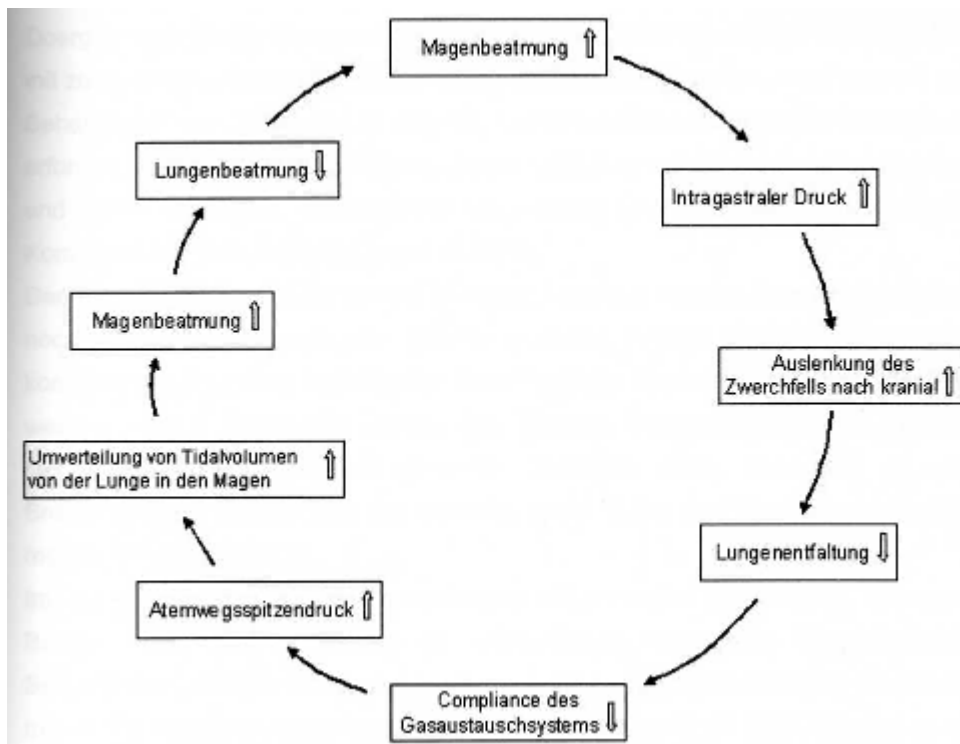
Stone et al. führte im Jahr 1998 eine Studie an 996 reanimierten Patienten durch. Er konnte zeigen, dass es bei der initialen Maskenbeatmung in 12,4% der Fälle zur Regurgitation von Mageninhalt kam. Er verglich dieses mit der Anwendung der Larynxmaske, bei der es nur in 3,5 % der Fälle zu einer Regurgitation kam (Stone et al 1998).

Die Magenbeatmung stellt eine der größten Komplikationen der Beutel-Masken Ventilation dar. Hauptursache ist die Kombination aus Abfall des unteren Oesophagusverschlussdrucks von normalerweise 20-25 cm H<sub>2</sub>O auf ca. 5 cm H<sub>2</sub>O innerhalb von 5 Minuten nach Eintritt des Kreislaufstillstandes (Gabrielli et al. 2002 / Bowmann et al. 1995) und dem Anstieg des Atemwegswiderstands bei Erniedrigung der Compliance des respiratorischen Systems.

Der Abfall des unteren Oesophagussphinkterdruckes nach Eintritt eines Kreislaufstillstandes konnte durch von Gabrielli et al. auch am Menschen bestätigt werden (von Gabrielli et al. 2005). Innerhalb einer Minute nach Eintritt des Kreislaufstillstandes wurde der untere Oesophagussphinkterdruck gemessen mit Werten zwischen 0 und 5 cm H<sub>2</sub>O.

Während bei gesunden Patienten unter Beatmungssituationen, zum Beispiel im Rahmen einer Narkosebeatmung, nur geringfügige Änderungen des Beatmungsdruckes / Atemwegswiderstands erfolgen, können bei Patienten mit Herzkreislaufstillstand die für eine Beatmung notwendigen Beatmungsdrücke achtmal höher sein (Weiler et al. 1995). Zusätzlich kommt es zu einem Absinken der Compliance der Lungen auf die Hälfte bis ein Drittel der Norm (Schmidt 1997 / Davis 1995/ Weiler et al. 1995).

Sobald mit der Beutel-Masken Ventilation begonnen wird und es zu einer ersten Magenbeatmung gekommen ist, beginnt ein Circulus vitiosus (Abbildung 1 Circulus vitiosus).



**Abbildung 1: Respiratorischer Circulus vitiosus**

(nach Kirchner 2008)

Durch die Magenbeatmung steigt der intra-gastrale Druck an, so dass sich das Zwerchfell nach kranial ausdehnt. Dies hat zur Folge, dass die Lungenbeatmung behindert wird und die respiratorische Compliance sinkt. Die gesunkene Lungencompliance wiederum führt dazu, dass beim nächsten Beatmungsvorgang ein noch größeres Luftvolumen in den Magen gelangt (Ruben et al. 1961, Wenzel und Idris 1997b, Wenzel et al. 1998, von Goedecke et al. 2006). Die lebensgefährliche Komplikation dieser Magenbeatmung ist neben der Verschlechterung der Lungenbeatmung, die folgende Regurgitation und pulmonale Aspiration von Magensäure mit nachfolgender Pneumonie (Wenzel et al. 2001b). Diese Tatsache kann in der folgenden Therapie für einen reanimationspflichtigen Patienten eine ernsthafte Komplikation bedeuten. So beschrieben Wenzel et al., Ho-Tai et al. und Doerges et al. Todesfälle nach pulmonaler Aspiration bei Beutel-Masken Ventilation (Wenzel et al. 1997, Ho-Tai et al. 1998, Doerges et al. 2001b). Selbst bei notfallmedizinisch geschultem

Personal kann es bei der Beutel-Masken Ventilation zu schweren Komplikationen kommen (Heidegger et al. 2003). Ziel sollte es also sein, den Atemwegsspitzenndruck auf ein Minimum zu reduzieren, um Magenbeatmungen zu verhindern. Ein weiteres Problem der Beutel-Masken Ventilation im Vergleich zur endotrachealen Intubation ist, dass es nicht möglich ist, während der Beatmung die Thoraxkompression aufrecht zu erhalten und es so immer wieder zu Perfusionsdruckabfällen kommt (ERC 2005). Diese Tatsache ist umso mehr von Bedeutung, da in den aktuellen Leitlinien des European Resuscitation Council (ERC 2005) auf die Wichtigkeit der Thoraxkompression und einem kontinuierlichen Perfusions- und Reperfusiondruck hingewiesen wird (ERC 2005). So kam es zu einer Änderung der bisherigen Reanimationsleitlinien, in denen seit 2005 die Anzahl der Thoraxkompressionen von 15 auf 30 verdoppelt wurde und mit der Thoraxkompression und nicht mehr mit der Beatmung begonnen wird (ERC 2005).

Aufgrund dieser oben genannten Probleme mit der Beutel-Masken Beatmung ist es erforderlich, neue Strategien für das Atemwegsmanagement im Rettungsdienst zu etablieren. Neue supraglottische Atemwegshilfsmittel (SGA) wie der Larynxtubus scheinen hierbei durchaus eine Verbesserung darzustellen (ERC 2005 / Doerges et al. 2003).

Der Larynxtubus wurde 1999 erstmalig vorgestellt (Agro et al. 1999, Doerges et al. 2000, Genzwuerker et al. 2002, Genzwuerker et al. 2005, Kette et al. 2005) und sowohl für das klinische als auch für das präklinische Atemwegsmanagement auf dem europäischen Markt eingeführt. Er scheint, wie auch seine neueren Varianten mit gastraler Absaugmöglichkeit (z. B. Larynxtubus-Suction (LTS-D) (Doerges et al. 2003, Genzwuerker et al. 2003), als supraglottischer Atemweg während Reanimationen eingesetzt werden zu können (ERC 2005). Aufgrund seiner einfachen und schnellen Handhabung ist es auch dem ungeübten Anwender gut möglich dieses supraglottische Atemwegshilfsmittel (SGA) einzusetzen. Der Larynxtubus wird auch als

Alternative zu den anderen SGA (beispielsweise Larynxmaske, Combitubus) gesehen und hat sich insbesondere in der Notfallmedizin bewährt (Doerges et al. 2003). Im Rettungsdienst sind in Fällen der nicht möglichen endotrachealen Intubation durch Einführen des Larynxtubus eine suffiziente Beatmung zu gewährleisten, auch in einer „cannot intubate – cannot ventilate“ Situation. (Genzwuerker et al. 2002). In vergleichenden Studien mit anderen Beatmungshilfen war der Larynxtubus im Hinblick auf die Anzahl der Platzierungsversuche, der benötigten Zeit der Platzierung, den „Leckagedruck“ und die Dichtigkeit den anderen überlegen (Finteis et al. 2001, Ocker 2003, Ocker 2007, Eitzer et al. 2006)

Die endotracheale Intubation (ETI) wird nach wie vor in den Leitlinien der American Heart Association (AHA) und der European Resuscitation Council (ERC 2005) als „Goldstandard“ der Atemwegssicherung im Rahmen der Reanimation bezeichnet (ERC 2005). Bei der erfolgreichen ETI besteht kein Risiko einer Magenbeatmung mit folgender Aspiration und es muss nicht während der Beatmung die Thoraxkompression unterbrochen werden. Allerdings kann die endotracheale Intubation durchaus mit Problemen im Rahmen einer Reanimation verbunden sein (Katz und Falk 2001, Keul et al. 2004, Kurola et al. 2004, Karch et al. 1996, Nolan 2001, Doerges und Wenzel 2001b, Schmidtbauer und Bubser 2002).

Die notärztliche Versorgung, gerade in Deutschland, wird in den meisten Fällen von Allgemeinmedizinern, Anästhesisten, Chirurgen und Internisten durchgeführt (Gries et al. 2006). Ein Großteil dieser Notärzte verfügt jedoch nicht über die erforderlichen Kenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit der ETI (Gries et al. 2006, von Goedecke et al. 2006, Doerges und Wenzel 2001b, Pepe et al. 1993, Dick et al. 1999). Die Gründe hierfür sind häufig durch die ETI als seltenes Ereignis in der Notfallmedizin begründet. Notärzte besetzen durchschnittlich drei Dienste monatlich mit im Mittel vier bis fünf Einsätzen pro

Dienst. Innerhalb dieser Notarzteinsätze kommt der jeweilige Notarzt durchschnittlich alle 1,4 Monate auf eine Intubation, ohne reanimationsbedingte Intubationen mit einzurechnen, sogar nur auf eine Intubation innerhalb von 3,7 Monate (Gries et al. 2006). Im Rahmen der sonstigen Alltagstätigkeit haben alle Notärzte, die primär nicht in der Anästhesie arbeiten, eher selten innerklinische Erfahrungen der ETI.

Bei der ETI werden präklinisch deutlich höhere ösophageale Intubationen und generelle Intubationsschwierigkeiten als innerklinisch beschrieben (Castner und Prinz 2003, Benumof 1991, Adnet et al. 1998, Keul et al. 2004, Timmermann et al. 2007). In 11% der Fälle der präklinischen Intubationen treten Schwierigkeiten auf und bei 1% sogar eine „cannot intubate, cannot ventilate“ Situation (Castner und Prinz 2003).

Konrad et al. beschrieb bereits 1998, dass 18% der ärztlichen Kollegen die bereits 80 Intubationen durchgeführt hatten, immer noch Unterstützung durch erfahrene Kollegen benötigten (Konrad et al. 1998).

Es hat sich sogar gezeigt, dass bei 1-4% der klinischen, elektiven Intubationen unter optimalen Bedingungen, einschließlich des eingesetzten Personals, Intubationsschwierigkeiten auftraten. (Castner und Prinz 2003, Benumof 1991, Adnet et al. 1998, Keul et al. 2004).

Aufgrund dieser Daten zur Komplikationshäufigkeit der ETI, sollte diese nur von gut ausgebildetem und in dieser Maßnahme erfahrenem Personal durchgeführt werden (ERC 2005, Nolan et al. 2006). Einerseits soll dadurch die Zeitdauer für die Intubation auf 30 Sekunden verkürzt werden, um so eine möglichst kurze Unterbrechung der Basismaßnahmen gewährleisten zu können, andererseits sollen unerkannte Fehlintubationen mit für den Patienten fatalen Folgen reduziert werden. Somit wäre die endotracheale Intubation für einen Großteil der ärztlichen und der nichtärztlichen Mitarbeiter im Rettungsdienst nur noch bedingt empfohlen (ERC 2005, Nolan et al. 2006). Alternativ sollten daher durch diese Personengruppe seitens des ERC empfohlene SGA oder die Beutel-



Masken Beatmung genutzt werden, um den reanimationspflichtigen Patienten zu oxygenieren (ERC 2005, Goedecke et al. 2006, Nolan et al. 2006). Voraussetzungen für die Verwendung der SGA sollten die einfache, schnelle Verfügbarkeit und Handhabung, auch durch ungeübtes Personal, sowie ein möglichst hoher Aspirationsschutz sein (ERC 2005). Als Alternativen für das Atemwegsmanagement während einer Reanimation werden vom ERC die nachfolgenden SGA, für die Untersuchungen im Rahmen der Wiederbelebung vorliegen, genannt: Larynxmaske, Combitubus und Larynxtubus.

Weiterhin wird in den aktuellen Leitlinien des ERC die Reduktion der No-Flow-Time (NFT) als besonders bedeutsam für den Reanimationsablauf beschrieben (ERC 2005). Dieses wird vor allem damit erreicht, dass die Bedeutung der Thoraxkompression gestärkt wird, indem sie von 15 auf 30 erhöht wurde (Eftestol et al. 2002), sowie nur noch eine Einzel - Defibrillation durchgeführt werden soll. Weiterhin wurde die Bedeutung der endotrachealen Intubation zur Atemwegssicherung, durch in dieser Maßnahme untrainiertes Personal, reduziert und das „Airway Management“ wurde um die supraglottischen Atemwegshilfen erweitert.

## **1.2) Zielsetzung der Untersuchung**

Die Untersuchung folgender Fragestellungen war Ziel der vorliegenden Studie:

- Inwieweit wird die „No-Flow-Time“ durch direkten Einsatz des Larynxtubus-Suction (LTS-D) im Verhältnis zur Beutel-Masken Ventilation im Rahmen der Reanimation verkürzt?
- Inwieweit ist es in der Intubation unerfahrener Notärzte möglich den Vorgaben des Advanced Life Support (ERC 2005) zu folgen?

- Stellt der Larynxtubus-Suction (LTS-D) auch für den weniger geübten Notarzt eine geeignete Beatmungshilfe dar?
- Bringt der Larynxtubus-Suction (LTS-D) Vorteile gegenüber der Beutel-Masken Ventilation, in Hinblick auf Beatmungsvolumina und Magenbeatmung?
- Ist der Larynxtubus-Suction (LTS-D) für die Notärzte eine leicht erlernbare und gut zu reproduzierbare Alternative zu der Beutel – Masken Ventilation?
- Sind Platzierung und Handhabung des Larynxtubus-Suction (LTS-D) in der Anwendung der präklinischen Reanimation durch Notärzte vorteilhaft?

## **2.. Material und Methoden**

### **2.1) Vorbemerkung**

Im Zeitraum von April 2007 bis September 2007 wurden die für diese Studie verwendeten Daten erhoben. Dazu wurde im Rahmen eines standardisierten eintägigen Advanced Life Support Reanimationstraining nach den Leitlinien des ERC 2005 , für in der Notfallmedizin tätige Ärzte, ein standardisiertes Reanimationsszenario mit einem Reanimationsphantom (Laerdal TM Norwegen, „Resusci Anne Advanced Skilltrainer“) erstellt. Über einen vorher definierten Zeitraum wurde die Versorgung eines reanimationspflichtigen Patienten mit einem defibrillationswürdigen Rhythmus (Kammerflimmern) simuliert. Die teilnehmenden Notärzte wurden in Notfallteams bestehend aus 2 Personen eingeteilt und entsprechend der Vergleichsgruppen randomisiert. Verglichen wurden der Einsatz des Larynxtubus-Suction (LTS-D) gegenüber der Beutel-Masken Ventilation im Hinblick auf die Beatmung und die NFT.

Erfolgsparameter war die Versorgung des Patienten im Sinne der Leitlinien des ERC zum Advanced Life Support (ALS) des Jahres 2005 (ERC 2005).

Zusätzlich wurde im Rahmen der objektivierten Handhabung die Anlageversuche und Anlagezeit des LTS-D, bzw. der Beutel-Masken Ventilation, während des Szenarios erfasst. Im Anschluss an die Untersuchung nahmen die Teilnehmer an der prospektiven Untersuchung durch einen Fragebogen teil. Dabei wurden neben demografischen Daten und dem subjektiven Gefühl der Teilnehmer im Umgang mit dem LTS-D, noch weitere Daten zum Umgang mit dem LTS-D erfragt.

## **2.2 Der Beatmungsbeutel und Gesichtsmaske (Beutel – Masken Ventilation)**



Abbildung 2: Beatmungsbeutel und Maske der Firma Ambu  
(<http://www.rkes.dot.at/.../2002909%20Ambu%20Mark%20III.jpg>)

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Beatmungsbeutel der Firma Ambu Mark III™ (Abbildung 2) verwendet. Er hat ein maximales Füllungsvolumen von 1.5 Liter. Als die schnellste Möglichkeit des Atemwegemanagement ist sicherlich der Beatmungsbeutel mit einer Gesichtsmaske zu kombinieren. So ist diese Kombination das obligate Grundinstrument der Beatmung im

präklinischen Alltag. Der Vorteil ist, dass die Beutel-Masken Ventilation bis sie bereit steht nur sehr wenig zeitintensiv ist.

Um mit der Gesichtsmaske beatmen zu können, muss der Kopf rekliniert werden, da sonst die Zunge die Atemwege verlegt und eine Beatmung unmöglich macht bzw. deutlich erschwert. Die Maske muss mit dem Gesicht des Patienten mit einem gewissen Druck verbunden werden, weil es sonst zu Undichtigkeiten kommt. Wie bereits im Vorfeld ausgeführt bietet die Beutel – Masken Ventilation keinen Aspirationsschutz.

### **2.3 Der Larynxtubus-Suction (LTS-D)**

Nach seiner erstmaligen Vorstellung im Jahr 1999 (Agro et al. 1999, Doerges et al. 2000, Genzwuerker et al. 2002, Genzwuerker et al. 2005, Kette et al. 2005), wurde der klassische Larynxtubus 2002 zum Larynxtubus-Suction (LTS-D), mit einem zweiten Lumen als gastraler Absaugmöglichkeit, weiterentwickelt. Nachdem auch dieser Larynxtubus-Suction zur Sicherung der Atemwege während einer Reanimation eingesetzt werden kann (Doerges et al. 2003, Genzwuerker et al. 2003), wurde dieser in der vorliegenden Studie während eines simulierten Reanimationsszenarios im Vergleich zur Beutel-Masken Ventilation getestet.



Abbildung 3: Larynxtubus-Suction (LTS-D)

(<http://www.klinika-medical.de/.../produkte.htm>)

Bei dem klassischen Larynxtubus handelt es sich um einen Einlumentubus aus Silikon, der blind in den Mund eingeführt wird und sich mit der Spitze im Ösophagus positioniert. Niederdruckcuffs verschließen sowohl den Oropharynx nach proximal, als auch den Ösophagus nach distal. Zwischen diesen Cuffs erfolgt die Beatmung über Öffnungen im Larynxtubus. Der geblockte distale ösophageale Cuff gewährleistet einen weitgehenden Aspirationsschutz durch die Abdichtung der Speiseröhre. Im Falle einer sehr schweren Regurgitation könnte es im Extremfall zu einer Ösophagusruptur kommen (Doerges et al. 2000). Allerdings sind solche Komplikationen bisher noch nicht beschrieben worden.

Im Jahr 2002 ist der Larynxtubus weiterentwickelt worden zum Larynxtubus-Suction (LTS) und .2005 erfolgte eine weitere Entwicklung des LTS zum sogenannten LTS II bzw. LTS-D. Dieser LTS-D wurde in der vorliegenden Arbeit verwendet.

Es handelt sich um einen Doppellumentubus, wobei das zweite Lumen dem Einbringen einer Magensonde dient, oder auch dem freien passiven Ablauf von

Mageninhalt oder Luft. Auch der Larynxtubus-Suction (LTS-D) wird blind eingeführt und verfügt über die beiden Niederdruckcuffs, die sich im Oropharynx und im Ösophagus befinden. Es besteht eine Verbindung zwischen diesen beiden Cuffs, so dass diese mit nur einer Blockerspritze an einer gemeinsamen Zuleitung geblockt werden. Dabei wird zuerst der proximale Cuff gefüllt und damit der Tubus im Hypopharynx stabilisiert. Dann wird der distale ösophageale Cuff geblockt. Dies wird ermöglicht, da die Verbindungsleitung zwischen beiden Cuffs verschiedene Durchmesser haben.

Der Larynxtubus-Suction (LTS-D) besitzt zwar zwei Lumen, allerdings ist nur über einem Lumen aufgrund des Anschlusses (Norm-Konnektor) die Beatmung möglich.

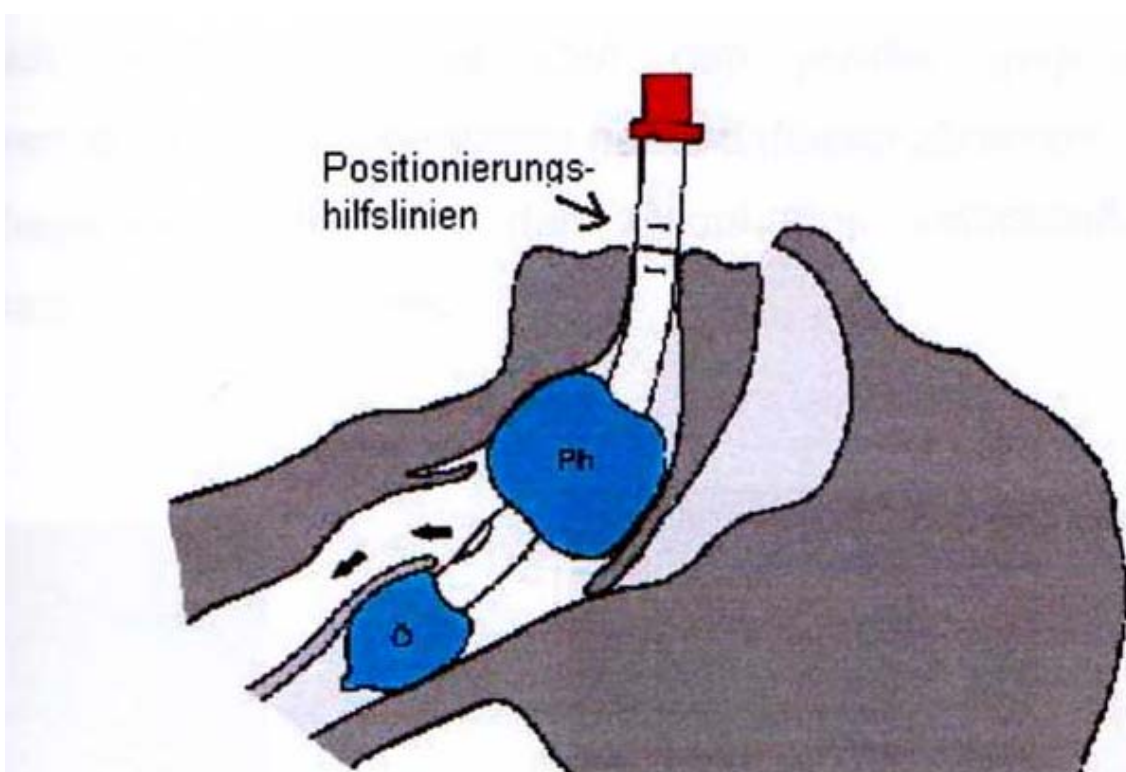
Dieser Norm-Konnektor ist entsprechend der jeweiligen Größe des Larynxtubus-Suction (LTS-D) farblich gekennzeichnet. Über das Absauglumen lassen sich Magensonden oder Absaugkatheter bis max. 16 Charriere einführen. Während der klassische Larynxtubus in 5 verschiedenen Größen vom Neugeborenen bis zum großen Erwachsenen zur Verfügung steht (Tabelle 1), ist der Larynxtubus-Suction (LTS-D) bisher nur in den Größen 3, 4 und 5 erhältlich.

*Tabelle 1: Größentabelle Larynxtubus*

| <b>Größe Larynxtubus</b>                      | <b>Farbe des Norm-Konnektor</b> |
|---|---------------------------------|
| <b>Gr. 0 Neugeborene, bis 5 KG</b>            | Transparent                     |
| <b>Gr. 1 Baby, 5 – 12 KG</b>                  | Weiß                            |
| <b>Gr. 2 Kinder, 12 – 25 KG</b>               | Grün                            |
| <b>Gr. 3 Erwachsene bis 155 cm Größe</b>      | Gelb                            |
| <b>Gr. 4 Erwachsene 155 cm – 180 cm Größe</b> | Rot                             |
| <b>Gr. 5 Erwachsene über 180 cm Größe</b>     | Violett                         |

In unserer Untersuchung am Reanimationsphantom wurde der LTS-D der Größe 4 (Erwachsene 155 – 180cm Körpergröße) verwendet. Mit dem LTS-D in der Verpackung wird eine entsprechend große Blockerspritze geliefert, auf der das benötigte Blockvolumen farbig markiert ist.

Der LTS-D wird blind in den Mund eingeführt (Abbildung 4). Der Tubus wird gegen den harten Gaumen mittig vorgeschoben. Eine schwarze Markierungslinie am LTS-D soll auf Höhe der Oberkiefer Zahnreihe zu liegen kommen. Um Beschädigungen der Cuffs zu verhindern, sollten diese vor Einlage des Tubus völlig entblockt sein. Die Tubus Spitze ist weich, um Verletzungsgefahren zu minimieren. Nachdem der LTS-D richtig platziert ist, erfolgt die Blockung mit der beiliegenden Spritze. Klinisch wird empfohlen die Cuffs mithilfe eines Cuffdruck Messers zu blocken auf einen Druck zwischen 60-70 cm/H<sub>2</sub>O. In Notfallsituationen ist dies natürlich zu Zeitaufwendig, so dass hierfür die farbig markierte Blockerspritze (100ml Spritze) zum Einsatz kommt. In unserer Untersuchung wurde die Blockung des LTS-D auch mit der beiliegenden Blockerspritze durchgeführt.



**Abbildung 4: Positionierung des Larynxtubus**

Der proximale/pharyngeale Cuff (PH) dichtet den Pharynx ab, während der distale/oesophageale Cuff (O) den Oesophagus verschließt und somit eine Insufflation des Magens verhindert. Die Lungen werden ventiliert über Öffnungen des Larynxtubus zwischen den beiden Cuffs. Die Pfeile zeigen den Weg des Luftstromes an,

(aus Genzwuerker et al. 2000a, S. 373)

Die Beatmung über den LTS-D wird in der Anfangsphase der Reanimation als korrekte Beatmung vermerkt, wenn sich beide Lungen mit einem Tidalvolumen von 500 – 600 ml ohne Luftinsufflation in den Magen füllen lassen.

Im klinischen Gebrauch sollte die Beatmung über den LTS-D mittels der Auskultation und Kapnometrie überprüft werden.

Fehllagen können bei zu tiefen Verschieben entstehen, dabei kann es zu einem Verlegen des Kehlkopfeinganges kommen durch den proximalen Cuff, oder durch bei zu geringer Einführtiefe durch Verlegung des Kehlkopfeinganges durch den ösophagealen Cuff. Im Falle so einer Fehllage ist keine Beatmung möglich und es müsste zu einer Neupositionierung des Tubus kommen.

## **2.4 Studienbeschreibung**

### **2.4.1. Ein und Ausschluss Kriterien**

Kriterien für die Teilnahme waren das Einverständnis der Teilnehmer, fehlende Kenntnis der aktuellen Advanced Life Support (ALS) Leitlinien des ERC 2005, fehlende Kenntnis im Umgang mit dem Larynxtubus-Suction (LTS-D) und Unerfahrenheit in der endotrachealen Intubation. Die Teilnehmer mussten sich selbst im Sinne der Leitlinien des ERC 2005 bezüglich ihrer Erfahrung in der Technik der endotrachealen Intubation einschätzen (ausgebildet, kompetent und erfahren; (ERC 2005)). Teilnehmer, die sich als erfahren und kompetent in dieser Maßnahme zur Sicherung der Atemwege bezeichneten, wurden nicht in die Untersuchung aufgenommen. Eine aktive Tätigkeit als Notarzt war als



zusätzliches Aufnahmekriterium definiert. Weitere Ausschlusskriterien ergaben sich aus den Aufnahmekriterien.

## 2.4.2 Studienablauf

In unsere Untersuchung wurden insgesamt 50 in der Notfallmedizin tätige Ärzte, nach den oben genannten Ein und Ausschlusskriterien, eingeschlossen, die im Rahmen eines eintägigen Reanimationstrainings ( Tabelle 2), zur Schulung der aktuellen Leitlinien des ERC 2005 ein standardisiertes Reanimationsszenario mit einem handelsüblichen Reanimationsphantom (Laerdal™ Norwegen, „Resusci Anne Advanced Skilltrainer“) absolvierten.

*Tabelle 2: Ablauf des Trainings*

| <b>Trainingseinheit</b>         | <b>Zeitdauer (min)</b>               |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Begrüßung der Teilnehmer</b> | 10                                   |
| <b>Pre-course-Test</b>          | 20                                   |
| <b>Basic Life Support</b>       | 45                                   |
| <b>Defibrillation</b>           | 45                                   |
| <b>Intraossäre Punktionen</b>   | 30                                   |
| <b>Airway Training</b>          | 90<br>(je 30 für BMV, LTS-D und ETI) |
| <b>Medikamente zur CPR</b>      | 30                                   |
| <b>ALS-Training</b>             | 180                                  |
| <b>Post-course-Test</b>         | 20                                   |
| <b>Verabschiedung</b>           | 10                                   |

Es wurden die 50 Studienteilnehmer randomisiert und den beiden Vergleichsgruppen zugewiesen (LTS-D Gruppe bzw. Beutel-Masken

Ventilations Gruppe). Nachdem die Teilnehmer das erste Reanimationsszenario in ihrer Gruppe absolviert hatten, tauschten sie die Gruppe und führten das zu untersuchende Szenario ebenfalls unter Nutzung des zu vergleichenden Atemwegsmanagements durch.

Simuliert wurde die Versorgung eines Patienten mit einem defibrillationswürdigen Rhythmus (Kammerflimmern) durch ein Notfallteam bestehend aus 2 Personen, über einen vorher definierten Zeitraum. Dabei wurden nach den Vorgaben der ERC 2005 (Tabelle 3) die optimalerweise benötigte Zeit zur Durchführung des Reanimationsalgorithmus für 3 Zyklen inklusive der 3. Defibrillation festgelegt. Je nach Einsatz der unterschiedlichen Beatmungshilfen ergaben sich nach den Leitlinien der ERC 2005 dafür unterschiedliche Zeitvorgaben. Im Vergleich des Larynx-tubus-Suction (LTS-D) gegenüber der Beutel-Masken Ventilation gilt es nach den Vorgaben die 10 Sekunden für die Anlage des LTS-D auf die Algorithmusdauer von 420 Sekunden, wie es bei der Beutel-Masken Ventilation zu berechnen ist, zu addieren. So ergab sich nach den Leitlinien der ERC 2005 eine ideale Algorithmus Zeit für 3 Zyklen CPR mit Defibrillation von 420 Sekunden für den ausschließlichen Einsatz der Beutel-Masken Ventilation zum Atemwegsmanagement und 430 Sekunden für den Einsatz des LTS-D.

***Tabelle 3: Zeitlicher Ablauf Reanimation***

| Handlung                                | Larynx-tubus-suction (LTS-D) |                | Beutel-Masken Ventilation (BMV) |                |
|---|------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|
|   | Zeit (s)                     | Zeit insgesamt | Zeit (s)                        | Zeit insgesamt |
| <b>Feststellen der Bewusstlosigkeit</b> | 15                           | 15             | 15                              | 15             |
| <b>Platzierung des LTS-D</b>            | 10                           | 25             | 0                               | 15             |
| <b>1. CPR Zyklus</b>                    | 120                          | 145            | 120                             | 135            |

|                          |     |     |     |     |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| <b>1. Defibrillation</b> | 15  | 160 | 15  | 150 |
| <b>2. CPR Zyklus</b>     | 120 | 280 | 120 | 270 |
| <b>2. Defibrillation</b> | 15  | 295 | 15  | 285 |
| <b>3. CPR Zyklus</b>     | 120 | 415 | 120 | 405 |
| <b>3. Defibrillation</b> | 15  | 430 | 15  | 420 |

Erfolgsparemeter war die Versorgung des Patienten im Sinne der Leitlinien des ERC zum Advanced Life Support (ALS) des Jahres 2005.

Innerhalb des vorhergehenden Reanimationstrainings fand eine 90 min dauernde Einweisung in die 3 Möglichkeiten des Atemwegsmanagements (Beutel-Masken Ventilation, LTS-D und endotracheale Intubation; Tabelle 2) statt. Die Technik zum Gebrauch des LTS-D wurde entsprechend den Herstellerrichtlinien unterrichtet.

Alle Probanden absolvierten zwei Szenarien als verantwortlicher Helfer und zwei weitere als assistierender Helfer. Im Vorfeld wurden die beiden Gruppen jeweils noch einmal randomisiert ihrem Teampartner zugewiesen, ihrer Position innerhalb des Notfallteams (verantwortlichem Helfer / assistierendem Helfer) und mit welcher Beatmungshilfe sie beginnen sollten. Danach wurde jeweils getauscht. Im Anschluss an das ALS Training nahmen die Studienteilnehmer an der prospektiven Untersuchung teil.

Die Daten wurden von zwei Instruktoren mit Hilfe einer Computeraufzeichnung über den Reanimationssimulator (Laerdal™ Norwegen, PC-Skillreporting-Software) sowie mit einer zusätzlichen Zeitaufzeichnung (Nutzung der gleichen Stoppuhr für alle Szenarien) zur Ermittlung der No-Flow-Time und der oben genannten weiteren Zeiten erhoben. Die eintägigen Reanimationskurse wurden zur Vergleichbarkeit durch dieselben Instruktoren geleitet. Die maximale Teilnehmerzahl betrug 12 Personen/ Trainingseinheit.

### **2.4.3 Statistische Auswertung:**

Die Datenaufzeichnung und -verarbeitung erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel 2003 (Microsoft Inc. Deutschland) und dem Statistikprogramm SPSS 12.0 (SPSS Inc. USA). Die statistische Signifikanz wurde mit dem Wilcoxon-Signed-Rank-Test (u. a. Vergleich der beiden Gruppen bezüglich der No-Flow-Time) für nichtparametrische Daten berechnet. Das Signifikanzniveau wurde bei  $p < 0,05$  festgelegt. Die Daten wurden entsprechend der Deklaration von Helsinki anonym erhoben, sodass in der Folge keine Rückschlüsse auf einzelne Teilnehmer möglich waren (Salako 2006)

### **2.4.4 Vergleichsgruppe 1: Larynxtubus-Suction (LTS-D) vs. Beutel – Masken Ventilation**

LTS-D vs. BMV bei Notärzten

In der Untersuchungsgruppe erfolgten die Beatmung und das Atemwegsmanagement mit dem LTS-D und in der Kontrollgruppe mit der Beutel-Masken Ventilation. Der Teamleader führte in beiden Gruppen zur besseren Vergleichbarkeit und realitätsnäheren Darstellung in den ersten Minuten der Reanimation sowohl die Beatmung als auch die Thoraxkompression über Kopf des Patienten im Sinne einer Ein Helfermethode durch, während der unterstützende Helfer alle weiteren Vorbereitungen (u. a. Verständigung weiterer Helfer, Vorbereitung des Atemwegshilfsmittels, der EKG Ableitung, des Defibrillators) zu treffen hatte.

Möglich wäre es auch gewesen, die Reanimation als 2 Helfermethode zu beginnen, so dass ein Helfer am Kopf des Patienten sich um die Beatmung kümmert und ein weiterer Helfer die Thoraxkompressionen durchführt. Für alle

vorbereitenden Maßnahmen, wie z.B. vorbereiten der EKG Ableitung, der endotrachealen Intubation, oder der Defibrillation bleiben dabei nur die jeweils entstehenden ca. 15 Sekunden Beatmungspause. Diese geringen Unterbrechungen der Reanimation für die Vorbereitung zu nutzen ist nicht sinnvoll und effektiv, so dass sich auch in der Notfallmedizinischen Praxis die Ein Helfermethode zur Reanimation durchgesetzt hat, solange nur zwei Helfer vor Ort sind. Für die Durchführung unserer Untersuchung, bestand durch die gewählte Anordnung der Helfer eine bessere Möglichkeit zur Vergleichbarkeit der Einzelmaßnahmen.

Der Teamleader bekam durch den unterstützenden Helfer den LTS-D bzw. den Beatmungsbeutel mit Maske an den Kopf des Simulators platziert. Die Anlage des LTS-D, die Beutel-Masken Ventilation, die Blockung des Cuffs nach erfolgreicher Anlage, die Konnektion des Beatmungsbeckens sowie die Beatmung des Simulators erfolgten durch den Teamleader. Die Probekblockung des LTS-D Cuff nahm der unterstützende Helfer vor, während der Teamleader die Bewusstseinsprüfung und die ersten 30 Herzdruckmassagen durchführte. Direkt im Anschluss an die zweimalige Beatmung nach erfolgreicher Platzierung wurde der Zyklus Herz-Lungen-Wiederbelebung beginnend mit den zweiten 30 Herzdruckmassagen fortgesetzt. Während der Beatmung bzw. der Platzierung des LTS-D wurde mit den Thoraxkompressionen pausiert. Als erfolgreiche Platzierung des LTS-D bzw. als erfolgreiche Beatmung mit Hilfe der Beutel-Masken Ventilation wurde im Sinne der 2005er Leitlinien des ERC die gemessene Insufflation eines Tidalvolumens von 500–600 ml definiert (ERC 2005). Bezüglich der Messung der No-Flow-Time wurden vorab diejenigen Zeiten nach den aktuellen Leitlinien des ERC 2005 bestimmt, in denen während des Szenarios regulär keine Thoraxkompressionen stattfinden:

- 15s für die Feststellung der Bewusstseinsstörung/ des Atemstillstands,
- 10s für die Anlage des LTS-D,

- 30s Beatmung (entsprechend der jeweils 10s für die Beatmung pro Zyklus Herz-Lungen-Wiederbelebung während der asynchronen Phase mit je 1s/Einzelbeatmung) und
- 45s Analyse- und Defibrillationszeit (entsprechend jeweils 15s/Einzelanalyse/-Defibrillation während eines defibrillationswürdigen Rhythmus mit einem halbautomatisierten Defibrillator; Corpuls 08/16, Corpuls Inc.) Die reguläre summative No-Flow-Time beträgt somit bei der Nutzung des LTS-D 100 s bzw. 90 s bei der Beutel-Masken Ventilation.

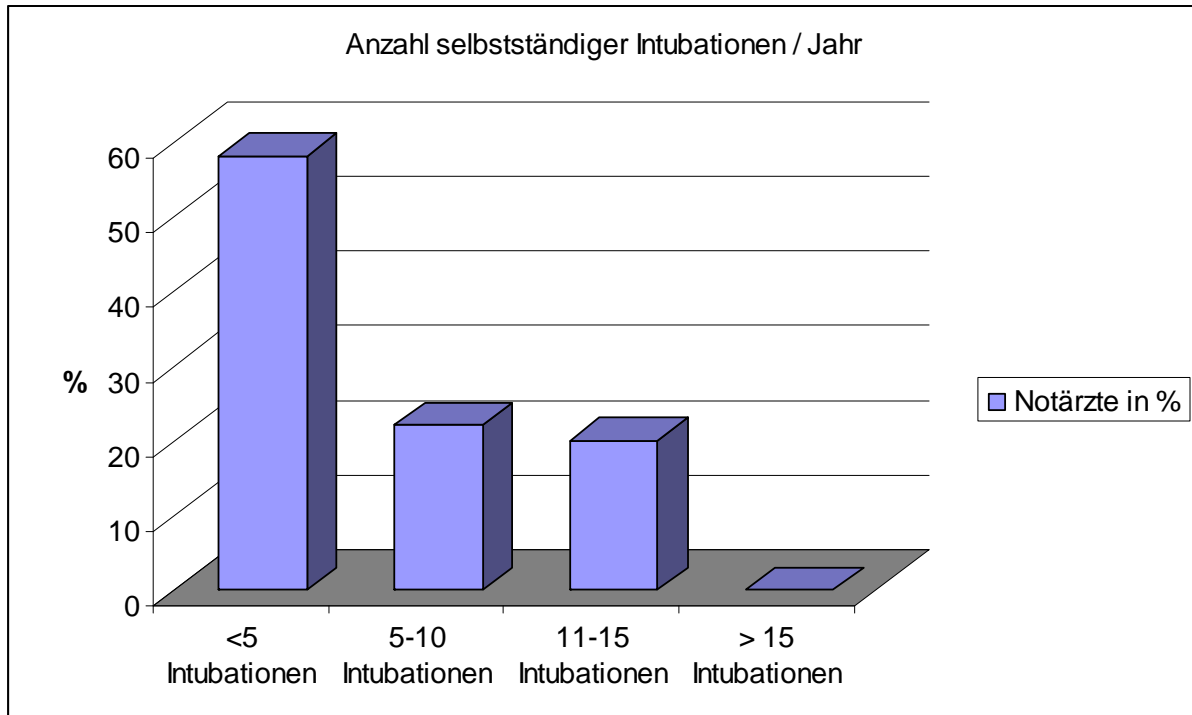
Nach dem Reanimationstraining und der Untersuchung wurden die Teilnehmer zu ihren Eindrücken im Umgang mit den Mitteln zur Sicherung des Atemweges durch einen für die Untersuchung erstellten Fragebogen mit geschlossenen Fragen (single-method design) befragt (Platzierung, subjektive Sicherheit im Umgang mit dem LTS-D bzw. der Beutel-Masken Ventilation). An demografischen Daten wurden Alter, Geschlecht, Berufserfahrung sowie Fachrichtung der Teilnehmer und vorherige Teilnahme an Reanimationstrainings erhoben. An speziellen Daten wurden die Anlagedauer des LTS-D am Simulator, die Anlageversuche, die Einzelbeatmungszeit mit LTS-D und Beutel-Masken Ventilation sowie die summativen Beatmungszeiten mit LTS-D und Beutel-Masken Ventilation, die summative No-Flow-Time, der Zeitpunkt der Einzeldefibrillationen während des Szenarios, die Dauer zur Feststellung der Bewusstlosigkeit sowie die von den Teilnehmern selbst geschätzte summative Dauer der No-Flow-Time in den durchgeführten Szenarien erfasst.

## **3. Ergebnisse**

### **3.1 Vergleichsgruppe 1: LTS-D vs. Beutel – Masken Ventilation**

Die 50 Studienteilnehmer absolvierten alle im Rahmen des eintägigen Reanimationstrainings Advanced Life Support zwei Reanimationsszenarien als Teamleader. Im Vorfeld fand die Randomisierung zu der jeweiligen Gruppe statt (LTS-D und Beutel-Masken Ventilation). Im Anschluss an das erste durchgeführte Reanimationsszenario tauschten die Studienteilnehmer die Gruppe und führten so beide Reanimationsszenarios mit den entsprechenden Beatmungshilfen durch (je ein Szenario LTS-D bzw. Beutel-Masken Ventilation). Wie den demografischen Daten in der Tabelle 4 (Demografische Daten) zu entnehmen ist, waren die Studienteilnehmer zum Untersuchungszeitpunkt aktiv als Notarzt tätig, Keiner verfügte über Kenntnisse in der Anwendung des LTS-D, Keiner hatte bis zum Untersuchungstag ein aktuelles Reanimationstraining nach den aktuellen Leitlinien des ERC 2005 absolviert und alle Studienteilnehmer schätzten sich im Sinne der Leitlinien des ERC 2005 als in der endotrachealen Intubation als ungeübt und unerfahren ein. So ergab die Auswertung der im Anschluss an das Reanimationstraining ausgefüllten Fragebögen, dass 58% der Teilnehmenden Notärzte weniger als 5 selbstständige Intubationen pro Jahr durchgeführt haben, 22% beschrieben, dass es zwischen 5 und 10 selbstständige Intubationen pro Jahr gewesen sind, zwischen 10 und 15 selbstständige Intubationen je Jahr waren es dann nur noch 20% und keiner der Studienteilnehmer gab an, es seien mehr als 15 Intubationen pro Jahr gewesen, die er selbstständig durchgeführt hatte.

Abbildung 5: Diagramm Intubationen / Jahr



Von den Studienteilnehmern waren 76% bereits Fachärzte, 24% waren noch in der Facharztausbildung. Die Verteilung der Fachrichtungen sind ebenfalls der Tabelle 4 zu entnehmen. Zum Untersuchungszeitpunkt waren 30% der Studienteilnehmer in einem Krankenhaus der Grund und Regelversorgung tätig, 32% in einem Krankenhaus der Maximalversorgung und der Großteil der Teilnehmer mit 38% sind Selbstständig in der Praxis tätig.



Abbildung 6: Ausbildungsstand der Studienteilnehmer

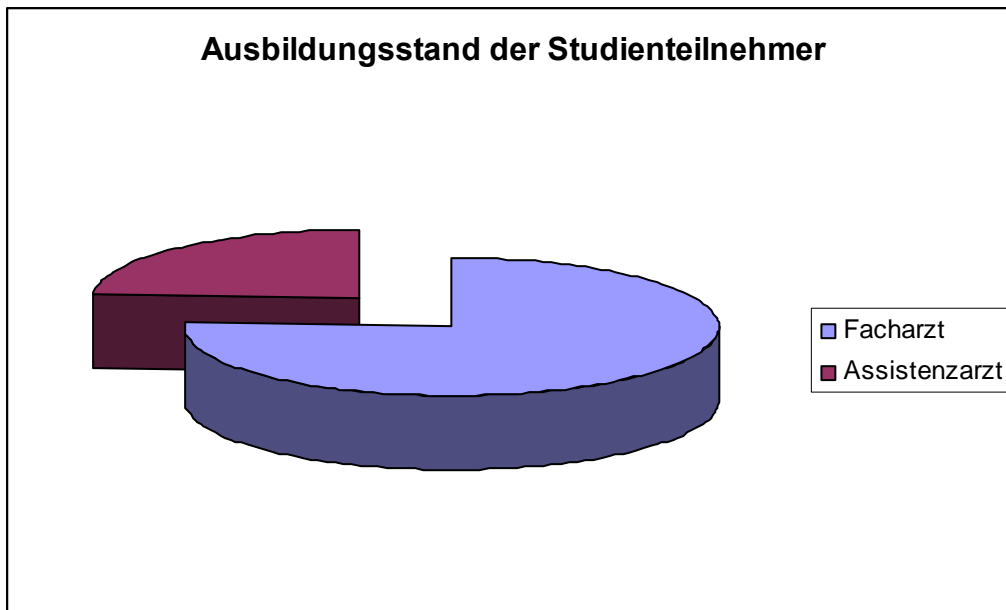


Abbildung 7: Fachrichtungen der Studienteilnehmer

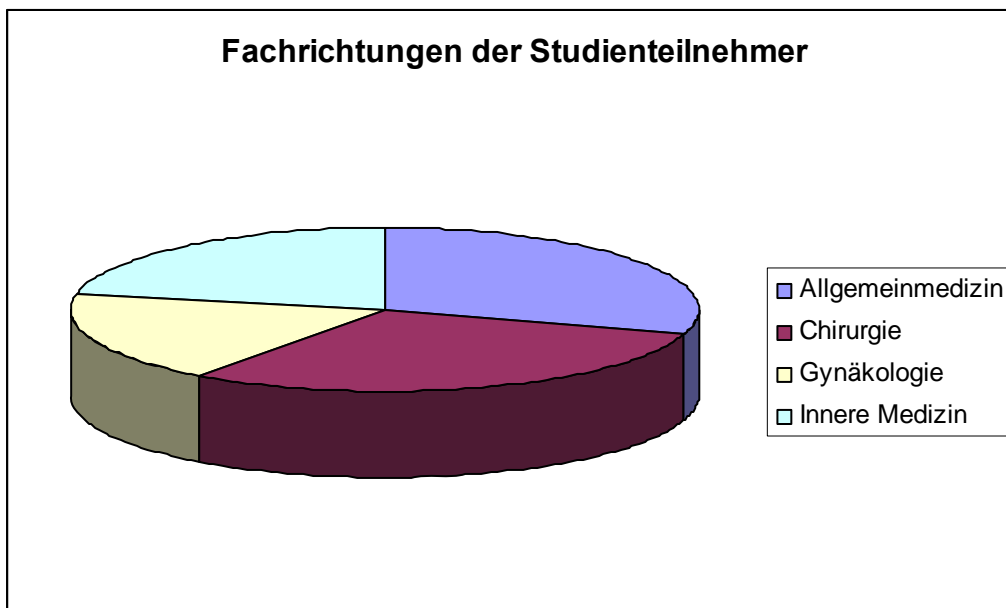


Abbildung 8: Altersverteilung der Studienteilnehmer

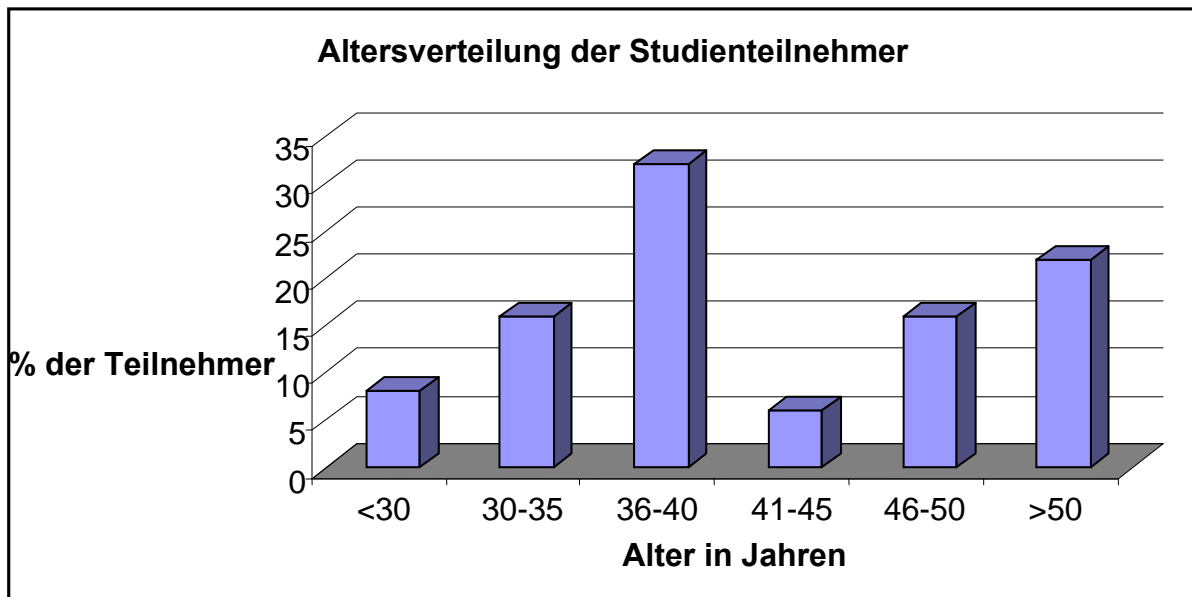


Abbildung 9: Verteilung des Arbeitsplatz der Teilnehmer in %

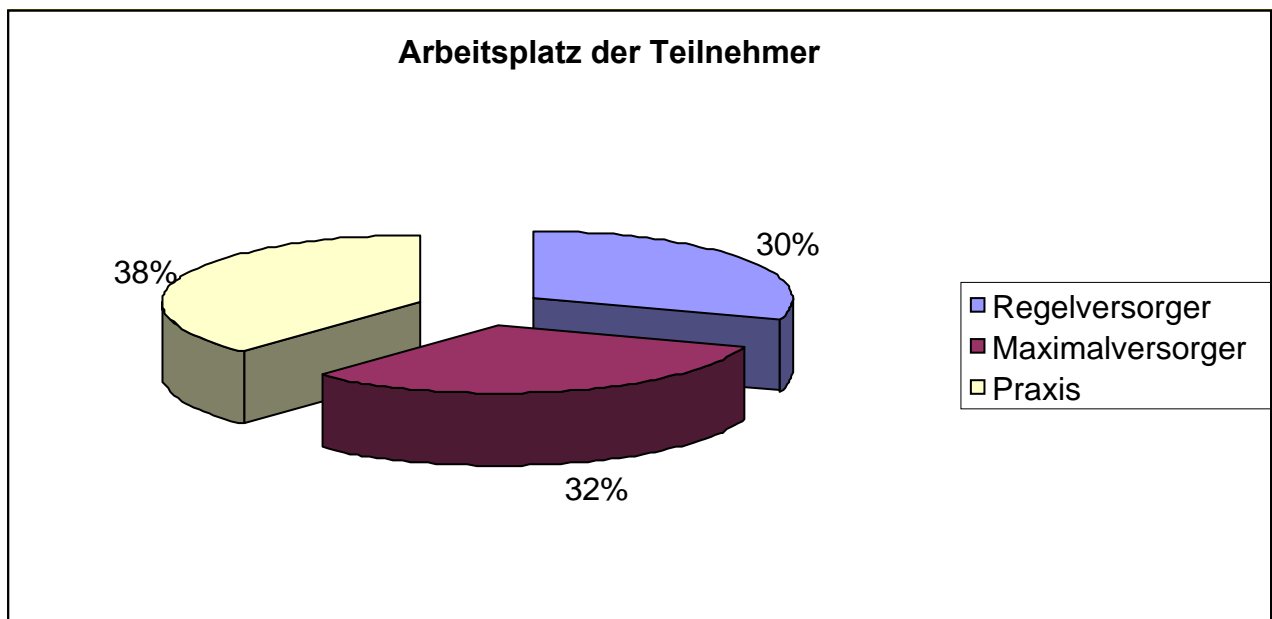


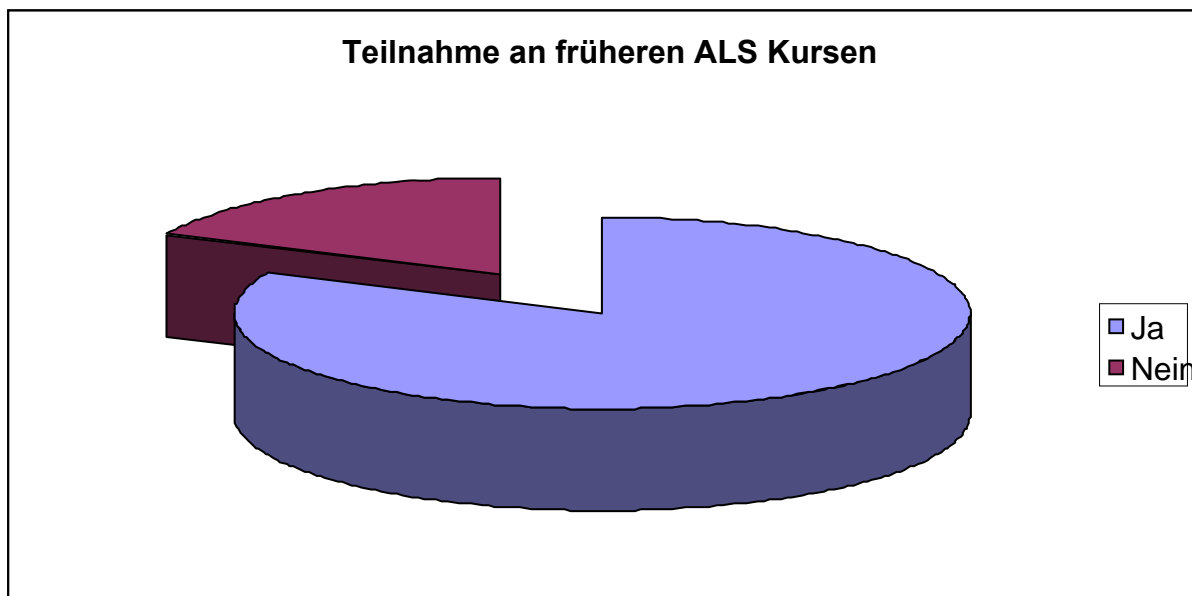
Tabelle 4: Demografische Daten

| Daten             | Teilnehmer |   |
|-------------------|------------|---|
|                   | N          | % |
| <b>Geschlecht</b> |            |   |

|   |    |    |
|---|----|----|
| <b>Männlich</b>                                       | 27 | 54 |
| <b>Weiblich</b>                                       | 23 | 46 |
| <i><b>Berufserfahrung</b></i>                         |    |    |
| <b>Facharzt</b>                                       | 38 | 76 |
| <b>Assistenzarzt</b>                                  | 12 | 24 |
| <i><b>Fachrichtung</b></i>                            |    |    |
| <b>Allgemeinmedizin</b>                               | 15 | 30 |
| <b>Chirurgie</b>                                      | 15 | 30 |
| <b>Gynäkologie</b>                                    | 9  | 18 |
| <b>Innere Medizin</b>                                 | 11 | 22 |
| <i><b>Alter (Jahre)</b></i>                           |    |    |
| <b>&lt; 30</b>  | 4  | 8  |
| <b>30-35</b>  | 8  | 16 |
| <b>36-40</b>  | 16 | 32 |
| <b>41-45</b>  | 3  | 6  |
| <b>46-50</b>  | 8  | 16 |
| <b>&gt; 50</b>  | 11 | 22 |
| <i><b>Teilnahme an früheren<br/>ALS Trainings</b></i> |    |    |
| <b>Nein</b>   | 9  | 18 |
| <b>Ja</b>   | 41 | 82 |

Von den Teilnehmern der Untersuchung hatten 82% bereits an einem früheren Reanimationstraining Advanced Life Support teilgenommen. Allerdings an keinem, in dem die aktuellen Leitlinien des ERC 2005 geschult wurden, denn das war ein Ausschlusskriterium für diese Untersuchung. Insgesamt 26% der Teilnehmer hatten bereits an mehr als einem Reanimationskurs teilgenommen.

Abbildung 10: Teilnahme an früheren ALS Kursen durch die Teilnehmer in %



### 3.1.1 No-Flow-Time (NFT)

Nach den aktuellen Leitlinien des ERC 2005 errechnet sich eine „optimale“ No-Flow-Time von 100 Sekunden bei der Nutzung des LTS-D und 90 Sekunden für die Nutzung der Beutel-Masken Ventilation im Rahmen der Gesamt Reanimationszeit von 430 Sekunden für den LTS-D und 420 Sekunden für die Beutel-Masken Ventilation. Dieser Untersuchungszeitraum entspricht nach den Leitlinien des ERC 2005 genau 3 Zyklen Herz-Lungen-Wiederbelebung einschließlich 3 Defibrillationen.

Der Gebrauch des LTS-D im Vergleich zur Beutel-Masken Ventilation führte während der Untersuchungen zu einer signifikant kürzeren No-Flow-Time ( $p < 0,01$ ). Die Verteilung der No-Flow-Time ist in der Tabelle 5 (NFT) dargestellt. Im Mittel wurde eine No-Flow-Time von 105,8 Sekunden bei der - Nutzung des LTS-D gemessen. Die gemessene Minimalzeit betrug 94 Sekunden und die Maximalzeit in der LTS-D Gruppe betrug 124 Sekunden. Bei der Beutel-Masken Ventilation war die No-Flow-Time im Mittel 150,7 Sekunden.

Die Minimalzeit betrug 124 Sekunden und die Maximale No-Flow-Time in der Beutel-Masken Ventilation Gruppe betrug 179 Sekunden.

Die errechneten Mittelwerte von 105,8 Sekunden für die Nutzung des LTS-D und 150,7 Sekunden für die Beutel-Masken Ventilation entsprachen einem prozentualen Anteil von 24,6 % (LTS-D) und 35,9 % (Beutel-Masken Ventilation) der Gesamtzeit des durchgeführten Szenarios.

***Tabelle 5: No-Flow-Time Verteilung der Teilnehmer im Vergleich  
LTS-D vs. BMV***

| No-Flow-Time (s)          | Anwender des Larynxtubus-Suction (LTS-D) |     | Anwender der Beutel-Masken Ventilation (BMV) |     |
|---------------------------|--|-----|--|-----|
|                           | n  | (%) | n  | (%) |
| < 90                      | 0  | 0   | 0  | 0   |
| 90 – 100                  | 14                                       | 28  | 0  | 0   |
| 101 – 110                 | 25                                       | 50  | 0  | 0   |
| 111 – 120                 | 7  | 14  | 0  | 0   |
| 121 – 130                 | 4  | 8   | 5  | 10  |
| 131 – 140                 | 0  | 0   | 7  | 14  |
| 141 – 150                 | 0  | 0   | 15   | 30  |
| > 150                     | 0  | 0   | 23   | 46  |
| <b>Mittel:</b>            | 105,8                                    |     | 150,7  |     |
| <b>Minimum</b>            | / 94-124                                 |     | 124-179                                      |     |
| <b>Maximum</b>            |  |     |  |     |
| <b>Durch TN geschätzt</b> | 146                                      |     | 166  |     |
| <b>Minimum</b>            | / 80-240                                 |     | 100-240                                      |     |
| <b>Maximum</b>            |  |     |  |     |

Abbildung 11: No-Flow-Time Verteilung der Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV

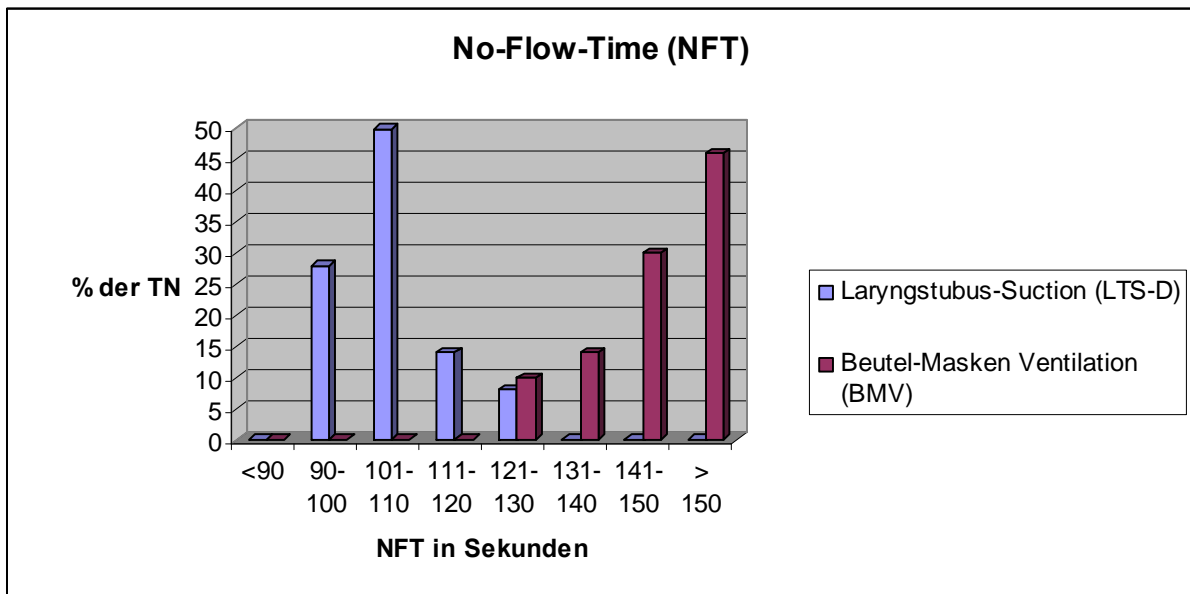
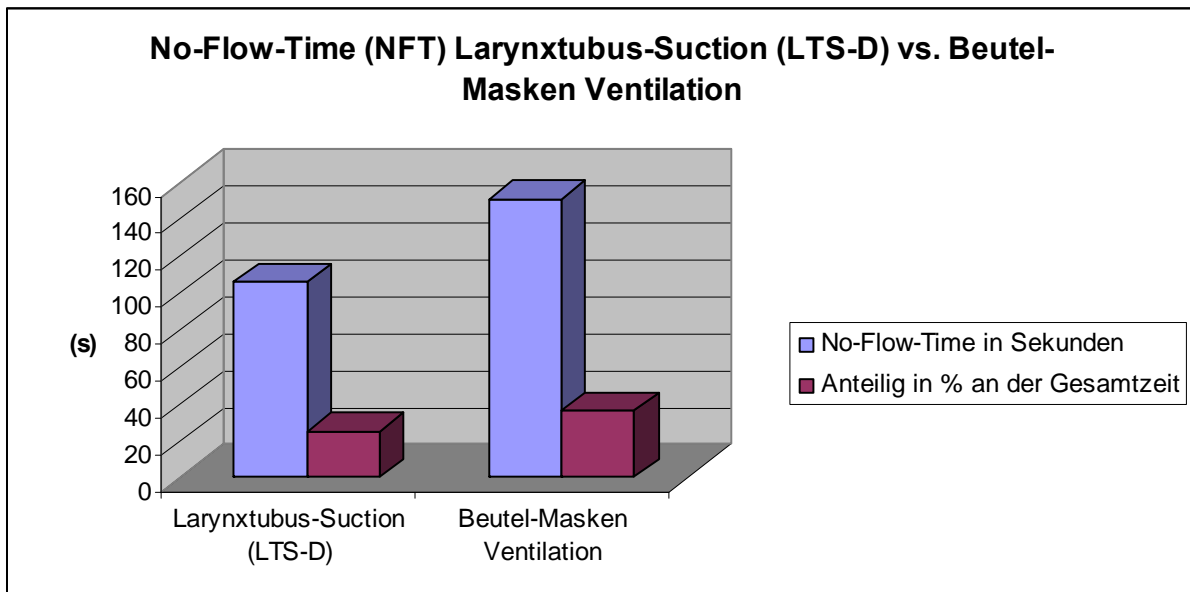
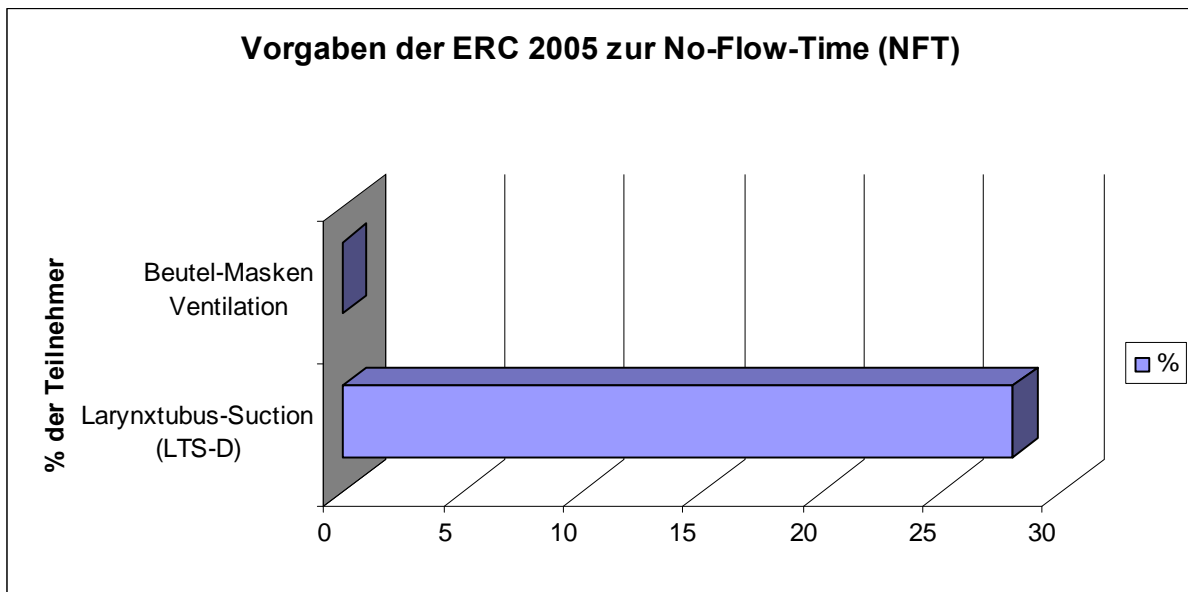


Abbildung 12: Durchschnittliche No-Flow-Time der Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV



Damit konnten bei der ersten Benutzung des LTS-D durch die Notärzte am Reanimationsphantom 28% die Vorgaben der maximalen No-Flow-Time des ERC 2005 erfüllen. In der Gruppe der Beutel-Masken Ventilation konnte keiner der Teilnehmer die Vorgaben des ERC 2005 erfüllen.

Abbildung 13: Erfüllung der No-Flow-Time Vorgaben der ERC durch die Teilnehmer in %



### 3.1.2 Anzahl der Defibrillationen

Nach den Vorgaben des ERC 2005 soll es möglich sein, innerhalb der von uns untersuchten 430 Sekunden für die Nutzung des LTS-D und 420 Sekunden für die Nutzung der Beutel-Masken Ventilation 3 Zyklen Herz-Lungen-Wiederbelebung und auch 3 Defibrillationen durchzuführen.

Der Gebrauch des LTS-D führt im Vergleich zur Beutel-Masken Ventilation dazu, dass signifikant mehr Studienteilnehmer die geforderten 3 Defibrillationen, die innerhalb des Szenarios innerhalb der Zeit gefordert sind, durchgeführt haben. In der Gruppe, die den LTS-D zum Atemwegsmanagement genutzt haben, konnten 78% der Studienteilnehmer die geforderten 3 Defibrillationen durchführen, während in der Beutel-Masken Ventilation Gruppe es nur 4% der Notärzte schafften.

Abbildung 14: Durchschnittliche Defibrillationszeiten der Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV, Erfüllung der zeitlichen Defibrillationsvorgaben des ERC in %

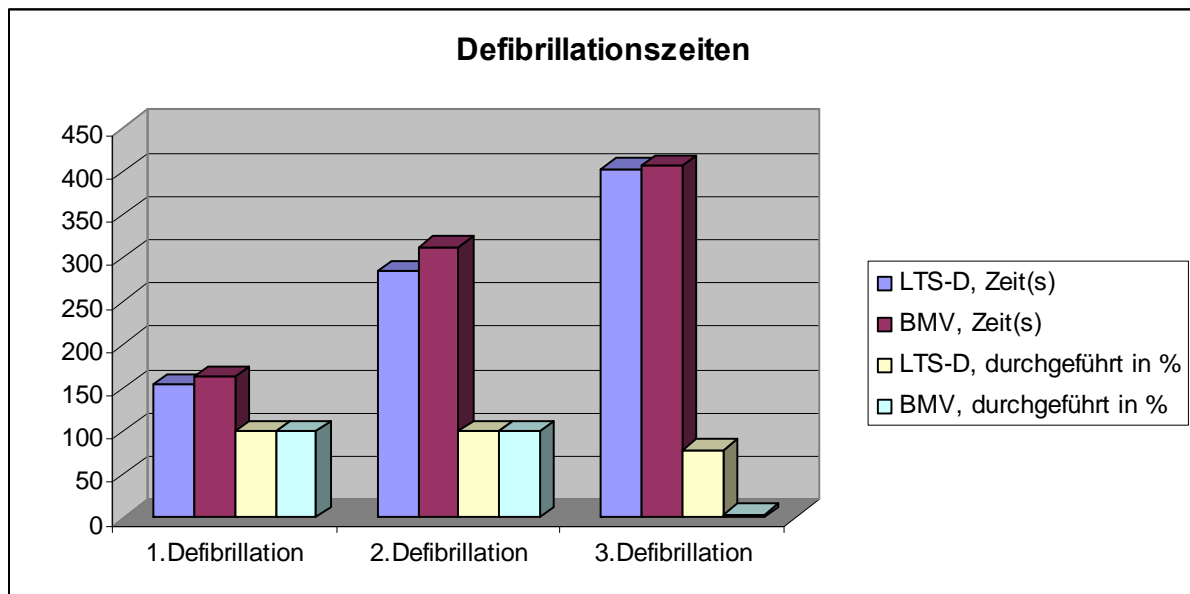


Tabelle 6: Durchschnittliche Defibrillationszeiten der Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV, Erfüllung der zeitlichen Defibrillationsvorgaben des ERC in %

| Anzahl der Defibrillationen | Larynx-tubus-Suction(LTS-D) |            |    |              | Beutel-Masken Ventilation |            |    |              |
|-----------------------------|-----------------------------|------------|----|--------------|---------------------------|------------|----|--------------|
|                             | Zeit(s)                     | Min/Max(s) | n  | Anwender (%) | Zeit(s)                   | Min/Max(s) | N  | Anwender (%) |
| 1. Defibrillation           | 153,9                       | 120-192    | 50 | 100          | 163,4                     | 125-200    | 50 | 10           |
| 2. Defibrillation           | 284,8                       | 230-313    | 50 | 100          | 312,7                     | 278-365    | 50 | 10           |
| 3. Defibrillation           | 403,3                       | 361-418    | 39 | 78           | 406,5                     | 405-408    | 2  | 4            |

### 3.1.3 Nutzung des Larynx-tubus-Suction (LTS-D) für das Atemwegsmanagement

Der LTS-D konnte von 96% der Studienteilnehmer im ersten Versuch am Reanimationsphantom korrekt platziert werden. Bei 4% der Teilnehmer war ein zweiter Versuch nötig. Nach der korrekten Platzierung war es in 100% möglich die Beatmung korrekt durchzuführen. Eine korrekte Beatmung wurde als solche



vermerkt, wenn sich beide Lungen am Reanimationsphantom mit einem Tidalvolumen von 500 – 600 ml ohne Luftinsufflation in den Magen füllen ließen. Nach den Vorgaben des ERC 2005 wird eine Anlagezeit von 10 Sekunden für die korrekte Platzierung des LTS-D vorgesehen. Nach den Leitlinien soll eine Beatmung unter Reanimationsbedingungen nicht länger als 1 Sekunde pro Einzelbeatmung dauern (ERC 2005).

Abbildung 15: Anzahl der Platzierungsversuche des LTS-D durch die Teilnehmer in %

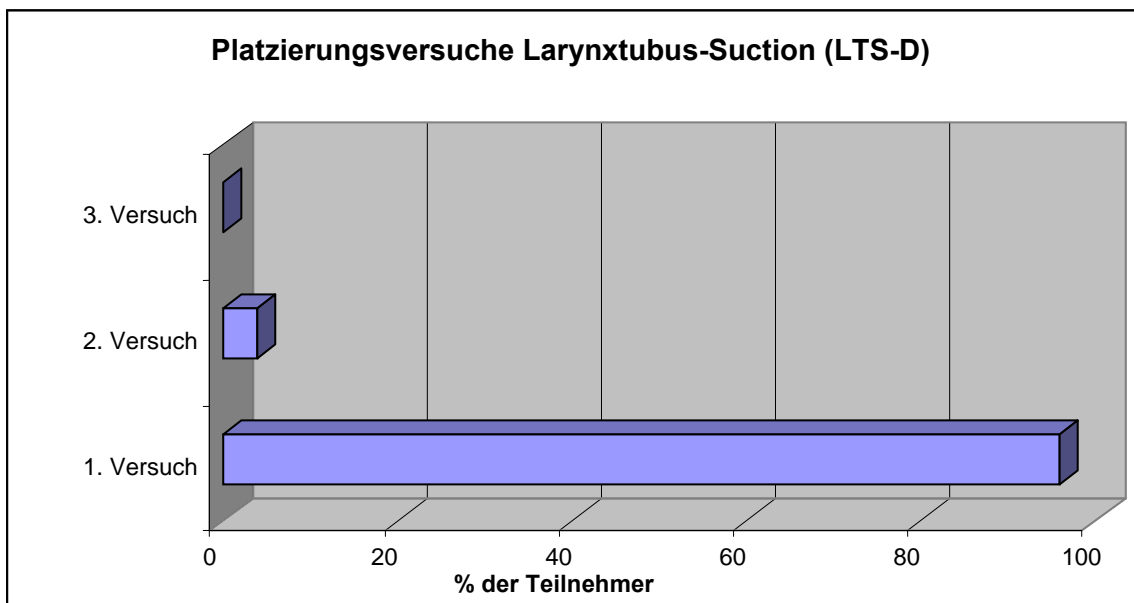
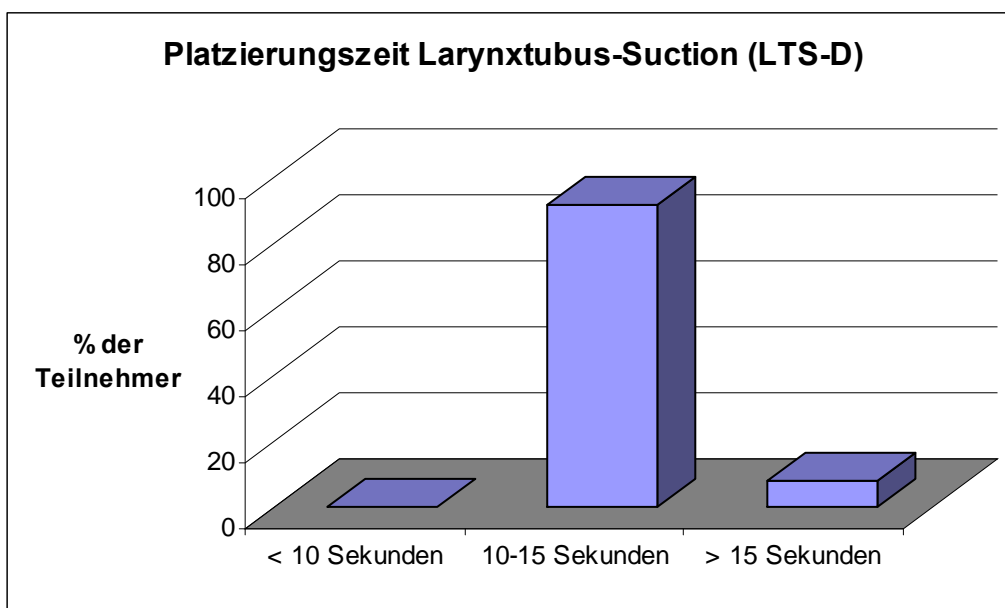


Abbildung 16: Durchschnittliche Platzierungszeit des LTS-D durch die Teilnehmer

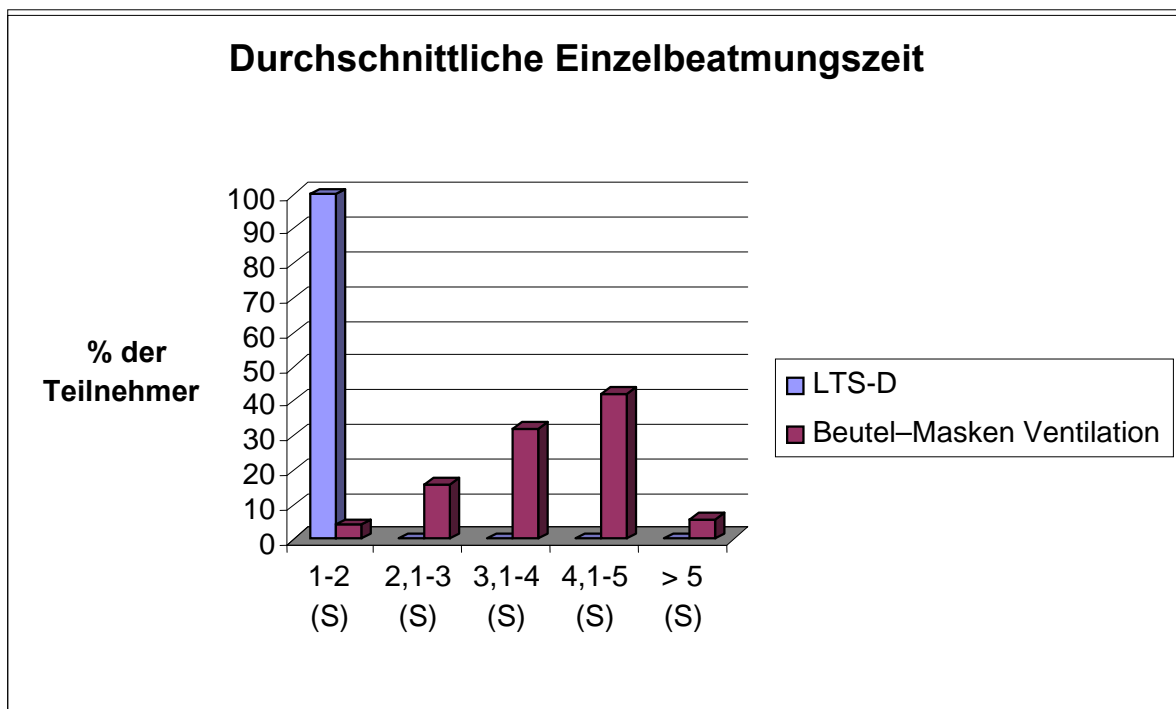


**Tabelle 7: Verteilung der Platzierungszeiten des LTS-D durch die Teilnehmer**

| Zeit(s) | Anwender |     |
|---------|----------|-----|
|         | N        | (%) |
| < 10    | 0        | 0   |
| 10 – 15 | 46       | 92  |
| > 15    | 4        | 8   |

Für die Anlage des LTS-D benötigten die Teilnehmer im Mittel 12,9 s. Die Minimalzeit betrug 10 Sekunden und die Maximale Anlagezeit 27 Sekunden. Die Verteilung der Anlagedauer ist in Tabelle 7(Anlagedauer) dargestellt. In unserer Untersuchung brauchten die Teilnehmer für jede Beatmung (Inspiration und Expiration) durchschnittlich mit dem LTS-D 1,2 Sekunden. Die minimale Zeit betrug 1,0 Sekunden und die Maximale Beatmungszeit 1,6 Sekunden. Es schafften 100 % der Studienteilnehmer die Beatmung zwischen 1 und 2 Sekunden durchzuführen.

**Abbildung 17: Verteilung der Einzelbeatmungszeiten im Vergleich LTS-D vs. BMV**

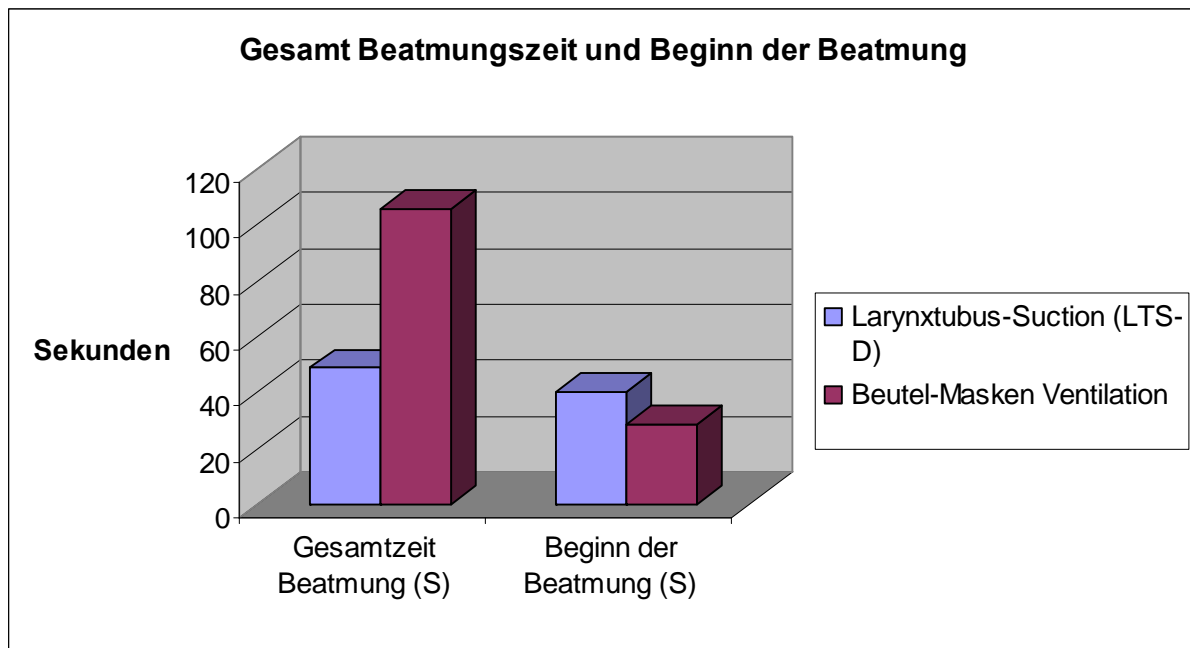


**Tabelle 8: Prozentuale Verteilung der Einzelbeatmungszeiten im Vergleich  
LTS-D vs. BMV**

| Zeit(s) | Anwender des LTS-D |     | Anwender der BMV |     |
|---------|--------------------|-----|------------------|-----|
|         | N                  | (%) | n                | (%) |
| 1 – 2   | 50                 | 100 | 2                | 4   |
| 2,1 – 3 | 0                  | 0   | 8                | 16  |
| 3,1 – 4 | 0                  | 0   | 16               | 32  |
| 4,1 – 5 | 0                  | 0   | 21               | 42  |
| > 5     | 0                  | 0   | 3                | 6   |

Der Larynxtrubus wurde am Reanimationsphantom im zeitlichen Ablauf platziert, nachdem der Teamleader die Reanimationssituation festgestellt und die ersten 30 Thoraxkompressionen durchgeführt hat. Die Gesamtzeit für die Beatmung und Atemwegsmanagement mit dem LTS-D während des 430 Sekunden Untersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 48,6 Sekunden. Die Gesamtzeit errechnete sich aus der Summe der Einzelbeatmungen und der Anlagedauer des LTS-D. Die minimale Gesamtzeit betrug 39 Sekunden und die maximale Gesamtzeit 67 Sekunden. Dabei wurde der LTS-D im Durchschnitt 40,3 Sekunden nach Beginn des Reanimationsszenarios korrekt platziert. Die minimale Platzierungszeit betrug 31 Sekunden und die maximale Zeit 48 Sekunden. Bei 4% der Studienteilnehmer wurde aufgrund erster Fehlplatzierung des LTS-D eine erneute Anlage notwendig, so dass diese 4% kurzfristig auf die Beutel-Masken Ventilation für die Oxygenierung auswichen. Hier war erst mit Verzögerung eine Beatmung mittels des LTS-D möglich.

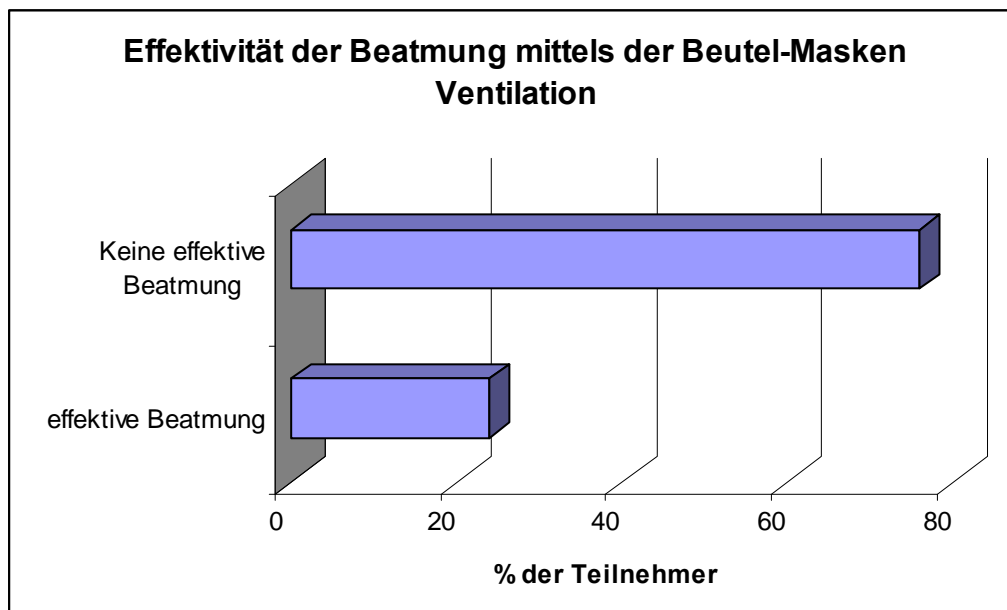
Abbildung 18: Darstellung der Gesamtbeatmungszeiten und Beginn der ersten Beatmung durch die Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV



### 3.1.4 Nutzung der Beutel-Masken Ventilation für das Atemwegsmanagement

In dieser Vergleichsgruppe war es nur 24% der teilnehmenden Notärzte möglich eine effektive Beatmung des Reanimationsphantoms zu erzielen. Die Mehrzahl der Teilnehmer (76%) schaffte es nicht über die 420 Sekunden eine effektive Ventilation zu erzielen. Als nicht effektive Ventilation wurde auch hier, nach den aktuellen Leitlinien des ERC 2005 zur Reanimation, ein zu geringes Tidalvolumen von 500 – 600 ml oder / und eine Luftinsufflation in den Magen angesehen.

Abbildung 19: Effektivität der Beatmung mit der BMV



In unserer Untersuchung brauchten die Teilnehmer für jede Beatmung (Inspiration und Expiration) durchschnittlich mit der Beutel-Masken Ventilation 3,8 Sekunden. Die minimale Zeit betrug 1,9 Sekunden und die maximale Beatmungszeit 15,5 Sekunden. Die Verteilung der Dauer für die einzelnen Beatmungen ist ebenfalls in Tabelle 8 (Beatmungszeiten) dargestellt.

Die Gesamtzeit für die Beatmung und Atemwegsmanagement mit der Beutel-Masken Ventilation während des 420 Sekunden Untersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 105,9 Sekunden. Die Gesamtzeit errechnete sich aus der Summe der Einzelbeatmungen und der jeweiligen neuen Platzierungszeit der Gesichtsmaske der Beutel-Masken Ventilation. Die minimale Gesamtzeit betrug 57 Sekunden und die Maximale 138 Sekunden. Dabei wurde mit der Beutel-Masken Ventilation im Durchschnitt 28,6 Sekunden nach Beginn des Reanimationsszenarios begonnen, nachdem der Teamleader die Reanimationssituation festgestellt und die ersten 30 Thoraxkompressionen durchgeführt hat. Die Minimalzeit betrug 22 Sekunden und die maximale Zeit 36 Sekunden. Die Daten sind ebenfalls im Diagramm Beatmungszeiten zu sehen.

### 3.1.5 Fragebogen

Im Anschluss an die Untersuchung wurden die Studienteilnehmer mit einem Fragebogen anonym zur subjektiven Einschätzung der beiden Möglichkeiten (LTS-D und Beutel-Masken Ventilation) zur Durchführung des Atemwegsmanagements im Rahmen der Reanimation befragt.

Insgesamt 94% der Teilnehmer fühlten sich in der Anwendung des LTS-D sicherer als in der Anwendung der Beutel-Masken Ventilation.

Bezüglich der Beutel-Masken Ventilation bewerteten 98% der Teilnehmer die Anwendung zusätzlich als schwieriger und zeitintensiver im Vergleich zum LTS-D.

Im Umgang mit der endotrachealen Intubation gaben die Studienteilnehmer an, dass sich 34% sehr unsicher und 40% unsicher fühlten. Nur 20% der Teilnehmer fühlten sich in der Anwendung der endotrachealen Intubation sicher und 6% sehr sicher.

Abbildung 20: Subjektive Einschätzung der Atemwegshilfen im Vergleich

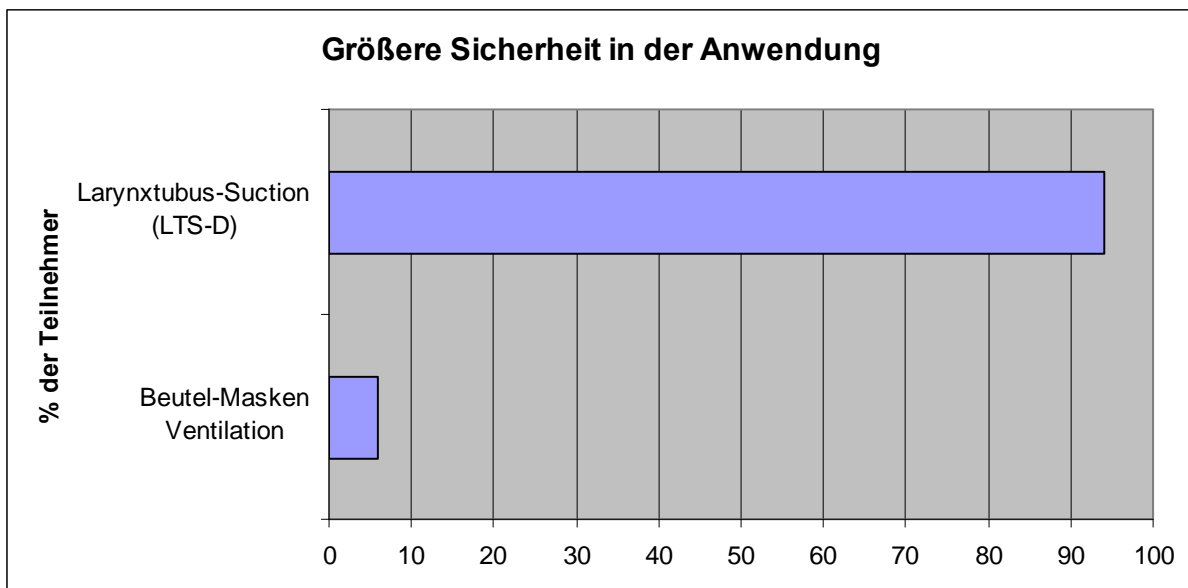


Abbildung 21: Subjektive Einschätzung der Atemwegshilfen im Vergleich II

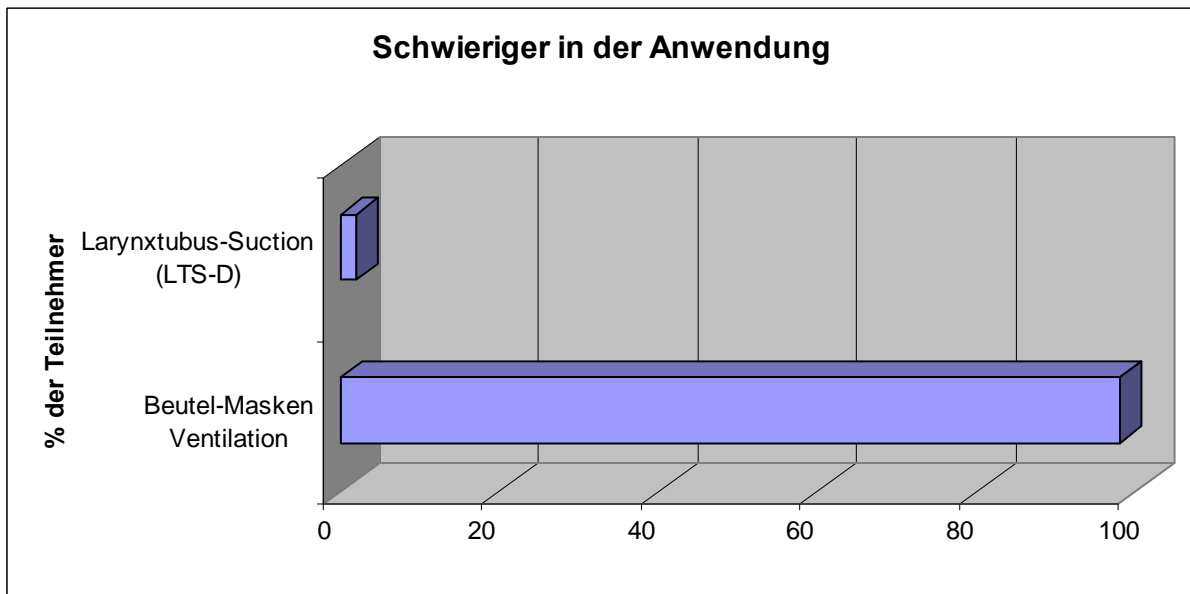
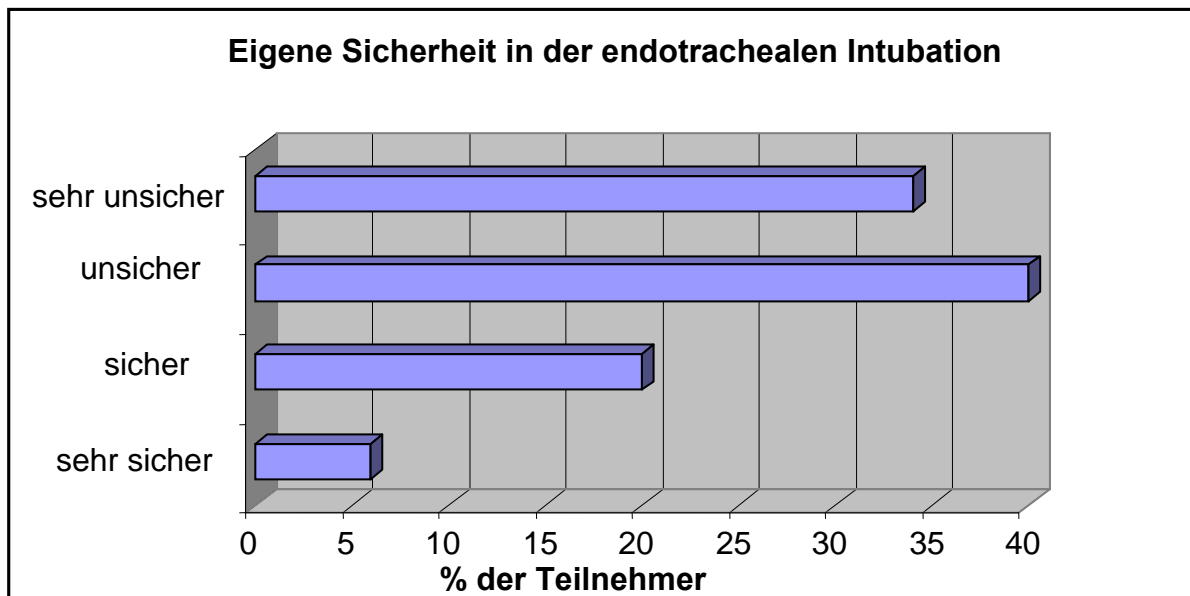


Abbildung 22: Subjektive Einschätzung der eigenen Sicherheit in der Anwendung der endotrachealen Intubation



Alle Teilnehmer waren am Zeitpunkt der Untersuchung aktiv in der Notfallversorgung als Notarzt tätig. Davon waren es 62% der Studienteilnehmer, die zwischen 1 und 5 Jahren und 8% zwischen 6 und 10 Jahren als Notarzt tätig waren. Weitere 30% wiesen mehr als 10 Berufsjahre auf.

Der Anteil der Notarzteinsätze, an denen die Teilnehmer durchschnittlich pro Jahr teilnahmen, teilt sich entsprechend der Abbildung 24 auf. Der Großteil der Studienteilnehmer (48%) hat pro Jahr durchschnittlich zwischen 51 und 100 Notarzteinsätze. Weitere 25% der Teilnehmer nahmen an weniger als 50 Einsätzen, 12% zwischen 101 und 150 Einsätzen und 10% zwischen 151 und 200 Einsätzen teil. Nur 5% der Studienteilnehmer gaben an, mehr als 200 Notarzteinsätze pro Jahr durchzuführen.

Von den befragten Studienteilnehmern unserer Untersuchung gaben 16% an, dass sie bisher 5 oder weniger Reanimationen als Notarzt durchgeführt hatten. Weitere 72% führten zwischen 6 und 10, 8% zwischen 11 und 20 und 4% mehr als 20 Reanimationen durch. Wobei die geringste Anzahl 0 Reanimationen und die maximale 50 Reanimationen waren.

Abbildung 23: Aktive Tätigkeit als Notarzt

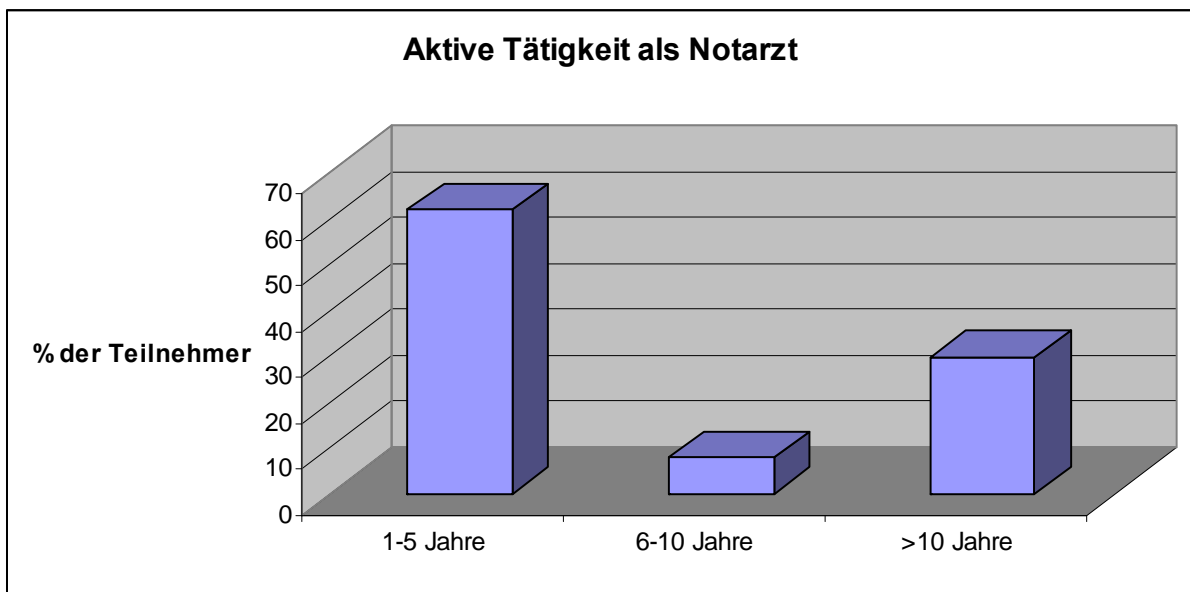




Abbildung 24: Notarzteinsätze pro Jahr

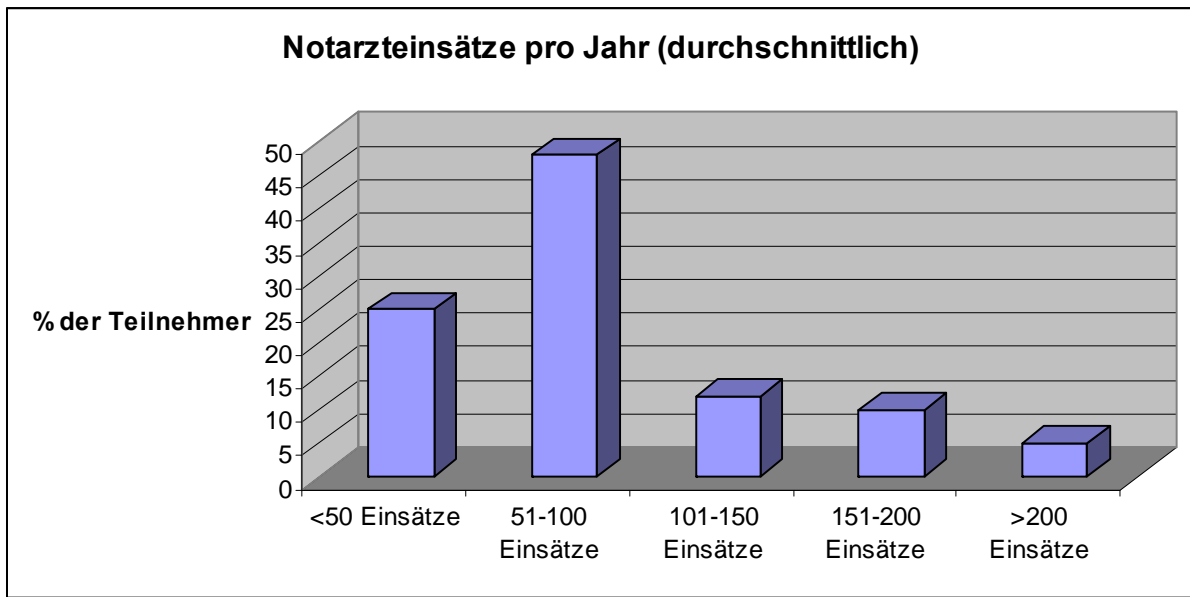
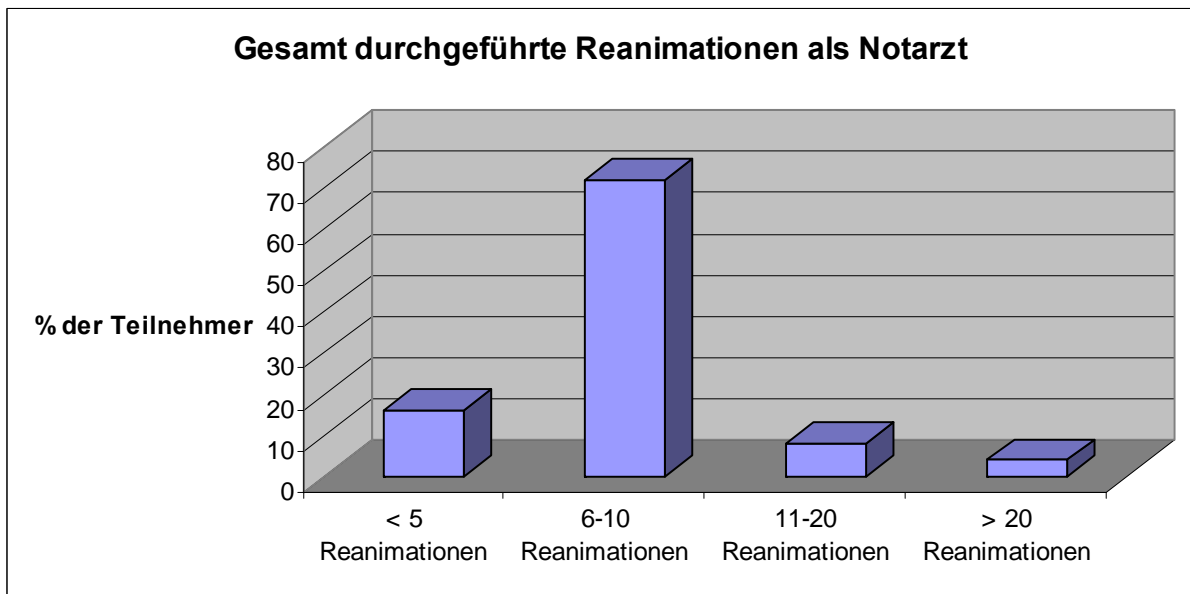


Abbildung 25: Gesamt durchgeführte Reanimationen als Notarzt



## **4. Diskussion**

### **4.1 Einführung / Vorbemerkungen**

Die ischämische Herzerkrankung und der plötzliche Herztod, sowie Folgen von Herzerkrankungen sind immer noch an erster Stelle der Todesursachenliste in der Bundesrepublik Deutschland. Jedes Jahr sterben an den Folgen eines Herz-Kreislauf Versagens ca. 150000 Menschen. Die koronare Herzerkrankung verursacht in Deutschland mehr als ein Drittel der natürlichen Todesfälle (Deutsche Ärztezeitung 2000) Der häufigste Grund für eine präklinische Reanimation sind eben diese oben genannten Herzerkrankungen (Wenzel et al. 1997, Bundesamt 2005)

Differenziert betrachtet, sind 50% der kardialen Todesfälle durch einen plötzlichen Herztod verursacht, diesen geht in 65% der Fälle eine akute oder chronische ischämische Herzerkrankung voraus (Müller-Nordhorn et al. 2001, Podrid und Myerburg 2005).

Der plötzliche Herztod führt durch eine insuffiziente Pumpleistung des Herzens zu einer verminderten Organperfusion, sowie zu einem verringerten pulmonalen Gasaustausch und schließlich zur Organhypoxie. Dabei ist das menschliche Gehirn das Organ, welches am empfindlichsten auf eine Organhypoxie reagiert. Bereits nach 8 Sekunden ohne Perfusion kommt es zur Bewusstlosigkeit (Callies et al. 2003) und je nach Umweltbedingungen kann die zerebrale Funktion bis zu 8 Minuten nach Auftreten des Herz-Kreislauf Stillstandes wiederhergestellt werden, so dass bei den meisten beschriebenen erfolgreichen Reanimationen die Hypoxiezeit unter 8 Minuten liegt (Sefrin 2001). Die Chancen für eine erfolgreiche Reanimation sinken erheblich, wenn die Sauerstoffversorgung des Gehirns länger als 4 Minuten unterbrochen ist (Thews 1993). Aufgrund dieser geringen Hypoxietoleranz des menschlichen Gehirns, liegen die sekundären

(Überleben des Patienten über 28 Tage hinaus) Überlebensraten nach einer präklinisch durchgeführten Reanimation nur bei ca. 10% (Heller et al. 1995, David et al. 1995). Aus diesem Grund ist die Qualität des Notfallmanagements von großer Bedeutung für das Outcome des Patienten. Atemwegsmanagement und Beatmung werden sowohl beim Basic-Life-Support (BLS), als auch beim Advanced-Life-Support (ALS) verlangt und konnten in mehreren Studien als notwendig für die Reanimation nachgewiesen werden (Doerges et al. 1999, ERC 2005, Berg 2000, Wenzel et al. 2001)

Die No-Flow-Time (NFT) beschreibt die Zeit während einer Reanimation, bei der keine Thoraxkompression und damit auch keine Organperfusion stattfindet. In der hier vorliegenden Untersuchung wurde durch Notärzte, die in der Anwendung der endotrachealen Intubation unerfahren sind, am Reanimationsphantom die Effektivität und der Einfluss des LTS-D im Vergleich zur Beutel-Masken Ventilation auf die No-Flow-Time untersucht.

Nach den Leitlinien des ERC aus dem Jahr 2005 soll diese Zeit so gering wie möglich gehalten werden. Diese Verkürzung der No-Flow-Time im Vergleich zu früheren Empfehlungen wurde vor allem erreicht durch die Reduktion der Einzelbeatmungszeiten auf 1s/ einzelner Beatmung, Erhöhung der Anzahl der Thoraxkompressionen von 15 auf 30 im Wechsel mit der Beatmung und auch durch die Einzeldefibrillation nach jeweils 2 Minuten durchgeführter Herz-Lungen-Wiederbelebung (ERC 2005). In diesem Zusammenhang wurde für in der endotrachealen Intubation ungeübtes Personal die Bedeutung dieser Maßnahme zur Atemwegssicherung reduziert und der Einsatz von alternativen supraglottischen Atemwegshilfsmitteln wie die Larynxmaske, den Combitubus und den Larynxtubus empfohlen (ERC 2005).

Obwohl der Einsatz der Beutel-Masken Ventilation während der Reanimation mit vielen Nachteilen belegt ist, ist sie die am häufigsten eingesetzte Beatmungsalternative (Doerges et al. 2001a, Thierbach 2003). Vor allem die Luftinsufflation in den Magen stellt ein großes Problem der Beutel-Masken

Ventilation bei nicht nüchternen Patienten dar. Die Gründe der Luftinsufflation im Rahmen einer Reanimation sind der Abfall des unteren Ösophagusverschlussdruckes, Absinken der Lungen Compliance und Anstieg des Atemwegwiderstandes (Resistance) (Schmidt und Thews 1997, Davis et al. 1995, Weiler et al. 1995). Aufgrund dieser veränderten Beatmungsparameter und deren Wechselwirkungen aufeinander wird die Beutel-Masken Ventilation in Frage gestellt (Ruben et al. 1961, Bowman et al. 1995, Weiler et al. 1995, Wenzel et al. 1998, von Goedecke et al. 2004).

Wie in der Abbildung 1, Punkt 1 dargestellt, handelt es sich hierbei um einen respiratorischen „circulus vitiosus“. Im Rahmen des Herz-Kreislaufstillstandes kommt es zu einem Anstieg des Atemwegwiderstands auf das 5 bis 11 fache der Norm (Schmidt und Thews 1997, Davis et al. 1995, Kannel et al. 1984), so dass höhere Atemwegsdrücke während der Beatmung notwendig werden (von Goedecke et al. 2005). Mit steigendem Beatmungsdruck und sinkendem unteren Ösophagusverschlussdruck steigt die Luftinsufflation in den Magen des Patienten. Durch die Magenbeatmung wird das Zwerchfell nach kranial verlagert, so dass es die Lungenventilation behindert und damit zu einem weiteren Abfall der Lungen Compliance und Anstieg des Atemwegwiderstands führt.

Die Magenbeatmung mit fehlender Abdichtung des Ösophagus in Richtung der Atemwege, wie es mit der Beutel-Masken Ventilation nicht anders möglich ist, kann zur Regurgitation und Aspiration führen. Das Outcome der Patienten wird durch die Folgeschäden einer solchen Aspiration aufgrund möglicher nachfolgender Entwicklung von Aspirationspneumonien mit Destruktion des Lungengewebes verschlechtert (Doerges et al. 2001b).

Patienten mit einem Herz-Kreislauf Stillstand sind prinzipiell als nicht-nüchtern und damit stark aspirationsgefährdet einzustufen. So ergibt sich für den Einsatz der Beutel-Masken Ventilation beim nicht-nüchternen Notfallpatienten eine besondere Gefahr der Regurgitation und Aspiration.

Die endotracheale Intubation (ETI) ist aktuell der „Goldstandard“ der Atemwegssicherung (ERC 2005). Die ETI bietet den sichersten Aspirationsschutz, indem der Endotrachealtubus innerhalb der Trachea geblockt wird. Dadurch gibt es keine relevante Beschränkung des Atemwegsdrucks, so dass die Beatmung gleichzeitig mit der Thoraxkompression durchgeführt werden kann. Allerdings ist die Erfolgsrate präklinisch durchgeführter endotrachealer Intubationen sehr abhängig von dem durchführenden Anwender, als auch von den vorliegenden örtlichen Begebenheiten und den anatomischen Besonderheiten des Patienten (Katz und Falk 2001, Keul et al. 2004, Kurola et al. 2004). Ein Notarzt, der im klinischen Umgang mit der endotrachealen Intubation geübt ist, hat bei präklinisch durchgeführten Intubationen eine reduzierte Erfolgsrate, so ist bei in der Notfallmedizin versierten Ärzten in 13% der Fälle mehr als ein Intubationsversuch notwendig. Selbst bei Anästhesisten treten im klinischen Alltag zwischen 1 und 18%, je nach Patientenkollektiv, Probleme bei der endotrachealen Intubation auf. Bei präklinischen endotrachealen Intubationen ist die Komplikationsrate deutlich höher (Benumof 1991, Thierbach et al. 2003, Lipp und Thierbach 1998, Lackner et al. 2002).

Thierbach et al. beschrieb in einer Studie an 598 Patienten, die präklinisch mittels der endotrachealen Intubation beatmet werden sollten, dass es nur in 80,1% der Fälle komplikationslos möglich war den Endotrachealtubus zu platzieren. Bei den 19,9% wurden jeweils Komplikationen beschrieben. Die häufigste Komplikation war die Notwendigkeit mehrerer Intubationsversuche. Bei 1,5% der Fälle war trotz mehrerer Versuche keine Platzierung des Endotrachealtubus möglich, so dass auf eine supraglottische Beatmungshilfe (8 Patienten) oder auf die Koniotomie (1 Patient) ausgewichen werden musste (Thierbach 2003).

Von mehreren Intubationsversuchen geht ein Risiko aus, so dass es in 1% der Fälle zu einer iatrogenen „cannot intubate, cannot ventilate“ Situation kommen

kann (z.B. Schwellung, Blutung und Verletzungen durch wiederholte Intubationsversuche) (Baraka 2005).

Es ist durchaus möglich, dass zu Beginn einer Reanimationssituation noch kein Notarzt vor Ort ist und die Reanimationsmaßnahmen alleine durch die Rettungsassistenten durchgeführt werden müssen. So werden die Rettungsassistenten geschult, im Rahmen so einer „Notkompetenz“, die elektrische Defibrillation, die endotracheale Intubation oder auch die Medikamentenapplikation durchzuführen. Rettungsassistenten hatten in einer Studie von Karch et al. eine Erfolgsrate beim endotrachealen Intubieren von 53% (Karch et al. 1996). Eine weitere Studie von Katz und Falk berichtet, dass es in 16,7% der Fälle zu ösophagealen Fehlintubationen bei präklinisch durchgeführter endotrachealer Intubation durch medizinisches Assistenzpersonal kam. (Katz und Falk 2001)

Anhand dieser Zahlen wird deutlich, dass auch das Rettungspersonal und Notärzte nicht immer über die erforderlichen Kenntnisse und notwendige Erfahrung im Atemwegsmanagement verfügen. Dies begründet sich zum einen in der geringen Anzahl an präklinischen Intubationen, die als Notarzt pro Jahr anfallen (Gries et al. 2006), zum anderen wird die notärztliche Versorgung in vielen Fällen durch Notärzte geleistet, die aufgrund ihrer täglichen ärztlichen Tätigkeit, bzw. Ausbildung, keine ausreichende Übung in der endotrachealen Intubation haben (Adnet et al. 1998, Doerges et al. 2001a).

Aus diesen Gründen sollte die endotracheale Intubation nur von in dieser Maßnahme erfahrenem Personal durchgeführt werden.

Da das Risiko von unerkannten Fehlintubationen und Komplikationen minimiert, sowie die für die endotracheale Intubation benötigte Zeitspanne von maximal 30 Sekunden nicht überschritten werden soll, um die Vorgaben des ERC 2005 zur No-Flow-Time einzuhalten.

Somit wäre die endotracheale Intubation für einen Großteil der ärztlichen und der nichtärztlichen Mitarbeiter im Rettungsdienst nur noch bedingt empfohlen (ERC 2005, Nolan et al. 2006). In den aktuellen Leitlinien des ERC aus dem Jahr 2005 werden für diese Personengruppe Alternativen wie die supraglottischen Atemwegshilfen oder die Beutel-Masken Ventilation empfohlen, um den reanimationspflichtigen Patienten zu beatmen (ERC 2005, von Goedecke 2006, Nolan et al. 2006).

## **4.2 Larynxtubus-Suction (LTS-D) und Beutel-Masken Ventilation im Vergleich**

Das Hauptziel jedes Notfallmanagements ist die ausreichende Oxygenierung des Patienten. Im Rahmen der Reanimation hängt die Oxygenierung von der Ventilation und der Perfusion des Patienten ab. Dies wird durch Beatmung und Thoraxkompressionen erreicht.

Ein wesentlicher Parameter im Vergleich der Beatmungsverfahren LTS-D und der Beutel-Masken Ventilation im Reanimationsprozess ist die No-Flow-Time, neben der Effektivität, Platzierungsmöglichkeiten und Patientensicherheit der Beatmung.

Schon in den Richtlinien des ILCOR aus dem Jahr 2000 wurden supraglottische Beatmungsalternativen berücksichtigt (ILCOR 2000). Als Alternativen für das Atemwegsmanagement im Rahmen einer Reanimation werden vom ERC als supraglottische Beatmungshilfen, für die bereits Untersuchungen vorliegen, die Larynxmaske, der Combitubus und der Larynxtubus genannt. Castner und Prinz untersuchten 2003, dass nur in ca. 50% der deutschen Notarztstandorte solche supraglottischen Beatmungshilfen überhaupt vorgehalten werden (Castner und Prinz 2003). In Deutschland ist der Larynxtubus derzeit unbekannter als die Larynxmaske. Deutsche Notärzte würden als Alternative zur

Atemwegssicherung präklinisch eher die Larynxmaske präferieren als den Larynxtubus (Weilbach et al. 2007). Dies liegt sicherlich daran, dass die Larynxmaske bereits seit 1983 in der Routineanästhesie benutzt wurde und somit schon die meisten Rettungsteams im Rahmen ihrer Ausbildung damit Kontakt hatten, bzw. die Larynxmaske unter klinischen Bedingungen testen konnten. Die Larynxmaske ist ca.85% der Rettungsassistenten bekannt und 25% haben bereits praktische Fertigkeiten mit der Larynxmaske (Finteis et al. 2001). Obwohl der Larynxtubus im Verhältnis zu der Larynxmaske und dem Combitubus erst seit kurzem auf dem Markt ist, wird ihm in vielen Studien eine sehr hohe Akzeptanz zugeschrieben (Asai et al. 2002a, Asai et al. 2005, Asai et al. 2003, Cook et al. 2003a, Cook et al. 2003b, Bein et al 2005, Doerges et al 2003, Gaitini et al 2004, Genzwuerker et al. 2003, Roth et al. 2005, Doerges et al. 2000, Figueredo et al 2003, Genzwuerker et al. 1999, Genzwuerker et al 2000, Finteis et al. 2001, Kette et al. 2005, Kurola et al.2004, Genzwuerker et al. 2005). Es wurde in einer Untersuchung eine „cannot intubate, cannot ventilate“ Situation angenommen und die Teilnehmer sollten sich für eine supraglottische Atemwegshilfe entscheiden. Trotz der geringeren Vorkenntnisse der Teilnehmer im Bezug auf den Larynxtubus (kurze praktische Unterweisung der Hilfsmittel im Rahmen der Untersuchung), entschieden sich 62,8% der Teilnehmer für den Larynxtubus. Bei der Entscheidung flossen wohl nicht die Vorkenntnisse ein, sondern eher der direkte Vergleich der drei Atemwegshilfsmittel Larynxmaske, Combitubus und Larynxtubus (Finteis et al. 2001). In einer anderen Untersuchung waren es sogar 93% der Studienteilnehmer (Rettungsassistenten), die sich im Vergleich der Atemwegshilfsmittel für den Larynxtubus entschieden (Asai et al. 2002a ).

Der Larynxtubus-Suction wurde 2002 als Weiterentwicklung des klassischen Larynxtubus aus dem Jahr 1999 konzipiert. Neben dem Beatmungslumen gibt es noch einen Drainagetubus, um den Magen aktiv mittels Magensonde, oder passiv zu entleeren, bzw. zu entlüften.



Bereits der klassische Larynxtubus ohne Drainagetubus hatte sich in der präklinischen Versorgung bewährt (Doerges et al. 2003). Auch bei dieser supraglottischen Beatmungshilfe wurde beschrieben, sie sei eine Alternative in einer „cannot intubate, cannot ventilate“ Situation (Genzwuerker et al. 2002). Bei der Anwendung des Larynxtubus zur Atemwegssicherung durch ungeübte Krankenschwestern, im Rahmen einer Reanimation, konnte gezeigt werden, dass in 90% der Larynxtubus korrekt platziert werden konnte, sowie in 80% eine effektive Ventilation möglich war. Anhand dieser Daten scheint der Larynxtubus auch eine Alternative für Ungeübte zu sein (Kette et al. 2005).

Durch seine simultane Blockung der beiden Cuffs mit nur einer Spritze und einer Zuleitung, gewährleistet der LTS-D eine einfache Handhabung. Auf der mitgelieferten Blockerspritze gibt es farbig gekennzeichnete Markierungen, die der Farbgebung des Iso-Konnektors der jeweiligen Larynxtubus Größe entsprechen, somit ist eine schnelle Blockung der Cuffs gewährleistet. Es ist nicht möglich die Beatmungsquelle (Beatmungsgerät bzw. Beatmungsbeutel) an das Drainagelumen anzuschließen, da nur das Beatmungslumen über einen Iso-Konnektor verfügt und es so zu keiner Verwechslung kommen kann.

Beim klassischen Larynxtubus ist als nachteilig beschrieben, dass er den Ösophagus durch seinen ösophagalen Cuff abdichtet, so dass im Falle einer Regurgitation die Druckentlastung fehlt und es zur Ösophagusruptur kommen könnte (Doerges et al. 2000).

Der in unserer Untersuchung verwendete LTS-D ermöglicht im Falle einer Regurgitation die Drainage des Mageninhaltes über sein zweites Lumen. Der distale ösophagale Cuff, in Kombination mit der Absaugung und Drainagemöglichkeit sorgen für einen deutlich besseren Aspirationsschutz, als es mit der Beutel-Masken Ventilation möglich ist.

Der LTS-D wird genau wie sein Vorgänger auch ohne Laryngoskopie blind in den Oropharynx vorgeschoben. Dadurch, dass die Spitze des LTS-D größer als der Trachealeingang ist, ist eine versehentliche tracheale Lage sehr

unwahrscheinlich. Sollte es trotzdem zu dieser Fehllage kommen, ließe sich der Patient nicht ventilieren und der LTS-D müsste neu platziert werden. Das Material des LTS-D ist weich und atraumatisch, um Verletzungen beim platzieren zu verhindern. Er ist aus Silikon gefertigt, so dass es nicht, wie z.B. beim Combitubus zu Allergischen Reaktionen auf Latex kommen kann.

Auch die Platzierungszeit und die Erfolgsraten der korrekten Platzierung des Larynxtubus, bzw. LTS-D wurden in verschiedenen Studien untersucht (Asai et al. 2002a, Asai et al. 2005, Asai et al. 2003, Cook et al. 2003a, Cook et al. 2003b, Bein et al 2005, Doerges et al 2003, Gaitini et al 2004, Genzwuerker et al. 2003, Roth et al. 2005, Doerges et al. 2000, Figueredo et al 2003, Genzwuerker et al 2000, Finteis et al. 2001, Kurola et al.2004, Genzwuerker et al. 2005). Bei unserer Untersuchung haben wir die Platzierungszeit definiert als die Zeit, die gemessen wurde bis der LTS-D am Reanimationsphantom korrekt platziert wurde und der Cuff geblockt worden ist. Bei dieser Untersuchung benötigten die Studienteilnehmer bis zur erfolgreichen Platzierung des LTS-D durchschnittlich 12,9 Sekunden. Alle 50 Studienteilnehmer dieser Untersuchungsgruppe waren zum Zeitpunkt der Untersuchung aktiv in der Notfallrettung tätig, sie waren, nach den aktuellen Leitlinien des ERC 2005 nicht erfahren in der Durchführung der endotrachealen Intubation, sie kannten die aktuellen Leitlinien des ERC 2005 nicht, wohl aber hatten 82% der Teilnehmer in der Vergangenheit einen Reanimationskurs besucht und für alle war die Anwendung des LTS-D neu. Nach nur einer 30 Minuten Einweisung in die Anwendung des LTS-D im Vorfeld der Untersuchung, im Rahmen des standardisierten Reanimationskurses, konnten 96% der Teilnehmer den LTS-D beim ersten Versuch am Reanimationsphantom korrekt platzieren. Diese kurzen Platzierungszeiten, als auch die hohe Erfolgsrate bei der korrekten Platzierung des Larynxtubus, bzw. dem LTS-D konnte auch in klinischen Studien an Patienten bestätigt werden (Cook et al. 2003a, Doerges er al 2000, Cook et al. 2003b, Figueredo et al. 2003,

Bein et al. 2005, Cook et al. 2005, Doerges et al. 2003, Gaitini et al. 2004, Genzwuerker et al. 2003, Roth et al. 2005), sodass diese Ergebnisse in der vorliegenden Untersuchung scheinbar nicht nur als Phänomen einer Modellstudie unter Trainingsbedingungen zu deuten sind.

Die Gesamtzeit, die für Beatmung und korrekte Platzierung der Beatmungshilfe (LTS-D / Beutel-Masken Ventilation) in beiden Vergleichsgruppen jeweils benötigt wurde, unterschied sich signifikant voneinander, in dem gemessenen Zeitraum von 420 Sekunden bei der Gruppe der Beutel-Masken Ventilation und 430 Sekunden bei der Anwendung des LTS-D. Bei der Anwendung des LTS-D wurde eine Gesamtbeatmungszeit von durchschnittlich 48,6 Sekunden benötigt, wo hingegen es 105,9 Sekunden bei der Anwendung der Beutel-Masken Ventilation waren ( $p < 0,01$ ). Die Gesamtbeatmungszeit wirkt sich unmittelbar auf die No-Flow-Time einer Reanimation aus. Es verwundert nicht, dass die No-Flow-Time bei Verwendung des LTS-D im gemessenen Untersuchungszeitraum deutlich geringer ist (105,8 Sekunden von 430 Sekunden), als bei der Benutzung der Beutel-Masken Ventilation (150,7 Sekunden von 420 Sekunden). Hierbei unterscheidet sich die No-Flow-Time in der vorliegenden Untersuchung in Abhängigkeit von dem eingesetzten Verfahren zur Atemwegssicherung signifikant in den beiden Vergleichsgruppen ( $P < 0,01$ ).

Eine suffiziente Beatmung nach den Leitlinien des ERC (ERC 2005) war den Teilnehmern der LTS-D Gruppe nach korrekter Platzierung zu 100% möglich. Bei Anwendung der Beutel-Masken Ventilation war es nur 24% der Teilnehmer möglich eine suffiziente Beatmung während der Reanimationssimulation durchzuführen. Die geringere No-Flow-Time steht folglich in direkter Korrelation mit der Anzahl der durchgeführten Defibrillationen während des Messzeitraumes. Nach den aktuellen Vorgaben des ERC 2005 soll bei konstantem defibrillierbarem Rhythmus dreimal innerhalb des Untersuchten Zeitraumes von 420 Sekunden bei Anwendung der Beutel-Masken Ventilation und 430 Sekunden bei Nutzung des LTS-D elektrisch defibrilliert werden. Bei

den geforderten drei Defibrillationen innerhalb des untersuchten Messzeitraumes, war es 78% der Teilnehmer der LTS-D Gruppe möglich und nur 4% bei der Gruppe der Beutel-Masken Ventilation, diese durchzuführen.

Diese signifikante Reduktion der No-Flow-Time am Reanimationsphantom durch Anwendung des LTS-D im Vergleich der Beutel-Masken Ventilation, sowie die signifikant effizientere Beatmung mittels des LTS-D kann während einer Reanimation zu einer Verkürzung der Perfusionspausen und damit zu einer Verkürzung der Hypoxiezeit des Gehirns führen bzw. zu einer besseren Oxygenierung des Organismus während der Reanimation und führt damit zu einem verbesserten Patienten Outcome nach Reanimationen ( Kern et al. 1998 ).

Während der Reanimation sind die Beutel-Masken Ventilation mit den Thoraxkompressionen im Wechsel durchzuführen, da es sonst bei gleichzeitiger Anwendung beider Verfahren nicht zu einer suffizienten Ventilation kommt (ERC 2005). Dagegen sollte nach optimaler Umsetzung der Vorgaben des ERC 2005 nach Platzierung der Atemwegshilfe (endotracheale Intubation, Larynxmaske, Combitubus oder Larynxtubus) die Thoraxkompression kontinuierlich durchgeführt werden, solange die jeweilige Atemwegshilfe während der gleichzeitig eingesetzten Thoraxkompression die Atemwege genug abdichtet und eine suffiziente Beatmung gewährleistet (ERC 2005).

Für den Larynxtubus ist untersucht worden, dass dieser unter kontinuierlicher Thoraxkompression ähnliche Tidalvolumina erzielt, wie bei der Anwendung des Endotrachealtubus (Genzwuerker et al.2001).

Bei der Durchführung unserer Studie haben wir, um eine bessere Vergleichbarkeit der beiden Atemwegshilfen am Reanimationsphantom zu erlangen, bewusst auf die kontinuierliche Thoraxkompression nach Platzierung des LTS-D verzichtet. Außerdem ist es in den ersten Minuten einer präklinischen Reanimation realistisch, wenn nur zwei Helfer zur Verfügung stehen, dass diese initial die Thoraxkompression und Beatmung im Wechsel

durchführen, um weitere Maßnahmen wie z.B. die elektrische Defibrillation, Intubation etc. vorzubereiten, bzw. durchzuführen.

Bei kontinuierlicher Thoraxkompression nach Platzierung des LTS-D in der Reanimationssituation hätte sich die No-Flow-Time noch signifikanter im Vergleich zur Beutel-Masken Ventilation vermindert.

Bei den Studienteilnehmern fand der LTS-D eine große Akzeptanz, 94% der Befragten gaben an, sie fühlten sich in der Anwendung des LTS-D sicherer als bei Anwendung der Beutel-Masken Beatmung, obwohl die Teilnehmer vor dieser Untersuchung keine Erfahrungen mit dem LTS-D hatten. In anderen Studien wird die Akzeptanz des Larynxtubus ähnlich gut beurteilt. (Genzwuerker et al.1999, Finteis et al.2001, Kette et al. 2005, Eitzer et al. 2006, Wiese et al. 2009) und die Eignung des Larynxtubus zur Beatmung wurde auch von 81-96% als sehr gut bzw. gut beurteilt (Genzwuerker et al. 1999).

Unter den Teilnehmern waren 76% bereits Facharzt, 24% noch in der Weiterbildung. Der Großteil der Teilnehmer war mit 62% zum Untersuchungszeitpunkt zwischen 1 und 5 Jahren, 8% zwischen 6 und 10 Jahren und 30 % waren länger als 10 Jahre aktiv als Notarzt tätig. Dabei gaben die Studienteilnehmer an, dass 48% zwischen 51 und 100 Notarzteinsätze pro Jahr durchführten. Bei 12% waren es zwischen 101 und 150 und bei 10% zwischen 151 und 200 Notarzteinsätze pro Jahr. Es waren 25% der Teilnehmer, die an 50 oder weniger Notarzteinsätzen pro Jahr teilnahmen und nur 5% waren mehr als 200 Einsätze tätig.

Obwohl die Teilnehmer durchaus erfahren sind als Notärzte und sie viele Einsätze pro Jahr absolviert haben, gaben die Teilnehmer an, dass 58% von Ihnen nur 5 oder weniger Intubationen pro Jahr durchschnittlich durchgeführt haben. Weitere 22% der Teilnehmer gaben an, es waren zwischen 5 und 10 und bei 20% waren es zwischen 11 und 15 endotracheale Intubationen pro Jahr. Keiner der teilnehmenden Notärzte gab an, er habe mehr als 15 endotracheale Intubationen pro Jahr durchgeführt.

In vielen Studien zeigte sich der Larynxtubus bzw. der LTS-D als sehr erfolgreich am Patienten, sowohl während der Anwendung im Routine-Anästhesiebereich (Asai et al. 2002a, Asai et al. 2005, Genzwuerker et al. 2003, Asai 2002b, Asai et al. 2000, Asai et al. 2003, Doerges et al. 2000b, Genzwuerker et al. 2002, Genzwuerker et al. 2001, Ocker et al. 2002, Thierbach et al. 2006), als auch das der Larynxtubus, bzw. der LTS-D effektiver zur Atemwegssicherung genutzt werden kann, als die anderen von der ERC genannten Atemwegshilfen (Larynxmaske, Combitubus) (ERC 2005, Cook et al. 2005, Doerges et al. 2000b, Cook et al. 2003a, Cook et al. 2003b, Weilbach et al. 2007).

Damit ist sowohl die Höhe der Tidalvolumina gemeint (Asai et al. 2002a) auch bei kontinuierlicher Thoraxkompression (Genzwuerker et al. 2001), als auch die Abdichtung der Atemwege (Leckagedruck, Beatmungsdruck) (Doerges et al. 2000a, Ocker et al. 2002, Cook et al. 2003b), sowie das Risiko der Luftinsufflation in den Magen mit der Folge der Aspiration (Genzwuerker et al. 1999, Agro et al. 2000, Agro et al. 2002).

Hier scheint der Larynxtubus, bzw. der LTS-D beim Einsatz im Rahmen der Reanimation, der Larynxmaske in den oben genannten Punkten überlegen zu sein. Beim Combitubus ergeben sich in Bezug auf die oben genannten Punkte keine großen Unterschiede (ERC 2005, Rabitsch et al. 2005, Rabitsch et al. 2003, Rumball et al. 2004, Venzia et al. 1998), allerdings ist die Handhabung des Combitubus deutlich komplizierter und auch zeitaufwendiger, als es beim Larynxtubus, bzw. dem LTS-D der Fall ist. Aufgrund der zwei Lagemöglichkeiten des Combitubus ist eine genaue Lagekontrolle erforderlich, um das richtige Lumen zu identifizieren, mit dem die Lungenventilation möglich ist. Dies führt, gerade im Rahmen einer Reanimation unter dem Aspekt der Reduzierung der No-Flow-Time, zu einem Zeitverlust und birgt eine gewisse Irrtumswahrscheinlichkeit (Keul et al. 2004). Aus diesem Grund scheint

der LTS-D eine bessere Alternative zur Atemwegssicherung im Rahmen der präklinischen Reanimation zu sein, als die Larynxmaske und der Combitubus.

### **4.3 Einschränkungen der Untersuchung**

Als Einschränkung muss berücksichtigt werden, dass es sich bei der vorliegenden Untersuchung um eine Simulationsstudie am Reanimationsphantom handelt und die Anwendung des LTS-D, der endotrachealen Intubation und der Beutel-Masken Ventilation leichter, bzw. schwieriger sein könnte als am Menschen (Cook et al. 2007, Jackson und Cook 2007). Solche Phantome sind speziell für derartige Simulationen entwickelt worden, so dass die Ergebnisse unserer Studie nur bedingt auf die Realsituation am echten Patienten zu übertragen sind. Hier sind weitere Studien zum Patienten Outcome unter Anwendung des LTS-D im Rahmen der Reanimation notwendig. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass die Einschätzungen der Studienteilnehmer bezüglich der Sicherheit und Praktikabilität des LTS-D im Vergleich zur Beutel-Masken Ventilation auf dessen subjektiven Wahrnehmungen beruhen. Allerdings wurden subjektive Einschätzungen auch in vielen anderen Studien angewandt, um die Praktikabilität zur Platzierung von supraglottischen Atemwegshilfen zu beurteilen (Finteis et al 2001, Ocker et al.2002, Kette et al.2005).

Es ist zu berücksichtigen, dass ein Grund für die geringere No-Flow-Time bei Benutzung des LTS-D im Gegensatz zur Beutel-Masken Ventilation darin begründet sein kann, dass die Teilnehmer sich schneller für die richtige LTS-D Größe entscheiden, als es in einer realen Reanimationssituation der Fall wäre.

Vor Platzierung des LTS-D muss im Vorfeld die entsprechende Größe für die Konstitution des jeweiligen Patienten ausgesucht werden. Im Rahmen dieser

Simulatorstudie wurde für die ganze Untersuchung immer der LTS-D der Größe 4 verwendet. Allerdings gilt diese Einschränkung ebenfalls für die Auswahl der richtigen Größe der Beatmungsmaske in der Vergleichsgruppe „BMV“.

Ein Grund für die geringere No-Flow-Time bei der Anwendung des LTS-D im Vergleich zur Beutel-Masken Ventilation kann die Durchführung der Einhelfer-Überkopf-Reanimationsmethode, bezüglich Thoraxkompression und Beatmung sein. Bei der Einhelfermethode können beim Wechsel von der Thoraxkompression zur Beatmung längere Pausen, durch z.B. die Neuplatzierung der Beatmungsmaske, als bei der Zweihelfermethode , resultieren. Nach den aktuellen Vorgaben des ERC 2005, wird die Zweihelfermethode zur Reanimation empfohlen, allerdings gilt zu berücksichtigen, dass der zweite Helfer während der durch den ersten Helfer vollzogenen Thoraxkompressionen alle noch notwendigen Maßnahmen zum Advanced Life Support (ALS) vorbereiten, bzw. durchführen soll (ERC 2005) (EKG Ableitung, elektrische Defibrillation, endotracheale Intubation, usw.), so dass es zwischen den Vorbereitungen und der Beatmung ebenfalls jeweils zu einer Neuplatzierung der Beatmungsmaske kommt.

Daraus folgt, dass in den ersten Minuten einer Reanimation mit nur initial 2 Helfern (z. B. Notarzteinsatzfahrzeug Besatzung, Besatzung eines Rettungswagen) kein signifikanter Unterschied der No-Flow-Time in Bezug auf die Wechsellpausen zwischen Thoraxkompression und Beatmung zwischen der Einhelfer-Überkopf-Reanimationsmethode und der Zweihelfer-Reanimationsmethode entsteht (Perkins et al. 2004, Hüpfl et al. 2005, Bollig et al. 2007, Brucke et al. 2007).



## 4.4 Zusammenfassung

Im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation ist neben der Thoraxkompression eine der Hauptaufgaben des Rettungspersonals die Sicherung der Atemwege und Gewährleistung einer suffizienten Beatmung.

Der „Goldstandard“ der Atemwegssicherung ist nach wie vor die endotracheale Intubation (ERC 2005), die aber in der Praxis von dem Anwender, neben der entsprechenden Ausbildung eine Menge Erfahrung und Übung mit dieser Methode fordert. Nach den Vorgaben des ERC, würde dies bedeuten, dass die endotracheale Intubation für einen Großteil der ärztlichen und nichtärztlichen Mitarbeiter in der präklinisch notärztlichen Versorgung nur noch bedingt empfohlen wäre (ERC 2005, Nolan et al. 2006). Die ERC, als auch die AHA empfehlen für den ungeübten Anwender der endotrachealen Intubation als Alternative die Verwendung der Beutel-Masken Beatmung, oder supraglottische Atemwegshilfsmittel. Dabei werden die Larynxmaske, der Combitubus und der Larynxtubus vorgeschlagen als Alternative Atemwegssicherung (ERC 2005, von Goedecke et al. 2006, Nolan et al. 2006). Der Larynxtubus–Suction wird als Weiterentwicklung des klassischen Larxynxtubus noch nicht in den aktuellen Leitlinien genannt.

Die Nachteile der Beutel-Masken Beatmung, wie die mangelnde Systemdichtigkeit, zu geringe Tidalvolumina und die größere Gefahr der Mageninsufflation mit der Folgegefahr der Aspiration, werden durch den Einsatz der supraglottischen Atemwegshilfsmittel erheblich reduziert.

In der vorliegenden Studie wurden an 50 Ärzten, die aktiv in der Notfallrettung tätig waren, überprüft, ob der LTS-D als Alternative zur Beutel-Masken Ventilation durch in der endotrachealen Intubation als unerfahren geltende Notärzte während eines simulierten Reanimationsszenarios eine schnelle sowie sichere Beatmung am Simulator erlaubt und zu einer Reduzierung der Zeit ohne Thoraxkompressionen (NFT) während dieser kritischen Phase führt.

Dabei wurden die Beatmungsalternativen anhand der Beatmungsparameter (Effektivität der Ventilation, Magenventilation), Erfüllung der Vorgaben des ERC im Rahmen des Reanimationsalgorithmus und der objektivierten Handhabung (Anlageversuche und Anlagezeit) beurteilt, ebenso wie auch das subjektive Gefühl der Teilnehmer im Umgang mit dem LTS-D durch einen Fragebogen. Dabei zeigte sich, dass die No-Flow-Time mit der Anwendung des LTS-D signifikant niedriger ist, als bei der Anwendung der Beutel-Masken Ventilation. Darüber hinaus war die Beatmung mit dem LTS-D signifikant effektiver als mit der Beutel-Masken Ventilation. Von den teilnehmenden Notärzten schafften es nur 24% eine effektive Ventilation unter Nutzung der Beutel-Masken Ventilation, nach den Vorgaben des ERC, zu erreichen. Dagegen war es nach erfolgreicher Platzierung des LTS-D in 100% der Fälle möglich effektiv zu Ventilieren. Der LTS-D konnte durchschnittlich von 96% der Teilnehmer beim ersten Versuch korrekt platziert werden. Die anderen 4% auch beim zweiten Versuch. Die durchschnittliche Platzierungszeit beim LTS-D betrug bei den Studienteilnehmern 12,9 Sekunden. Deswegen ist es nicht verwunderlich, dass die gemessene durchschnittliche Gesamtbeatmungszeit bei der Anwendung des LTS-D signifikant geringer ist als bei der Beutel-Masken Ventilation. Während der Anwendung der Beutel-Masken Ventilation betrug die No-Flow-Time 35,9% des gesamten untersuchten Szenarios und bei der Nutzung des LTS-D nahm die No-Flow-Time an der Gesamtdauer des Szenarios 24,6% ein. Aufgrund dieser Ergebnisse, war es den meisten Teilnehmern nicht möglich die 3 geforderten Defibrillationen in dem untersuchten Zeitfenster durchzuführen, wenn sie versucht haben die Beutel-Masken Ventilation einzusetzen (nur 4 % der Teilnehmer). Im Gegensatz dazu war es durchschnittlich 78% der Teilnehmer möglich, mit dem LTS-D die 3 Defibrillationen zu erzielen.

In den aktuellen Leitlinien des ERC wird empfohlen, bezüglich der Atemwegssicherung während der Reanimation, die beste, nach örtlichen Gegebenheiten sofort verfügbare Atemwegshilfe zu nutzen (ERC 2005).

Anhand unserer Ergebnisse, auch unter Berücksichtigung der Literatur, hat sich der LTS-D im Vergleich zur Beutel-Masken Ventilation in der vorliegenden Untersuchung, durchgeführt durch in der endotrachealen Intubation ungeübten Notärzten, zumindest in Bezug auf die No-Flow-Time und der Effektivität der Beatmung als besser geeignet gezeigt.

Aufgrund der hohen Akzeptanz bei den Anwendern, als auch den hohen beschriebenen Erfolgsraten und der einfachen Anwendbarkeit, auch durch den ungeübten Benutzer, sollte der LTS-D während der Reanimation als reguläre Alternative zum Atemwegsmanagement erwogen werden.

## **5) Literaturverzeichnis**

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

Agro F, Cataldo R, Alfano A, Galli B (1999) A new prototype for airway management in an emergency: the laryngeal tube. *Resuscitation* 41: 284–286

Agro F, Marchionni L, Costa F, Gherardi S, Galli N, Totonelli A (2000): The use of the laryngeal tube in one hundred anesthetized patients. Preliminary data. *PGA 2000 Meeting New York*

Agro F, Frass M, Benumof J L, Krafft P (2002a): Current status of the combitube: a review of the literature. *J Clin Anesth* 14: 4, 307-314

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

Alexander R, Hodgson P, Lomax D, Bullen C (1993): A comparison of the laryngeal mask airway and Guedel airway, bag and facemask for manual ventilation following formal training. *Anaesthetist* 48: 3, 231-234

Asai T, Murao K, Shingu K (2000): Efficacy of the laryngeal tube during intermittent positive-pressure ventilation. *Anaesthesia* 55: 1099–1102

Asai T, Kawashima A, Hidaka I, Kawachi S (2002a): The laryngeal tube compared with the laryngeal mask: insertion, gas leak pressure and gastric insufflation. *Br J Anaesth* 89: 729–732

Asai T (2002b): Use of the laryngeal tube in a patient with unstable neck. *Can Anaesth* 49: 642–643

Asai T, Shingu K, Cook T (2003): Use of the laryngeal tube in 100 patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 47: 828–832

Asai T, Shingu K (2005): The laryngeal tube. *Br J Anaesth* 95: 729–736

Barake A (2005): The “cannot-intubate, cannot ventilate” scenario. *Middle East J Anesthesiol* 18: 17-20

Becker H-J, Oelert H (2005): Grundlagen der Basisreanimation bei Erwachsenen: Ergebnisse nicht berauschend. Dtsch Ärztebl 102: 50, A-3519

Bein B, Carstensen S, Gleim M et al. (2005): A comparison of the ProSeal laryngeal mask airway, the laryngeal tube S and the oesophageal-tracheal combitube during routine surgical procedures. Eur J Anaesthesiol 22: 341–346

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

Berg R A (2000): Role of mouth-to-mouth rescue breathing in bystander cardiopulmonary resuscitation for asphyxial cardiac arrest. Crit Care Med. 28N, 193-195

Bollig G, Stehen PA, Wik L. (2007): Standard versus over-the-head cardiopulmonary resuscitation during simulated advanced life support.

Prehosp Emerg Care. 2007 Oct-Dec;11(4):443-7.

Bowman FP, Menegazzi JJ, Check BD, Duckett TM (1995): Lower esophageal sphincter pressure during prolonged cardiac arrest and resuscitation. Ann Emerg Med 26: 216-219

Brucke M, Helm M, Schwartz A, Lampl L (2007): Two rescuer resuscitation--mission impossible? A pilot study using a manikin setting. Resuscitation. 2007 Aug;74(2):317-24. Epub 2007 Mar 23.

Callies A, Käthner A, Bandemer G, Kuckelt W, Böhmert F (2000):  
Laienreanimation: notwendige Ergänzung eines optimalen Rettungsdienstes.  
Rettungsdienst Z Präklin Notfallmed 23: 8, 46-51

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

Cook TM, McCormick B, Asai T (2003a) Randomized  
comparison of laryngeal tube with classic laryngeal  
mask airway for anaesthesia with controlled  
ventilation. Br J Anaesth 91: 373–378

Cook TM, McKinstry C, Hardy R, Twigg S (2003b): Randomized crossover  
comparison of the ProSeal laryngeal mask airway with the Laryngeal Tube  
during anaesthesia with controlled ventilation. Br J Anaesth 91: 678–683

Cook TM, Cranshaw J (2005): Randomized crossover comparison of the  
ProSeal laryngeal mask airway with the Laryngeal Tube Sonda during  
Anaesthesia with controlled ventilation. Br J Anaesth 95: 261–266

Cook TM, Bayley G, Jordan G, Silsby J (2007): A comparison of four different  
advanced airway mannequins for training DAS guidelines. Anaesthesia 62: 708  
712

David A, Jakob M, Ekkernkamp A, Muhr G, Vosseberg, Beermann M (1995):  
Prehospital resuscitation-outcome in an urban area. Eur J Emerg Med 2: 6-13

Davis K Jr., Johannigman J A, Johnson R C Jr., Branson R D (1995): Lung  
compliance following cardiac arrest. Acad Emerg Med 2: 874-878

Deutsche Ärztezeitung (2000): Plötzlicher Herztod trifft zehn Deutsche pro Stunde und Viele Herztode geschehen plötzlich

Dick W F, Brambrink A M, Kern T (1999): Kardiopulmonale Reanimation „oben ohne“? Soll die Herz-Lungen Wiederbelebung künftig ohne Beatmung erfolgen? *Anaesthesist* 48: 5, 290-300

Doerges V, Sauer C, Ocker H, Wenzel V, Schmucker P (1999): Smaller tidal volumes during cardiopulmonary resuscitation: comparison of adult and paediatric self-inflatable bags with three different ventilatory devices. *Resuscitation* 43: 1, 31-37

Doerges V, Ocker H, Wenzel V (2000a) The laryngeal tube: a new simple airway device. *Anaesth Analg* 90: 1220–1222

Doerges V, Wenzel V, Neubert E, Schmucker P (2000b) Emergency airway management by intensive care nurses with the intubating laryngeal mask airway and the laryngeal tube. *Crit Care* 4: 369–375

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

Doerges V, Wenzel V, Schumann T et al. (2001b): Intubating laryngeal mask airway, laryngeal tube, 1100 ml self-inflating bag – alternatives for basic life support? *Resuscitation* 51: 185–191

Doerges V, Ocker H, Wenzel V et al. (2003) The Laryngeal tube S: a modified simple airway device. *Anaesth Analg* 96: 618–621

Eftestol T, Sunde K, Steen PA (2002) Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of hospital cardiac arrest. *Circulation* 105: 2270–2273

Eitzer M, Rudolph M, T.F.H.G (2006): Etablierung eines Atemwegsmanagement-Konzepts für Rettungsdienstpersonal. *Rettungsdienst: Z Präklin Notfallmed* 29: 4, 58-61

European Resuscitation Council (2005) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. *Resuscitation* 67 [Suppl 1]: S1–S189

Figueredo E, Martinez M, Pintanel T (2003): A comparison of the ProSeal laryngeal mask and the laryngeal tube in spontaneously breathing anesthetized patients. *Anesth Analg* 96: 600-605

Finteis T, Genzwuerker H, Blankenburg A, Ellinger K, Kuhnert-Frey B(2001): Atemwegsmanagement durch nicht-ärztliches Personal – Ein prospektiver, randomisierter Vergleich von Larynxmaske, Combitube und Larynx-Tubus. *Notfall Rettungsmed* 4: 5, 327-334

Gabrielli A, Layon A J, Wenzel V, Doerges V, Idris A H (2002): Alternative ventilation strategies in cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care* 8: 199-211



Gaitini L, Vaida SJ, Somri M et al. (2004): A randomized controlled trial comparing the ProSeal Laryngeal Mask Airway with the Laryngeal Tube Suction in mechanically ventilated patients. *Anesthesiology* 101: 316–320

Genzwuerker H, Hilker T, Hohner E, Kuhnert-Frey B (1999): Der Larynxtubus: Eine Alternative für die vorübergehende Oxygenierung bei schwieriger Intubation? *Anesthesiol Intensivmed* 40: 158

Genzwuerker H, Hilker T, Hohner E, Kuhnert-Frey B (2000b): The laryngeal tube: a new adjunct for airway management. *Prehosp Emerg Care* 4: 2, 168-172

Genzwuerker H, Finteis T, Slabschi D, Groeschel J, Ellinger K (2001): Assessment of the use of the laryngeal tube for cardiopulmonary resuscitation in a manikin. *Resuscitation* 51: 3, 291, 296

Genzwuerker HV, Dhonau S, Ellinger K (2002) Use of the laryngeal tube for out-of-hospital resuscitation. *Resuscitation* 52: 221–224

Genzwuerker H, Finteis T, Hinkelbein J, Ellinger K (2003): First clinical experiences with the new LTS, a laryngeal tube with an oesophageal drain. *Anaesthesist* 52: 697–702

Genzwuerker HV, Oberkinkhaus J, Finteis T et al. (2005) Emergency airway management by first responders with the laryngeal tube – intuitive and

repetitive use in a manikin. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 13: 1–4

Von Goedecke A, Wagner-Berger H G, Stadlbauer K H, Krismer A C, Jakubaszko J, Bratschke C, Wenzel V, Keller C (2004): Effects of decreasing peak flow rate on stomach inflation during bag-valve-mask ventilation. *Resuscitation* 63: 2, 131-136

Von Goedecke A, Bowden K, Keller C, Voelckel W G, Jeske H C, Wenzel V (2005): Verkürzte Inspirationszeit während der Beatmung eines ungeschützten Atemweges. *Anaesthesist* 54: 2, 117-122

Von Goedecke A, Keller C, Voelckel W G et al. (2006): Maskenbeatmung als Rückzugsstrategie zur endotrachealen Intubation. *Anaesthesist* 55: 70–79

Gries A, Zink W, Bernhard M, Messelken M, Schlechtriemen T (2006): Realistic assessment of the physician-staffed emergence services in Germany. *Anaesthesist* 55: 10, 1080-1086

Heidegger T, Gerig H J, Keller C (2003): Vergleich von Algorithmen für das Management des schwierigen Atemweges. *Anaesthesist* 52: 5, 381-392

Heller R F, Steele P L, Fisher J D, Alexander H M, Dobson A J (1995): Success of cardiopulmonary resuscitation after heart attack in hospital and outside hospital. *BMJ* 311: 1332-1336

Ho-Tai L M, Devitt J H, Noel A G, O Donnell M P (1998): Gas leak and gastric insufflation during controlled ventilation: face mask versus laryngeal mask airway. *Can J Anaesth* 45: 3, 206-211

Hüpfl M, Duma A, Uray T, Maier C, Fiegl N, Bogner N, Nagele P. (2005): Over-the-head cardiopulmonary resuscitation improves efficacy in basic life support performed by professional medical personnel with a single rescuer: a simulation study.

Anesth Analg. 2005 Jul;101(1):200-5, table of contents.

Jackson KM, Cook TM (2007): A comparison of four different advanced airway mannequins for training SAD insertion. Anaesthesia 62: 388–393

Johannigman JA, Branson RD, Davis K Jr., Hurst JM (1991): Techniques of emergency ventilation: a model to evaluate tidal volume, airway pressure, and gastric insufflation. J Trauma 31, 93-98

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

Karch S B, Lewis T, Young S, Hales D, Ho C H (1996): Field intubation of trauma patients. Complications, indications, and outcomes. Am J Emerg Med 14: 7, 617-619

Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Ewy GA (1998): Efficacy of chest compression - only BLS CPR in the presence of an occluded airway. Resuscitation 39:179–188

Kette F, Reffo I, Giordani G et al. (2005) The use of laryngeal tube by nurses in out-of-hospital emergencies:

preliminary experience. Resuscitation 66:

Keul W, Bernhard M, Volkl A, Gust R, Gries A (2004): Methoden des Atemwegsmanagements in der präklinischen Notfallmedizin. Anaesthesist 53: 10, 978-992

Konrad C, Schupfer G, Wietlisbach M, Gerber H (1998): Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? Anesth Analg 86: 3, 635-639

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

Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, Riou B (2000): Prediction of difficult mask ventilation. Anesthesiology 92: 5, 1229-1236

Lackner CK, Reith MW, Ruppert M et al. (2002): Prähospitale Intubation und Verifizierung der endotrachealen Tubuslage – Eine prospektive multizentrische Studie zum Stellenwert der Kapnometrie. Notfall Rettungsmed 5:430–440

Larsen R (2006): Anästhesie, Elsevier Verlag

Lipp M, Thierbach A (1998): Atemwegsmanagement beim traumatisierten Patienten. Notfall Rettungsmed 1: 242–255

Nolan JP, Deckin CD, Soar J et al. (2006): Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene (ALS) –Abschnitt 4 der Leitlinien zur Reanimation 2005 des European Resuscitation Council. Notfall Rettungsmed 9: 38–80

Melker RJ (1986): Alternative methods of ventilation during respiratory and cardiac arrest. Circulation 74: IV63-65

Müller-Nordhorn J, Arntz H-R, Löwl H, Willich S N: Epidemiologie des plötzlichen Herztodes, in: Die Notfalltherapie bei akutem Kreislaufstillstand; hrsg. V. Arntz, H.-R.; Steinkopff-Verlag, Darmstadt, 2002, 3-11

Nolan J D (2001): Prehospital and resuscitative airway care: should the gold standard be reassessed? Curr Opin Crit Care 7:6, 413-421

Ocker H, Wenzel V, Schmucker P, Steinfath M, Doerges V (2002): A comparison of the laryngeal tube with the laryngeal mask airway during routine surgical procedures. Anaest Analg 95: 1094–1097

Ocker H (2003): Der Stellenwert des Larynx tubes in der Notfallmedizin: eine Übersicht. Rettungsdienst Z Präklin Notfallmed 26: 42-45

Pepe P E, Zachariah B S, Chandra N C (1993): Invasive airway techniques in resuscitation. Ann Emerg Med 22: 2 Pt 2, 393-403

Perkins GD, Stephenson BT, Smith CM, Gao F (2004): A comparison between over-the-head and standard cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 61: 155–161

Podrid P J, Myerburg R J (2005): Epidemiology and stratification of risk for sudden cardiac death. *Clin Cardiol* 28: 11 Supl 1, I3-11

Rabitsch W, Schellongowski P, Staudinger T, Hofbauer R, Dufek V, Eder B, et al (2003): Comparison of a conventional tracheal airway with the Combitube in an urban emergency medical services system runs by physicians. *Resuscitation* 57: 27–32

Rabitsch W, Kostler WJ, Burgmann H, Krafft P, Frass M (2005): Recommendation of the minimal volume technique to avoid tongue engorgement with prolonged use of the esophageal-tracheal combitube. *Ann Emerg Med* 45: 565–566

Roth H, Genzwuerker HV, Rothaas A et al. (2005): The ProSeal laryngeal mask airway and the laryngeal tube Suction for ventilation in gynaecological patients undergoing laparoscopic surgery. *Eur J Anaesthesiol* 22: 117–122

Ruben H, Knudsen E J, Carugati G (1961): Gastric inflation in relation to airway pressure. *Acta Anaesthesiol Scand* 5: 107-114

Rumball C, Macdonald D, Barber P, Wong H, Schmecher C (2004): Endotracheal intubation and esophageal tracheal Combitube insertion by regular ambulance attendants: a comparative trial. *Prehosp Emerg Care* 8: 15–22

Salako SE (2006): The declaration of Helsinki 2000: ethical principles and the dignity of difference. *Med Law* 25: 341–354

Schmidbauer W, Bubser H (2002): Einsatz des Larynxtubus während einer präklinischen Reanimation. *Notarzt* 18: 266-268

Schmidt R F, Thews G (1997): Physiologie des Menschen, Springer-Verlag  
Berlin / Heidelberg

Sefrin P (2001): Reanimation im Rettungsdienst: Welche Faktoren beeinflussen  
den Erfolg? Intensivmed Notfallmed 38: 8, 554-560

Sefrin P (2005): Grundlagen der Basisreanimation bei Erwachsenen:  
Schlusswort Dtsch Ärztebl 102: 50, A-3519-3520

Stone B J, Chantler P J, Baskett P J (1998): The incidence of regurgitation  
during cardiopulmonary resuscitation: a comparison between the bag valve  
mask and laryngeal mask airway. Resuscitation 38: 1, 3-6

Striebel H W (2003): Die Anästhesie, Schattauer Verlag

Thews G: Lungenatmung; in Physiologie des Menschen, 25. Auflage; hrsg.v.  
Schmidt, R F, Thews G; Springer-Verlag, Heidelberg, 1993, 737-765

Thierbach A (2003): Sicherung der Atemwege bei kardiopulmonaler  
Reanimation. Stellt die endotracheale Intubation noch den Goldstandard dar?  
Notfall Rettungsmed 6:1, 14-18

Thierbach A, Piepho T, Kleine-Weischede B, Haag G, Maybauer M, Werner C  
(2006): Comparison between the laryngeal tube S and endotracheal intubation.  
Simulation of securing the airway in an emergency situation. Anaesthesist 55:  
154–159

Timmermann A, Russo SG, Eich C, Roessler M, Braun U, Rosenblatt WH, Quintel M (2007): The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg* 104: 619–623

Venzia D, Lessard MR, Bussieres J, Topping C, Trepanier CA (1998): Complications associated with the use of the Esophageal-Tracheal-Combitube. *Can J Anaesth* 45: 76–80

Wang H E, Kupas D F, Paris P M, Bates R R, Yearly D M (2003): Preliminary experience with a prospective, multi-centred evaluation of out-of-hospital endotracheal intubation. *Resuscitation* 58: 1, 49-58

Weilbach C, Skorzik J, Ruschulte H et al. (2007): Das Management des schwierigen Atemweges– Umfrage zum Bekanntheitsgrad alternativer Atemwegshilfen in der präklinischen Notfallmedizin in Deutschland. *Anaesthesiol Intensivmed* 9: 438–447

Weiler N, Heinrichs W, Dick W (1995): Assessment of pulmonary mechanics and gastric inflation pressure during mask ventilation. *Prehospital Disaster Med* 10: 2, 101-105

Wenzel V, Lindner KH, Prengel A W (1997): Beatmung während der kardiopulmonalen Reanimation Literaturstudie und Analyse von Beatmungsstrategien. *Anaesthesist* 46: 2, 133-141

Wenzel V, Idris A H (1997b): The current status of ventilation strategies during cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Critical Care* 3: 206-213



Wenzel V, Idris A H, Banner M J, Kubilis P S, Williams J L Jr. (1998): Influence of tidal volume on the distribution of gas between the lungs and stomach in the non intubated patient receiving positive-pressure ventilation. Crit Care Med 26: 2, 364-368

Wenzel V, Doerges V, Lindner H G (2001a): Spontanatmung – Schnappatmung – Beatmung: Eine Analyse von verschiedenen Beatmungsstrategien bei der kardiopulmonalen Reanimation. Notfall Rettungsmed 4: 557-571

Wenzel V, Idris A H, Doerges V, Nolan J P, Parr M J, Ganrielli A, Stallinger A, Lindner K H, Baskett P J (2001b): The respiratory system during resuscitation: a review of the history, risk of infection during assisted ventilation, respiratory mechanics, and ventilation strategies for patients with an unprotected airway. Resuscitation 49: 2, 123-134

Wiese CH, Semmel T, Müller JU, Bahr J, Ocker H, Graf BM.(2009): The use of the laryngeal tube disposable (LT-D) by paramedics during out-of-hospital resuscitation-an observational study concerning ERC guidelines 2005.

Resuscitation. 2009 Feb;80(2):194-8. Epub 2008 Nov 17.

## 6. Anhang:

### 6.1 Abbildungsverzeichnisse

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Abbildung 1:  | Respiratorischer Circulus vitiosus   | 13 |
| Abbildung 2:  | Beatmungsbeutel und Maske der Firma Ambu   | 19 |
| Abbildung 3:  | Larynxtubus-Suction (LTS-D)  | 21 |
| Abbildung 4:  | Positionierung des Larynxtubus   | 23 |
| Abbildung 5:  | Diagramm Intubationen / Jahr   | 32 |
| Abbildung 6:  | Ausbildungsstand der Studienteilnehmer   | 33 |
| Abbildung 7:  | Fachrichtungen der Studienteilnehmer   | 33 |
| Abbildung 8:  | Altersverteilung der Studienteilnehmer   | 34 |
| Abbildung 9:  | : Verteilung des Arbeitsplatzes der Teilnehmer in %  | 34 |
| Abbildung 10: | Teilnahme an früheren ALS Kursen durch die Teilnehmer in %   | 36 |
| Abbildung 11: | No-Flow-Time Verteilung der Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV  | 38 |
| Abbildung 12: | Durchschnittliche No-Flow-Time der Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV   | 38 |
| Abbildung 13: | Erfüllung der No-Flow-Time Vorgaben der ERC durch die Teilnehmer in %  | 39 |
| Abbildung 14: | Durchschnittliche Defibrillationszeiten der Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV, Erfüllung der zeitlichen Defibrillationsvorgaben des ERC in % | 40 |
| Abbildung 15: | Anzahl der Platzierungsversuche des LTS-D durch die Teilnehmer in %  | 41 |
| Abbildung 16: | Durchschnittliche Platzierungszeit des LTS-D durch die Teilnehmer  | 41 |

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Abbildung 17: | Verteilung der Einzelbeatmungszeiten im Vergleich LTS-D vs. BMV  | 42 |
| Abbildung 18: | Darstellung der Gesamtbeatmungszeiten und Beginn der ersten Beatmung durch die Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV                             | 44 |
| Abbildung 19: | Effektivität der Beatmung mit der BMV  | 45 |
| Abbildung 20: | Subjektive Einschätzung der Atemwegshilfen im Vergleich  | 46 |
| Abbildung 21: | Subjektive Einschätzung der Atemwegshilfen im Vergleich II   | 47 |
| Abbildung 22: | Subjektive Einschätzung der eigenen Sicherheit in der Anwendung der endotrachealen Intubation  | 47 |
| Abbildung 23: | Aktive Tätigkeit als Notarzt   | 48 |
| Abbildung 24: | Notarzteinsätze pro Jahr   | 49 |
| Abbildung 25: | Gesamt durchgeführte Reanimationen als Notarzt   | 49 |
| Tabelle 1:    | Größentabelle Larynxtubus  | 22 |
| Tabelle 2:    | Ablauf des Trainings   | 25 |
| Tabelle 3:    | Zeitlicher Ablauf Reanimation  | 26 |
| Tabelle 4:    | Demografische Daten  | 34 |
| Tabelle 5:    | No-Flow-Time Verteilung der Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV  | 37 |
| Tabelle 6:    | Durchschnittliche Defibrillationszeiten der Teilnehmer im Vergleich LTS-D vs. BMV, Erfüllung der zeitlichen Defibrillationsvorgaben des ERC in % | 40 |
| Tabelle 7:    | Verteilung der Platzierungszeiten des LTS-D durch die Teilnehmer   | 42 |
| Tabelle 8:    | Prozentuale Verteilung der Einzelbeatmungszeiten im Vergleich LTS-D vs. BMV  | 43 |

## 6.2 Fragbogen

# GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

BEREICH HUMANMEDIZIN ◊ UNIVERSITÄTSKLINIKUM

## ZENTRUM ANAESTHESIOLOGIE, RETTUNGS- UND INTENSIVMEDIZIN

Direktor Anaesthesiologie I: Prof. Dr. med. B. M. Graf

Direktor Anaesthesiologie II: Prof. Dr. med. M. Quintel



### FRAGEBOGEN

„Larynxtubus vs Beutel-Masken Ventilation / endotrachealer Intubation bei der Reanimation nach ERC 2005“

- Teilnehmer Nr.: \_\_\_\_\_

**1 Ihr Alter?**

- 25-30 Jahre     31-35 Jahre     36-40 Jahre     41-45 Jahre     46-50 Jahre  
 51-55 Jahre     56-60 Jahre     > 60 Jahre

**2 Geschlecht:**

- weiblich     männlich

**3 In Welcher Fachrichtung arbeiten Sie?**

- Innere Medizin     Chirurgie  
 Allgemeinmedizin     Gynäkologie     Sonstiges: \_\_\_\_\_

**4 In welcher Klinik arbeiten Sie zurzeit?**

- Grund-/Regelversorgung  
 Universitätsklinik  
 Praxis

**5 Seit wann arbeiten Sie aktiv als Notarzt?**

- 1-5 Jahre     6-10 Jahre     > 10 Jahre

**6 Wie viele Einsätze haben Sie als Notarzt durchschnittlich pro Jahr?**

- <50     50-100     101-150     151-200     > 200

**7 Haben Sie bisher an Reanimationsschulungen teilgenommen?**

- Nein     Ja

Anzahl: \_\_\_\_\_

**8 Wie viele Reanimationen führten Sie als Notarzt durch?**

- \_\_\_\_\_ Reanimationen

**9 Wie viele endotracheale Intubationen haben Sie eigenständig durchgeführt?**

- \_\_\_\_\_ endotracheale Intubationen

**10 Wie würden Sie Ihre eigene Sicherheit im Zusammenhang mit der endotrachealen Intubation einschätzen?**

sehr sicher     sicher     unsicher     sehr unsicher

### **6.3 Publikation**

Wiese C.H.R., Bahr J., Bergmann A., Bergmann I., Bartels U., Graf B.M. (2008): „No Flow Time“ Reduzierung durch Einsatz des Larynxtubus. Vergleich zur Beutel Masken Beatmung.

Anaesthesist 57:589–596

### **7. Danksagung**

Ein ganz besonderer Dank gilt meinem Betreuer und Freund Dr. Christoph Wiese für all seine Hilfe und Unterstützung, die Zeit die er mir schenkte und die motivierende Betreuung in allen Lebenslagen.

Ein großes Dankeschön an Dr. med. Horst Wagner-Berger und Prof. Dr. med. Volker Dörges, die ebenfalls einen Beitrag zum Gelingen dieser Studie leisteten.

Vielen Dank meiner Ehefrau und meinen Kindern, die mich trotz Zeitmangels meinerseits stets unterstützten.

## 8. Lebenslauf

### Persönliche Informationen

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Familienstand:</b>       | verheiratet, 2 Kinder  |
| <b>Staatsangehörigkeit:</b> | deutsch  |
| <b>Geburtsdatum:</b>        | 23.11.1979   |
| <b>Geburtsort:</b>          | Göttingen  |
| <b>Eltern:</b>              | Annette Bergmann ( Selbstständig)<br>Reiner Bergman ( Sozialpädagoge ) |

---

### Schulbildung

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>1986 – 1990</b> | Grundschule Albani in Göttingen  |
| <b>1990 – 1996</b> | Integrierte Gesamtschule in Göttingen<br>Erweiterter Sekundarabschluss I |
| <b>1996 – 1999</b> | Gymnasium der IGS Göttingen<br>Allgemeine Hochschulreife                 |

---

### Universitärer Werdegang

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>04/2003 – 04/ 2005</b> | Vorklinik an der Georg August Universität<br>Göttingen   |
| <b>04/2005 – 02/2008</b>  | Klinischer Abschnitt an der Georg August<br>Universität Göttingen  |
| <b>02/2008 – 01/2009</b>  | Praktisches Jahr an der Georg August<br>Universität Göttingen,<br>Wahlfach: Anästhesie & Intensivmedizin |
| <b>06 / 2009</b>          | Erhalt der Approbation   |

---

### Beschäftigungsverhältnisse

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>1996 – 2008</b> | Berufstätigkeit im Rettungsdienst der Stadt<br>Göttingen als Rettungsassistent / Sanitäter |
| <b>1997 – 2009</b> | Berufstätigkeit als Anästhesiepfleger im<br>Ambulanten Bereich                             |

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>2003 – 2008</b>  | Berufstätigkeit als Anästhesiepfleger im Ev.<br>Vereinskrankenhaus Hann Münden                               |
| <b>Seit 06/2009</b> | Assistenzarzt in der Anästhesie im Ev.<br>Krankenhaus Göttingen Weende                                       |
| <b>Seit 03/2010</b> | Assistenzarzt im Zentrum für Anästhesie<br>Rettungs und Intensivmedizin der<br>Universitätsmedizin Göttingen |