

Aus der Klinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums  
Düsseldorf

---

Direktor: Univ.-Professor Dr. B. Pannen

Anwendung des Larynxtubus durch  
Rettungsassistenten im Rahmen der  
präklinischen Reanimation

**Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der  
Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf

vorgelegt von

Arne Köster

2010

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung der  
medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

Universitätsprofessor Dr. med. Joachim Windolf  
Dekan der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. M. Beiderlinden

Korreferent: Prof. Dr. med. S. Flohé

Meiner Familie gewidmet

## Abkürzungen

AHA	American Heart Association
ASA	American Society of Anesthesiologists
BÄK	Bundesärztekammer
BMI	Bodymassindex
CPR	Cardio-pulmonary resuscitation/ kardiopulmonale Reanimation
CT	Combitubus
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
ERC	European Resuscitation Council
ET	Endotrachealtubus
ETI	Endotracheale Intubation
FiO <sub>2</sub>	Inspiratorische Sauerstofffraktion
GRC	Deutscher Beirat für Wiederbelebung (German Resuscitation Council)
HDM	Herzdruckmassage
J	Joule
LMA	Larynxmaske
LT	Larynxtubus
LT-D	Larynxtubus disposable (Einwegartikel)
LTS	Larynxtubus-Suction
NA	Notarzt
NFT	No-Flow-Time
OP	Operationssaal
PEA	Pulslose elektrische Aktivität
RA	Rettungsassistent
SD	Standard deviation (Standardabweichung)
VF	Kammerflimmern/ ventricular fibrillation
VT	Ventrikuläre Tachykardie

# Inhalt

<b>1. Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2. Methodik</b>	<b>9</b>
2.1    Allgemeines, Studienplanung	9
2.2    Schulung	9
2.3    Reanimationsalgorithmus	10
2.4.    Der Larynxtubus	11
2.5.    Evaluation/ Datenerhebung	12
2.6.    Auswertung, Statistik	13
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>14</b>
3.1.    Daten zum Larynxtubus	14
3.2.    Reanimationsdaten	19
<b>4. Diskussion</b>	<b>21</b>
4.1.    Einordnung der eigenen Ergebnisse	21
4.2.    Endotracheale Intubation als bisheriger Goldstandard	22
4.3.    Maske-Beutel-Beatmung	23
4.4.    Stellenwert supraglottischer Atemwegshilfen	25
4.5.    Erfahrungen mit supraglottischen Atemwegshilfen unter präklinischen und klinischen Reanimationsbedingungen	27
4.6.    Kritische Bewertung der eigenen Studie	31
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>33</b>
<b>6. Anhang</b>	<b>34</b>
<b>7. Literatur</b>	<b>46</b>
<b>8. Lebenslauf</b>	<b>51</b>
<b>9. Danksagung</b>	<b>52</b>
<b>10. Publikationen</b>	<b>53</b>

## 1. Einleitung

Ein Herz-Kreislauf-Stillstand ist innerhalb und außerhalb der Klinik ein häufiges Ereignis. Zwar sind genaue Zahlen für Deutschland nicht bekannt, in einer schottischen Arbeit wird die Inzidenz präklinischer Herz-Kreislauf-Stillstände aus kardialer Ursache mit etwa 50-66/100000 Einwohner pro Jahr angegeben.<sup>1</sup> Nur wenn Maßnahmen der Herz-Lungen-Wiederbelebung (kardiopulmonale Reanimation, CPR) möglichst umgehend und effektiv durchgeführt werden, gibt es eine Chance, diesen ohne bleibenden Schaden für Hirn und Organe zu überleben.

In Deutschland besteht das Rettungssystem aus Rettungsdienst und Notarztdienst. Die höhere Dichte an Rettungswagen, besetzt mit Rettungsassistenten, führt dazu, dass diese meist zuerst an der Einsatzstelle eintreffen. Rettungsassistenten durchlaufen eine zweijährige Berufsausbildung. Sie sind nach Prüfung und Zertifizierung gemäß einer Stellungnahme der Bundesärztekammer (BÄK) zur Anwendung erweiterter, ärztlicher Maßnahmen wie z.B. der endotrachealen Intubation in definierten Situationen berechtigt (sog. Notkompetenz).

Eine zentrale Rolle bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand stellt neben der möglichst ununterbrochenen Thoraxkompression die Sicherstellung der Beatmung dar. Diese soll der Laienhelfer in Form einer Mund-zu-Mund-Beatmung durchführen, professionellen Helfern steht eine Reihe von Beatmungsmitteln zur Verfügung. In den derzeit gültigen Leitlinien der American Heart Association (AHA), des ERC, der Bundesärztekammer (BÄK) bzw. des German Resuscitation Council (GRC) zur kardiopulmonalen Reanimation (CPR) und den Leitlinien der American Society of Anesthesiologists (ASA) und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGAI) zum Atemwegsmanagement gilt die Beatmung mit einem Maske-Beutel-System und konsekutiver orotrachealer Intubation als Methode der ersten Wahl.<sup>1,16</sup> Für den in der Intubation Ungeübten und für den Fall der schwierigen oder unmöglichen Intubation oder Maskenbeatmung werden als Alternativen sogenannte supraglottische Atemwegshilfen, z.B. die Larynxmaske (LMA), der Larynx-tubus (LT) oder der Combitubus (CT), empfohlen.

Gerade die Beatmung über ein Maske-Beutel-System als auch die endotracheale Intubation (ETI) erfordern aber ein hohes Maß an Übung und Erfahrung. Studien der letzten Jahre, die sich mit Beatmungskomplikationen und Fehlintonationsraten beschäftigten, zeigten, dass viele Notärzte, ausgenommen Anästhesisten, und Rettungsassistenten diese Erfahrung nicht haben. So gerät dieser alte Goldstandard immer mehr in den Focus der Diskussion und wird in neueren Empfehlungen verlassen.<sup>2,3</sup> Selbst unter den optimalen klinischen Bedingungen während der Narkoseeinleitung durch Anästhesisten gelingt noch bei 5% der Patienten keine ausreichende Maskenbeatmung, in 0,15 % gelingt sie gar nicht.<sup>4,5</sup> Eine suffiziente Beatmung gelingt relativ Ungeübten mittels des Maske-Beutel-Systems nur in 20 bis 40%.<sup>6,7</sup> Selbst unter optimalen Bedingungen wie einer elektiven Narkoseeinleitung konnten erfahrene Rettungsassistenten in 25% keine ausreichende Masken-Beutel-Beatmung erzielen.<sup>8</sup> Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Maske-Beutel-Beatmung durch Rettungsassistenten oder Ungeübte zu einer signifikant höheren Rate einer Magenbelüftung mit Gefahr einer Aspiration führt.<sup>6,9,10</sup> Wenn hingegen Rettungsassistenten unter kontrollierten Bedingungen alternative Atemwege einsetzen, kommt es zu einer wesentlich höheren Erfolgsquote als mit den empfohlenen Maske-Beutel-Systemen. Vor diesem Hintergrund muss die Empfehlung der Fachgesellschaften zur primären Sicherung des Atemweges unter Reanimationsbedingungen mittels Maske-Beutel-System und nachfolgender orotrachealer Intubation kritisch hinterfragt werden.

Wir stellten daher die Hypothese auf, dass mit Hilfe des Larynxtubus (LT), eines alternativen supraglottischen Atemwegshilfsmittels, eine suffiziente Beatmung unter Reanimationsbedingungen durch Rettungsassistenten sicher gestellt werden kann, nachdem sie ein definiertes 90 Minuten umfassendes Schulungsprogramm absolviert haben.

**Fragestellung:**

Wir führten daher eine prospektive Beobachtungsstudie durch, die folgende Fragen beantworten sollte:

Wie hoch ist die Erfolgsrate bei der präklinischen Anwendung des LT durch Rettungsassistenten im Rahmen einer Reanimation nach einer 90-minütigen Schulung?

Wird der LT als Instrument der Atemwegssicherung unter Reanimationsbedingungen von Rettungsassistenten akzeptiert?

Wie wirkt sich Anwendungserfahrung auf die Erfolgsrate beim Larynxtubus aus?



## 2. Methodik

### 2.1. Allgemeines, Studienplanung

Ort der Untersuchung war der Rhein-Kreis Neuss, in dem ca. 445.000 Einwohner auf einer Fläche von ca. 580 km<sup>2</sup> leben. Kreisstadt ist die Stadt Neuss mit ca. 152.000 Einwohnern. Im gesamten Kreis werden acht Rettungswachen und fünf Notarzteinsatzfahrzeuge betrieben. Die Kreisleitstelle, zuständig für Feuerschutz, Rettungsdienst und Katastrophenschutz, koordiniert täglich durchschnittlich 160 Rettungsdiensteinsätze.

Im Stadtgebiet Neuss werden durch den Rettungsdienst jährlich ca. 150 Reanimationen durchgeführt. Für die Kreiswachen existieren mangels zentraler Datenerhebung keine Zahlen.

Nach einer erfolgreichen Pilotphase, in deren Rahmen der LT zunächst von Notärzten auf dem NEF eingesetzt wurde, erfolgte die Schulung der Lehrrettungsassistenten und die Implementierung des LT in den Reanimations-Algorithmus. Anschließend wurden die Rettungsassistenten in der Anwendung des LT geschult und in die Studie und die Datenerhebung eingewiesen.

Diese Studie wurde durch die Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf genehmigt (Studiennummer 3252).

### 2.2. Schulung

Seit Ende 2005 wurden auf den 3 Rettungswachen der Stadt Neuss sowie auf 2 weiteren Rettungswachen des Rhein-Kreis Neuss, die sich an das Notkompetenz-System angeschlossen haben, auf freiwilliger Basis Rettungsassistenten in der Anwendung des LT geschult. Die Schulung bestand aus einem 45-minütigen theoretischen Teil, der im Rahmen der jährlich angebotenen zentralen Basisausbildung im Notkompetenzsystem stattfand. Inhalt dieser theoretischen Schulung war die Einführung in die Handhabung des LT, Fehlerquellen, Risiken,

Gefahren und Verhalten bei erfolgloser Platzierung, sowie die Einbindung des LT in den Reanimationsalgorithmus.

Auf den Rettungswachen erfolgten dezentral die praktische Schulung des Reanimationsalgorithmus an zwei verschiedenen Reanimationssimulatoren (Cardiac Care Trainer, Ambu Deutschland, Bad Nauheim und Laerdal ALS Simulator, Laerdal Medical, Stavanger, Norwegen). Dem wurde eine 45-minütige praktische Unterweisung in der Anwendung des LT am Kopf des gleichen Reanimationsphantoms vorangestellt. Die Schulung erfolgte durch Lehrrettungsassistenten, die vorweg von Notärzten nach Herstellereinweisung in der LT-Anwendung ausgebildet wurden.

Der Lernerfolg der Notkompetenzausbildung wurde theoretisch und praktisch geprüft. In der praktischen Prüfung musste jeder Rettungsassistent ein vollständiges Reanimationsszenario in 2-Helfer-Technik absolvieren (Abb. 1 u. 2, Anhang).

Die Prüfungskommission bestand aus erfahrenen Notärzten der am Notarzdienst beteiligten Kliniken des Rhein-Kreis Neuss (Lukaskrankenhaus Neuss, Johanna-Etienne-Krankenhaus Neuss, Kreiskrankenhäuser Dormagen und Grevenbroich) und Lehrrettungsassistenten der am Rettungsdienst der Stadt und des Kreis Neuss beteiligten Organisationen (Deutsches Rotes Kreuz, Malteser, Johanniter). Hierbei musste der Algorithmus fehlerfrei umgesetzt werden. Das Einhalten zuvor festgelegter Kriterien, der positive Gesamteindruck der Maßnahmen des einzelnen Rettungsassistenten sowie der Teamarbeit als Grundlagen einer effizienten Reanimation entschieden über die Zertifizierung. Bei Nichtbestehen konnte eine Wiederholungsprüfung abgelegt werden. Ein Kriterium zielte auf die zügige und ausreichende Ventilation (min. 500 ml Atemzugvolumen) und Sauerstoffgabe. Kam es durch fehlerhafte Platzierung des LT zu einer Minderbelüftung des Patienten, die nicht erkannt und behoben wurde, wurde der Kandidat nicht zertifiziert. Damit war er bis zum erfolgreichen Absolvieren der Nachprüfung nicht zum Einsatz des LT berechtigt.

### 2.3. Reanimationsalgorithmus

Im Rettungsdienstbereich der Stadt und des Rhein-Kreis Neuss besteht seit 2001 eine „Arbeitsgruppe Notkompetenz“, die die Aus- und Fortbildung der Rettungsassistenten in den erweiterten Reanimationsmaßnahmen organisiert und die Prüfungen zur Zertifizierung der Notkompetenz abnimmt. Sie besteht aus erfahrenen Notärzten der beteiligten Kliniken und Lehrrettungsassistenten der mitwirkenden Hilfsorganisationen. Durch diese Arbeitsgruppe wurde im Dezember 2005 der bisher in Neuss geschulte Reanimationsalgorithmus auf die neuen ERC-Guidelines, die im November 2005 veröffentlicht wurden, angepasst und gleichzeitig um den Einsatz des Larynxtubus erweitert (s. Abb. 3 u. 4, Anhang).

Nach Eintreffen beim Patienten beginnen die Rettungsassistenten sofort mit der Herzdruckmassage. Innerhalb der ersten 2 Minuten wird die Beatmung mittels des bisher gewohnten Maske-Beutel-System appliziert und der LT vorbereitet. Nach der ersten Rhythmusanalyse und ggfs. Defibrillation wird sofort die Herzdruckmassage fortgeführt und der LT platziert.

Nach 30 Kompressionen wird die LT-Lage überprüft. Die HDM wird dafür kurz unterbrochen, die Thoraxexkursion beobachtet und auf Leckagezeichen geachtet. Gegebenenfalls erfolgt die Auskultation von Magen und Lungenfeldern. Anschließend wird die HDM sofort fortgesetzt und währenddessen entweder eine Lagekorrektur oder die Fixierung des LT vorgenommen. Es wird geprüft, ob Leckage und Beatmungsdruck eine zur HDM asynchrone Beatmung erlauben. Andernfalls wird synchron im Verhältnis 30:2 fortgefahren.

Die Lage des LT darf maximal zweimal korrigiert werden. Ist danach keine ausreichende Ventilation zu erzielen, wird der LT entfernt und die Beatmung mit dem Maske-Beutel-System und Guedeltubus bis zum Eintreffen des Notarztes (NA) fortgesetzt. Damit bleibt die ETI nur noch besonders günstigen Ausnahmefällen vorbehalten, z.B. wenn besonders qualifiziertes Personal vorhanden ist und drei Helfer vor Ort sind. Es dürfen dann maximal zwei Intubationsversuche, die nicht länger als 30 Sekunden dauern dürfen und für die die HDM nicht unterbrochen werden sollte, unternommen werden. Die Reanimation wird nach Algorithmus fortgesetzt bis zum Eintreffen des Notarztes.

## 2.4. Der Larynxtubus

Der Larynxtubus (Fa. VBM Medizintechnik GmbH, Sulz, Deutschland, Abb.5 Anhang) wurde Ende 1999 eingeführt. Als alternative supraglottische Atemhilfe zielte sein Einsatz auf die Beatmung bei schwieriger Intubation, wurde jedoch auch für die Anwendung in der klinischen Routine in der Anästhesie sowie zur präklinischen Atemwegssicherung diskutiert.

Der LT ist ein Ein-Lumen-Tubus, der einen proximalen und einen distalen Cuff aufweist. Hierbei dichtet der proximale Cuff den Hypopharynx gegen den Naso- und Oropharynx ab, während der distale Cuff den Ösophaguseingang verschließt (Abb. 6, Anhang). Beide Cuffs werden über eine Zuleitung mittels der beiliegenden Spritze gefüllt, auf der farbcodiert das Füllvolumen angegeben ist. Für den klinischen Gebrauch empfiehlt der Hersteller einen Cuffdruck nicht über 60 cm H<sub>2</sub>O. In der präklinischen Situation werden die Cuffs solange mit Luft geblockt bis keine Leckagegeräusche zu hören sind.<sup>11</sup> Bei unserer Untersuchung wurde auf die Cuffdruckmessung verzichtet. Das Beatmungslumen öffnet sich zwischen den beiden Cuffs nach ventral. Am proximalen Ende sind 3 schwarze Markierungen als Positionierungshilfe angebracht, die in Höhe der oberen Schneidezähne liegen sollten.<sup>11</sup> Eine Weiterentwicklung des LT, der LTS, der über ein zusätzliches kleines ösophageales Drainagelumen verfügt, kam in dieser Studie noch nicht zur Anwendung.

Im Neusser Rettungsdienst kam aus logistischen und hygienischen Gründen der LT als Einmalartikel zum Einsatz.<sup>12</sup>

## 2.5. Evaluation/ Datenerhebung

Die Anwendung des LT wurde anhand eines Fragebogens evaluiert (Abb. 7-10, Anhang), den der Rettungsassistent nach Beendigung des Einsatzes neben dem vollständigen Rettungsdienst-Protokoll (vergleichbar mit DIVI-Rettungsdienst-Protokoll, Abb. 11, Anhang) ausfüllte. Der Fragebogen war anonymisiert bezüglich der Patientendaten als auch dem Einsatzort und dem Rettungsteam.

Der Fragebogen gliederte sich in fünf Teile:

Einsatztechnische Daten

Notfallmedizinische Daten

Fragen zur Atemwegssicherung

Beurteilung des Larynx-tubus (Gesamtnote nach Schulnoten)

Anmerkungen (Freitext)

Die Punkte 2.3. (Ernährungszustand) und 2.4. (Körpergröße) bei den notfallmedizinischen Daten konnten von den RA nur geschätzt werden und sind daher grob skaliert. Die Unterscheidung schlank, normal- und übergewichtig sollte sich an der WHO-Definition der Adipositas orientieren.

Kategorie (nach WHO) <sup>13</sup>	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
Normalgewicht	18,5–24,9
Übergewicht (Praeadipositas)	25–29,9
Adipositas Grad I	30–34,9
Adipositas Grad II	35–39,9
Adipositas Grad III (Adipositas permagna oder morbide Adipositas)	≥ 40

Die in den jeweiligen Abschnitten erhobenen Fragen sind den Fragebögen in Anlage 1 zu entnehmen.

Die Fragebögen wurden von einem ärztlichen und einem nichtärztlichen Mitarbeiter im Rettungsdienst gesammelt, geprüft und fortlaufend evaluiert.

## 2.6. Auswertung/ Statistik

Primärer Endpunkt war die Erfolgsrate der Ventilation über den Larynxtubus nach einer definierten Schulung während einer außerklinischen Reanimation von Patienten mit nicht-traumatischem Herzstillstand.

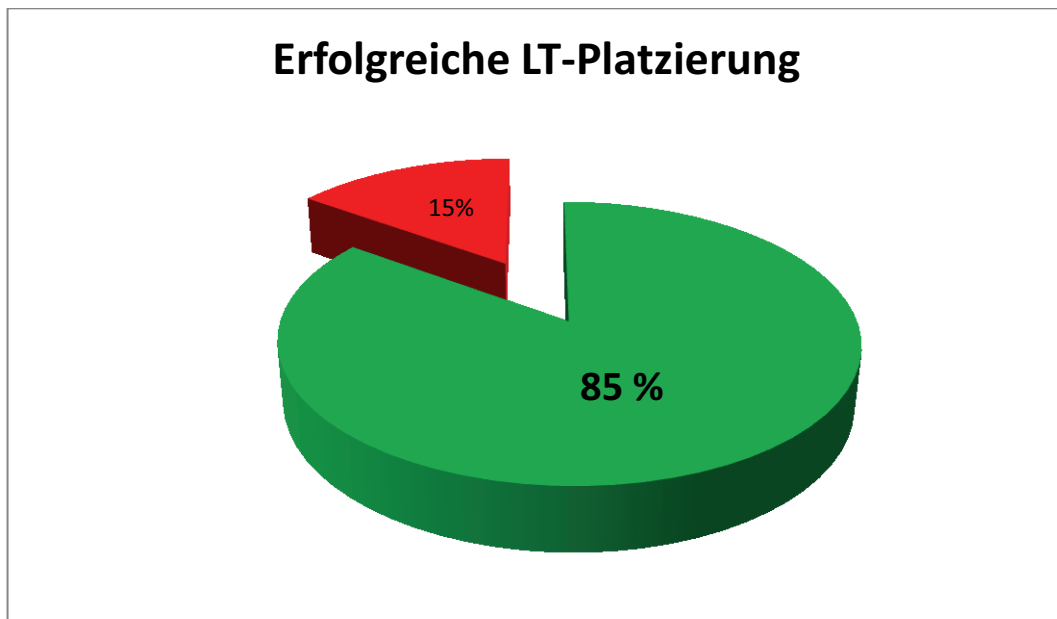
Sekundäre Variablen waren die Anzahl der Insertionsversuche, die Schwierigkeit der Intubation, Zeichen der Regurgitation, Verhalten des hinzugezogenen Notarztes und die subjektive Gesamtbeurteilung des LT durch den Anwender. Die Daten der Fragebögen wurden deskriptiv ausgewertet und dargestellt als Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung oder Anzahl und Prozentzahl. Statistische Berechnungen wie der Fisher`s Exact Test als Vierfelderanalyse der Platzierungsversuche (Tab.2) wurden durchgeführt mittels Microsoft Excel 2007 (Microsoft Deutschland GmbH, Unterschleißheim, Deutschland) und Prism5.03 for Windows (GraphPad Software, La Jolla, USA).

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Daten zum Larynxtubus

In der Zeit von März 2006 bis Juni 2009 wurden bei 77 Reanimationen der Larynxtubus eingesetzt und der Fragebogen ausgefüllt zurückgeschickt. 75 Bögen konnten ausgewertet werden, 2 Bögen konnten wegen unvollständiger Daten nicht berücksichtigt werden.

In 64 der 75 Fälle (85 %) konnte der Larynxtubus erfolgreich platziert werden, davon gelang in 98 % (n= 63) eine effektive Ventilation. In dem einen Fall konnte der Patient wegen stattgehabter massiver Aspiration nicht mit dem LT ventiliert werden und wurde vom Notarzt intubiert.

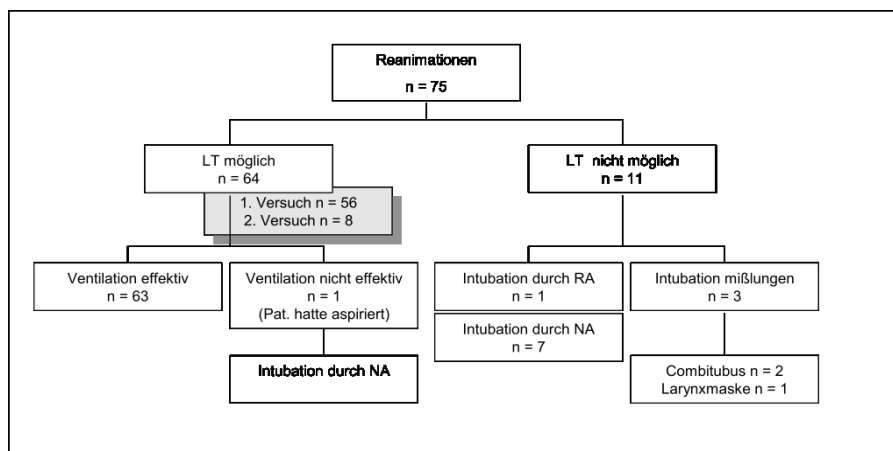


**Abbildung 12:** Erfolgreiche LT-Platzierungen

Bei 56 Reanimationen (76 %) gelang die Platzierung im ersten Versuch, in 8 Fällen im zweiten Versuch (9,3%). Im Verlauf der Maßnahmen musste in 7 (10,8%) Fällen der LT nachjustiert, in 15 Fällen (23,1%) nachgeblockt werden. In 11 Fällen (14,7%) gelang auch im zweiten Versuch keine erfolgreiche Platzierung bzw. Ventilation über den LT.

Von diesen 11 Patienten wurde einer sekundär durch einen Rettungsassistenten endotracheal intubiert, 7 weitere durch den nachrückenden Notarzt. 3 Patienten konnten vom Notarzt nicht intubiert werden, wobei einer dann über eine Larynxmaske, die beiden anderen über einen Combitubus ventiliert werden konnten.

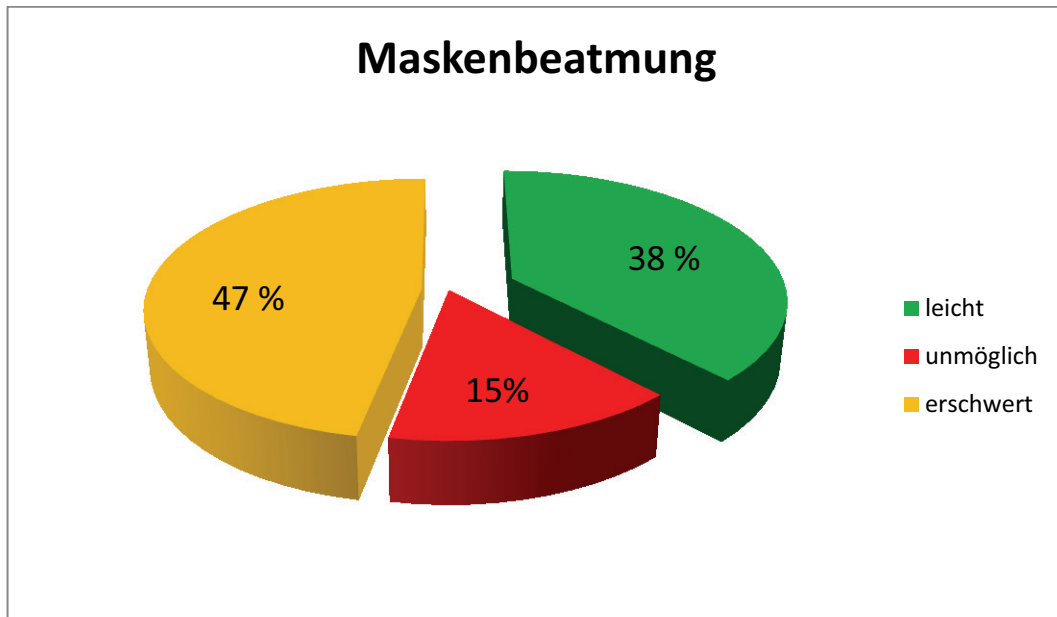
Bei 37 Patienten (49%) wurde der LT in der Größe 5 angewendet, 31-mal erfolgreich. Der LT der Größe 4 kam 35-mal zum Einsatz (46%), 30-mal erfolgreich. Die Größe 3 konnte in allen 3 Fällen erfolgreich platziert werden (4%).



**Abbildung 13:** Darstellung der Maßnahmen von RA bzw. NA in Abhängigkeit des Erfolges der LT-Platzierung

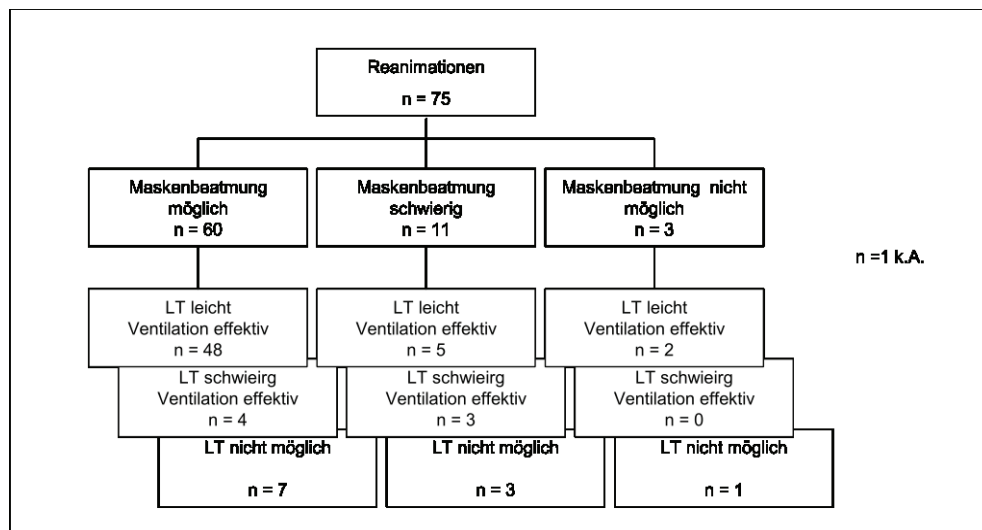
Bei 71 Reanimationen konnte der Patient mit dem Maske-Beutelsystem zwar beatmet werden, allerdings wurde dies in nur 28 Fällen (37,8%) explizit mit leicht angegeben, in 11 (14,9%) Fällen gelang dies nur mit Schwierigkeiten. 3 Patienten konnten nicht mit der Maske beatmet werden.





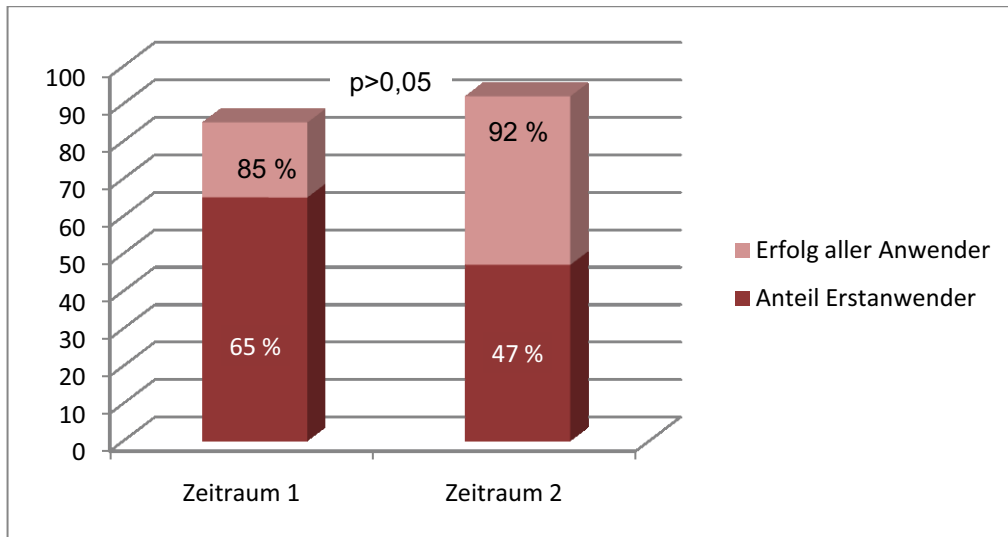
**Abbildung 14:** Anteil erschwelter Beatmungen mittels Maske-Beutel-System

Von den 11 schwierig zu beatmenden Patienten konnten 8 mittels LT effektiv ventilert werden, wobei in 3 Fällen auch die LT-Platzierung schwierig war. 2 der 3 Patienten, die nicht mit der Maske zu beatmen waren, ließen sich nach leichter Platzierung des LT effektiv ventilieren.



**Abbildung 15:** Darstellung des Folgeverhaltens von RA oder NA in Abhängigkeit von der Durchführbarkeit der Beatmung mittels Maske-Beutel-System

In einem Vergleich der ersten Hälfte der Anwendungsfälle (Fälle 1-37) mit der zweiten Hälfte (Fälle 38-75) zeigte sich, dass in der früheren Hälfte in 65,7% die Anwender den LT zum ersten Mal benutzten, in der zweiten Hälfte nur noch 47,4%. Mehr als zweimal hatten in der zweiten Hälfte 51,3% der Rettungsassistenten den LT platziert, während es in der ersten Hälfte des Beobachtungszeitraums erst 34,3% waren.



**Abbildung 16:** Erfolg der LT-Platzierung in der ersten und zweiten Studienhälfte mit Anteil der Erstanwender

Die Erfolgsraten lagen in der 1. Hälfte bei 85%, während sie in der zweiten Hälfte auf 92,1% stiegen ( $p > 0,05$ ). Dementsprechend sank die Zahl der misslungenen LT-Anwendungen von 15% in der ersten Hälfte des Studienzeitraums auf 7,9% in der zweiten Hälfte. Einen Versuch brauchten in der ersten Hälfte 67,6% der RA, in der zweiten Hälfte gelang in 84,2% die erfolgreiche Platzierung des LT bereits im ersten Versuch ( $p > 0,05$ ). Der Anteil der RA, die im Umgang mit dem LT bereits etwas Erfahrungen sammeln konnten, ist zwar in der zweiten Studienhälfte etwas größer, dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Auch der Anteil der im ersten Versuch erfolgreichen LT-Platzierungen steigt etwas, der Unterschied zwischen den beiden Zeiträumen ist jedoch auch nicht signifikant.

In keinem Fall der LT-Anwendungen wurden klinisch Verletzungen durch den LT verursacht. Bei 78% ergaben sich keine Hinweise für eine Aspiration. Bei 14

Patienten (20,3%) wurden schon vor Einlage des LT Zeichen der Regurgitation beobachtet, in einem Fall erst unter liegendem LT. In diesem Fall wurden Hinweise auf eine Aspiration erkannt. Ob diese vor oder nach Einlage des LT stattgefunden hat, ist unklar.

In 48,5 % der Reanimationen konnte trotz des erhöhten intrathorakalen Druckes die Herzdruckmassage völlig asynchron zur Beatmung und damit unterbrechungsfrei durchgeführt werden.

Die Erfolgsrate der LT-Platzierung zeigte weder geschlechtsspezifische Unterschiede (86,9% bei Frauen vs. 84,6% bei Männern) noch unterschied sie sich bei adipösen im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten (86,1% vs. 84,6%).

51 Patienten (82 %) wurden auch nach Eintreffen des Notarztes zunächst noch weiter über den LT beatmet und erst im weiteren Verlauf der Reanimation (22,6%) bzw. nach Wiederherstellung des Spontankreislauf (21%) vom Notarzt umintubiert. 24 Patienten (38%) wurden mit LT in der Klinik übergeben und erst dort endotracheal intubiert.

Die Ergebnisse sind in Tab. 2 und 3 im Anhang zusammengefasst.

### 3.2. Reanimationsdaten

Bei 54,7 % der Reanimationen konnte zumindest zeitweise ein Spontankreislauf wieder hergestellt werden, 48 % konnten lebend in eine Klinik eingeliefert werden. Outcome-Variablen wie 30-Tage-Überlebensrate oder Entlassungsraten wurden in dieser Anwendungsbeobachtung nicht erfasst.

Die 75 Patienten waren im Mittel  $70,11 \pm 13,03$  Jahre alt. 52 Patienten waren männlich (69,3%), 23 (30,7%) weiblich. Die Körperstatur wurde bei 10 (13,3%) Patienten mit schlank, bei 29 (38,7%) mit normal, bei 36 (48%) mit übergewichtig

angegeben. 51 (68%) Patienten wurden zwischen 155-180 cm geschätzt, 24 waren größer als 180 cm.

**Tabelle 1:** Demographische Patientendaten

	<b>Männer (69%)</b>	<b>Frauen (31%)</b>
<b>Alter</b>	68,5 J ± 12,7	73,9 J ± 13,2
<b>Statur</b>		
Schlank	1	9
Normal	22	7
Übergewichtig	32	4
<b>Größe</b>		
155-180 cm	28	23
>180 cm	24	0

In 94,7% (n=71) der Einsätze fand das Rettungsteam primär einen bewusstlosen Patienten vor. In 84 % konnte keine Atemtätigkeit, in 92% keine Kreislaufzeichen festgestellt werden.

Bei 18 Patienten (24,3%) wurden bereits Wiederbelebensmaßnahmen durch Ersthelfer bzw. Laien durchgeführt.

In 82,4 % (n=61) wurde eine nicht-traumatische bzw. kardiale Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstandes angenommen. Der erste analysierte Herzrhythmus war in 31,1% ein Kammerflimmern oder eine pulslose Kammertachykardie, in der Mehrheit (n=51, 69 %) wurde jedoch eine Asystolie oder eine pulslose elektrische Aktivität diagnostiziert.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 und 4 im Anhang zusammengefasst.

## 4. Diskussion

### 4.1. Einordnung der eigenen Ergebnisse

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass nach einer 90-minütigen Schulung der LT als primärer Atemweg in 85% der Fälle durch Rettungsassistenten unter Reanimationsbedingungen effektiv platziert werden konnte

Wir konnten zudem zeigen, dass zunehmende Anwender-Erfahrung die Erfolgsrate nicht mehr signifikant ansteigen lässt, was wiederum ein Hinweis für die Effektivität der Schulungsmaßnahme sowie die einfache Handhabung des LT selbst unter Reanimationsbedingungen ist. Unsere Daten sind im Einklang mit denen von Schalk et al., der eine Erfolgsrate von 96,8% bei 157 präklinischen LT-Anwendungen beschreibt. Die Retter wurden ebenso 90 Minuten geschult, hatten allerdings darüber hinaus noch die Möglichkeit, die Anwendungen im OP zu üben. Im Unterschied zu unserer Studie wurde in der Arbeit von Schalk in 87 Fällen (55,4%) der LT durch Notärzte platziert, was die höhere Erfolgsrate erklären könnte. Darüber hinaus wurde der LT nur in 70% bei Reanimationen eingesetzt.<sup>14</sup> Auch wenn die Untersuchungen demzufolge nicht vergleichbar sind, untermauern sie doch, dass mit einem kurzen Schulungsprogramm in der Atemwegssicherung ungeübten Rettungsassistenten eine effektive und sichere Atemwegssicherung mittels LT beigebracht werden kann. Wiese et al. schulte ebenso wie wir 90 Minuten und dokumentierte 92 präklinische LT-Anwendungen durch RA bei Reanimationen. Eine Erfolgsrate von 92,4 % wurde im Mittel erreicht, wobei es keinen signifikanten Unterschied gab zwischen Anwendern ohne Erfahrung und mit Erfahrung aus 1-2 oder mehr als 2 klinischen LT-Anwendungen.<sup>15</sup>

Bei 10 von 14 Patienten, bei denen sich die Masken-Beutel-Beatmung als schwierig oder unmöglich herausstellte, konnte der LT erfolgreich durch die RA eingesetzt werden. Das untermauert den Stellenwert des LT beim schwierigen Atemweg und unterstützt die Idee, durch den primären Einsatz des LT mögliche Schwierigkeiten und Komplikationen durch die Maskenbeatmung zu umgehen,

Magenbelüftungen zu vermeiden und Hands-off-Zeiten während der Reanimation zu verhindern.

## 4.2. Endotracheale Intubation als bisheriger Goldstandard

Als Goldstandard der Notfallbeatmung gilt in den aktuellen Leitlinien der ERC und der ASA die endotracheale Intubation. Die endotracheale Intubation gilt als optimaler Atemwegszugang, weil man durch den endotracheal geblockten Tubus von einem größtmöglichen Aspirationsschutz ausgeht.<sup>16</sup>

Jedoch ist die sichere Anwendung der Intubation stark von der Erfahrung des Anwenders und von der Situation abhängig, Misserfolge und Fehlintubationen sind in der Hand des Ungeübten häufiger.<sup>17</sup> Zudem ist die ETI auch für Geübte unter Notfall- oder Reanimationsbedingungen deutlich schwieriger als unter elektiven Bedingungen durchzuführen.<sup>18,19</sup> Kann bei anästhesiologischen Patienten noch von 2,5% schwieriger und 0,3-0,5% unmöglicher Intubation ausgegangen werden<sup>20,21,22</sup>, erhöht sich der Anteil nicht intubierbarer Patienten in der Notaufnahme auf 1%<sup>23,24</sup>, bei präklinischen Patienten auf bis zu 3%.<sup>18,25</sup> Für nichtärztliches Rettungsdienstpersonal ist je nach Ausbildung und Technik der Anteil misslungener Intubationsversuche mit bis zu 50% beschrieben.<sup>26,27</sup> Adnet et al. konnten für 691 präklinische Intubationen durch erfahrene Notfallmediziner noch in 10,8% mechanische Komplikationen nachweisen.<sup>25</sup> Die Zahlen aus einer Arbeit von Timmermann ließen aufhorchen: bei notärztlich intubierten Patienten dokumentierte er eine nicht erkannte ösophageale Tubusfehlage von 6,7% und eine bronchiale Fehllage von 10,7%.<sup>28</sup>

Konrad et al. konnten zeigen, dass unter den optimalen äußeren Bedingungen einer Anästhesieeinleitung in der Klinik eine Intubationserfolgsrate von 90% im Schnitt erst nach 57 Intubationen erreicht wird.<sup>29</sup> Medizinischen Auszubildenden gelang im OP innerhalb von 40 Sekunden die Intubation signifikant seltener als die LM-Platzierung.<sup>30</sup> In einer Studie von Bradley konnte gezeigt werden, dass in Basismaßnahmen geschulte Sanitäter (Basic emergency medical technicians) in Indianapolis, USA, präklinisch apnoeische Patienten nach einem 9-stündigen Intubationskurs nur in 49,1% erfolgreich intubieren können. Die besser geschulten Rettungsassistenten (Paramedics) erreichten eine Erfolgsrate zwischen 77-90%.<sup>31</sup>

Deakin zeigte in einer aktuellen Arbeit eine Intubationserfolgsrate von 71,2 % unter den Bedingungen der Anästhesieeinleitung durch Paramedics des Hampshire Ambulance Service (United Kingdom).<sup>32</sup> Die gleiche Berufsgruppe erreichte in Denver, USA, eine 84%ige Erfolgsrate präklinischer Intubationen, allerdings wurden auch Komplikationen in 8% und 1% unerkannte Fehllagen beobachtet.<sup>33</sup> Im Gegensatz zu dieser Arbeit lag in Pennsylvania, USA, 2001 die Misserfolgsrate präklinisch durch Paramedics durchgeführter Intubationen bei 13,4%.<sup>34</sup>

Rettungsassistenten intubierten in unserem Rettungsdienstbereich durchschnittlich 0,3 Mal/ Jahr. Paramedics des Hampshire Ambulance Service intubieren siebenmal pro Jahr, in Pennsylvania liegt die Häufigkeit im Mittel bei 1/Jahr.<sup>32,35</sup> Aus 82000 Einsätzen in Baden-Württemberg konnte eine durchschnittliche Intubationshäufigkeit von 9 pro Jahr für den einzelnen Notarzt ermittelt werden.<sup>36</sup> Abgesehen von klinisch tätigen Anästhesisten fehlen also auch Notärzten ausreichende Intubationserfahrungen. Diese geringen Anwendungszahlen sind weit von den 57 Intubationen entfernt, um selbst unter klinisch optimalen Bedingungen eine 90% Intubationssicherheit zu erzielen.<sup>29</sup> Die hohe Inzidenz für erfolglose bzw. Fehlintubationen zwischen 10-30 % kann daher nicht überraschen.<sup>37</sup> Die Folgen sind bedeutend: eine nicht erkannte Fehllage des endotrachealen Tubus führt zur Hypoxie und kann irreversible Schäden nach sich ziehen. In der Literatur sind auch bei Kindern Todesfälle durch Fehlintubationen beschrieben.<sup>38</sup>

### 4.3. Masken-Beutel-Beatmung

In dieser Studie konnten fast 96% der Patienten mit dem Maske-Beutel-System beatmet werden. Das ist eine im Vergleich zur Literatur hohe Zahl. Allerdings wurde dies nur bei knapp 38% mit leicht angegeben, bei fast 15% wurden Schwierigkeiten dokumentiert. In der Literatur wird die Inzidenz schwieriger Maskenbeatmung, für die die Risikofaktoren ausführlich beschrieben wurden, mit 5% angegeben.<sup>39,40,41</sup> Die Zahlen aus unserer Studie legen durchaus nahe, dass die Effektivität der Maskenbeatmung falsch eingeschätzt wird und möglicherweise

eine Magenbelüftung, Aspiration oder unzureichende Ventilation unbemerkt bleibt. Diese Vermutung wird durch Studien untermauert, die zeigen konnten, dass die präklinische Masken-Beutel-Beatmung unter Notfallbedingungen sowohl durch ungeübtes medizinisches Personal als auch durch trainierte medizinische Fachkräfte in Abhängigkeit von der Erfahrung schwierig und teilweise ineffektiv ist und mit einem erhöhten Risiko für Mageninsufflation und Regurgitation sowie pulmonale Aspiration einhergeht.<sup>6,9,10,42</sup>

Begünstigt wird die Belüftung des Magens unter Maske-Beutel-Beatmung sowie die Regurgitation und Aspiration bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand durch die Tatsache, dass bei diesen Patienten der untere Verschlussmuskel der Speiseröhre (Ösophagusphinkter) erschlafft.<sup>43,44,45</sup> Die negativen Folgen einer Aspiration auf den Reanimationserfolg, auf die Dauer des stationären Aufenthaltes und die Morbiditäts- und Mortalitätsrate sind vielfach beschrieben.<sup>37,46,47</sup> Bemerkenswert ist unter diesem Gesichtspunkt, dass das Unterlassen der Mund-zu-Mund-Beatmung bei Laienreanimationen in einer aktuellen Multicenterstudie sogar das neurologische Outcome verbesserte.<sup>48,49</sup> Virkunen konnte bei 529 Laienreanimationen nachweisen, dass bei Unterlassen der Mund-zu-Mund-Beatmung signifikant seltener Regurgitationen auftraten.<sup>46</sup> Stone et al. zeigte, dass bei innerklinischen Reanimationen die Regurgitationsrate fast vierfach höher war unter initialer Maskenbeatmung und anschließender Intubation verglichen mit Patienten, die sofort mittels LMA beatmet wurden (12,4 vs. 3,5 %).<sup>47</sup> Unerfahrene bewerten die Maskenbeatmung als schwieriger im Vergleich zu Larynxmaske und Combitubus.<sup>6,7,42</sup>

Auch wenn am Modell gezeigt werden konnte, dass die Reduzierung des Beatmungsvolumens<sup>42,50,51</sup> und die Limitierung des Spitzendrucks<sup>43</sup> unter Masken-Beutel-Beatmung die Rate der Mageninsufflationen verringern kann, bleibt die grundlegende Problematik dieser Beatmungstechnik, die Erfahrungsabhängigkeit und das erhöhte Aspirationsrisiko, bestehen.

Diesem Umstand wurde in den ERC-Leitlinien 2005 bisher nur mit dem Verzicht auf die initialen 2 Beatmungen vor Beginn der Herzdruckmassage und der Reduzierung des empfohlenen Beatmungsvolumens auf maximal 600 ml



Rechnung getragen. Ein völliger Verzicht auf die Maskenbeatmung wurde vor diesem Hintergrund diskutiert, bleibt jedoch bislang den Situationen vorbehalten, in denen der Helfer eine Beatmung nicht durchführen kann oder will.<sup>52</sup>

In dem in dieser Studie angewendeten Algorithmus waren nur wenige primäre Beatmungen mit dem Maske-Beutel-System vorgesehen, bis der halbautomatische Defibrillator angeschlossen und der Larynxtubus vorbereitet war. Die Erfahrungen mit dem LT und die Ergebnisse dieser Studie führten dazu, dass im Rettungsdienstbereich des Rhein-Kreis Neuss häufig vollständig auf die initiale Maskenbeatmung verzichtet wird.

#### 4.4. Stellenwert supraglottischer Atemwegshilfen

Seit der Einführung der LMA und deren Etablierung in der Anästhesie wurden zahlreiche weitere supraglottische Atemwegshilfen entwickelt. Sie bieten den Vorteil der einfachen Anwendung und der Schaffung eines Atemweges unter Wegfall der Laryngoskopie. Sie gelten jedoch bezüglich des Aspirationsschutzes nicht als sicher und werden daher nur bei nüchternen Patienten eingesetzt. Zudem haben sich diese Hilfsmittel in der Beherrschung eines schwierigen Atemweges etabliert.<sup>16,53,54,55</sup> Genzwürker stellte 2001 die Verwendung des LT im Rahmen der Reanimation zur Diskussion.<sup>56</sup> In den ERC-Leitlinien von 2005 werden sie für den Einsatz im Rahmen der Reanimation empfohlen, wenn kein in der Intubation erfahrener Retter vor Ort ist.

Für eine Reihe von supraglottischen Atemwegshilfen konnte am Modell gezeigt werden, dass sie nach einem geringen Schulungs- und Trainingsaufwand in einem hohen Anteil erfolgreich platziert und die Ventilation durchgeführt werden konnte.<sup>57</sup> Im Vergleich zur Intubation ist die erfolgreiche und schnelle

Anwendung des LT deutlich weniger von der individuellen Erfahrung des Anwenders abhängig.<sup>17</sup> Doerges ließ Schwesternschüler ohne BLS-Erfahrung die Maskenbeatmung sowie LMA und CT am Phantom anwenden und konnte zeigen, dass unter LMA und CT-Beatmung signifikant weniger Magenbelüftungen auftraten als unter Maskenbeatmung, die Platzierung des CT jedoch signifikant länger dauerte als die der LM.<sup>6</sup> In einer weiteren Arbeit wurde gezeigt, dass es unter Maskenbeatmung durch Nichtanästhesisten deutlich häufiger zur Magenbelüftung kam als unter CT- oder LMA-Beatmung.<sup>58</sup> Asai zeigte am Phantom eine 100 %ige Erfolgsrate für den LT bei Anwendung durch ungeübte Feuerwehrschüler.<sup>59</sup>

Aufgrund der weitreichenden Verwendung der LMA und der neueren supraglottischen Atemwegshilfen in der täglichen anästhesiologischen Praxis sind zahlreiche Studien veröffentlicht, die die supraglottischen Atemwegshilfen untereinander und mit der Masken-Beutel-Beatmung sowie der endotrachealen Intubation verglichen haben.

Gerade in Studien mit ungeübten Anwendern zeigen sich klare Vorteile der supraglottischen Atemwegshilfsmittel gegenüber beiden anderen Techniken.

In einer Studie von Alexander an 102 anästhesierten Patienten bewerteten 87% der ungeübten Anwender die LMA als einfach zu handhaben, jedoch fanden nur 43% die Beatmung über ein Masken-Beutel-System mit Verwendung des Guedeltubus einfach.<sup>7</sup>

Deakin konnte zeigen, dass die Intubation von anästhesierten Patienten durch Rettungspersonal unter geplanten und optimalen Bedingungen im OP mit 71,2% deutlich seltener gelang als die Platzierung einer LMA (88,5%).<sup>60</sup>

In den klinischen Vergleichsstudien der verschiedenen supraglottischen Atemwegshilfen untereinander liegen die Erfolgsraten deutlich über 85%, meist sogar über 90% und decken sich damit mit der präklinisch erreichten Erfolgsrate in unserer Studie. Kalver konnte 2007 bei 160 Patienten eine Erfolgsrate von 89% für den LTS und 95% für die Proseal-LMA ( $p > 0,05$ ) durch Anästhesieanfänger zeigen.<sup>61</sup> Studien von Cook und Gaitani bestätigen diese Zahlen.<sup>62,63,64</sup> Asai

verglich den LT und die LMA am Phantom und am Patienten und zeigte Vorteile für den LT.<sup>65,66</sup> Deakin ließ Paramedics an 52 Patienten die LMA platzieren, was in 88,5% zu einer erfolgreichen Beatmung führte. Er beobachtete jedoch fast 30% erfolglose Intubationen, bei diesen Patienten gelang immer noch in 80% die Platzierung der LMA.<sup>60</sup> Wrobel zeigte für den LT eine steilere Lernkurve als für die LMA.<sup>67</sup>

In der klinischen Anwendung zeigen sich die supraglottischen Atemwege vergleichbar, aber deutlich einfacher zu erlernen und erfolgreicher anzuwenden als die Masken-Beatmung und die endotracheale Intubation. Der LT scheint etwas schneller erlernbar.

#### 4.5. Erfahrungen mit supraglottischen Atemwegshilfen unter präklinischen und klinischen Reanimationsbedingungen

Die Schaffung eines Atemweges ist unter den präklinischen Bedingungen einer Reanimation ungleich schwieriger als während der Anästhesieeinleitung im OP oder der Übungssituation am Phantom. Oft ist der Zugang zum Kopf des Patienten eingeschränkt. Die Lage des Patienten und die äußeren Bedingungen wie Raum, Licht, Temperatur, Lärm und Stress erschweren die Situation zudem. Erfahrene Anästhesisten beurteilen die präklinischen Intubationsbedingungen als deutlich schwieriger.<sup>18</sup>

Ein Faktor für diese Schwierigkeit ist das nachgewiesene erhöhte Aspirationsrisiko. So konnten in mehreren Studien an Reanimationspatienten Regurgitationsraten zwischen 12 und 28 % nachgewiesen werden, was sich mit den Beobachtungen in der vorliegenden Arbeit deckt, in der in 20% der Fälle Regurgitationen schon vor Einführen des LT beobachtet wurden.<sup>46,47,68,69,70</sup> Virkkunen und Stone konnten darüber hinaus zeigen, dass die Regurgitationen zu 47% vor Beginn einer Laien-CPR und zu 83% vor Eintreffen des Rettungsdienstes stattfanden. Fehlende Nüchternheit und der verminderte Verschlussdruck des unteren Ösophagussphinkters erklären dieses Risiko.<sup>43,44,45</sup> In Autopsien nach erfolgloser Reanimation wurden in 46% ein voller Magen und in 29% Blut- und Magensekretaspirationen gefunden.<sup>71</sup>

Studien bei Reanimationen, insbesondere in der Präklinik, sind rar, da sie nur mit Einschränkungen durchführbar sind. Neben präklinischen Einzelfallberichten bei schwierigen Intubationen existieren daher nur wenige Arbeiten zur Anwendung supraglottischer Atemwegshilfen im Rahmen der präklinischen Reanimation.<sup>55,72,73,74</sup>

Eine italienische Arbeitsgruppe um Kette konnte 2005 bei 30 präklinischen Reanimationen eine Erfolgsrate von 90% für die Platzierung des LT in maximal 2 Versuchen durch Anästhesie- bzw. Notfallpflegekräfte nachweisen, eine suffiziente Ventilation gelang hier bei 80% der Fälle. 86,7% der in vier Stunden für die Anwendung des LT geschulten, im Rettungsdienst tätigen Krankenschwestern beurteilten den LT positiv.<sup>75</sup> Diese positive Beurteilung ist vergleichbar mit den Ergebnissen der eigenen Arbeit. In einer multizentrischen Studie untersuchte Stone 1994 die Anwendung der LMA bei innerklinischen Reanimationen. 130 Schwestern waren zuvor geschult worden und konnten in 71% der Reanimationen im ersten und 26% im zweiten Versuch die LMA erfolgreich platzieren. In 86% konnte eine ausreichende Thoraxexkursion beobachtet werden, was sich mit den Daten der eigenen Arbeit sehr gut deckt.<sup>68</sup> Der Schulungsaufwand ist in der Arbeit von Stone allerdings nicht näher beschrieben. Möglicherweise liegt hier eine Erklärung, warum sich die Zahlen für die Anzahl der Versuche etwas unterscheiden (86,7% im ersten Versuch, 13,3% im zweiten Versuch).

2008 untersuchten Wiese et al. 92 präklinische Reanimationen mit LT-Anwendung durch RA. In 96% konnte hier der LT erfolgreich platziert werden, davon 90% im ersten Versuch.<sup>76</sup>

In einer aktuellen Studie konnte Schalk bei 157 außerklinischen Notfällen eine Erfolgsrate von 96,8% bei der LT-Anwendung durch RA und NA nachweisen, davon 80,9% im ersten Versuch. 110 LT-Anwendungen wurden davon bei Reanimationen durchgeführt. In 55% wurde der LT als primärer Atemweg eingesetzt, in 45% als Notfallhilfsmittel nach misslungener Intubation. 70 LT-Anwendungen wurden durch RA durchgeführt, davon 74 % als primärer Atemweg. RA und NA wurden zuvor wie in dieser Studie 90 Minuten geschult.<sup>77</sup> Den Teilnehmern dieser Studie wurde die Möglichkeit der Anwendung bei Anästhesien im OP eingeräumt, über die Nutzung dieses Angebots gibt es jedoch

keine Angaben. 61% der Anwender hatten vor dem präklinischen Einsatz weniger als 6 LT-Anwendungen am Patienten. Interessant erscheint die hohe LT-Erfolgsrate insbesondere im Zusammenhang mit der hohen Rate misslungener, mehrheitlich durch NA durchgeführte Intubationsversuche in dieser Studie.

In den Leitlinien des ERC von 2005 ist die Reduzierung der No-Flow-Time (NFT), also der Zeit, in der bei einer Reanimation keine Thoraxkompressionen erfolgen und damit keine Blutzirkulation erzielt wird, eines der Hauptziele.<sup>1</sup> Die sichere Etablierung eines Atemweges darf daher nur wenig Zeit in Anspruch nehmen. Auch die Beatmung selbst sollte zu einer möglichst kurzen oder gar keiner Unterbrechung der Herzdruckmassage führen.<sup>78</sup> Eine zu Beginn der Reanimation ununterbrochene Herzdruckmassage mit 200 Kompressionen verbesserte in einer Arbeit von Bobrow sogar das Outcome (survival-to-hospital discharge) insbesondere bei beobachtetem Ereignis.<sup>79</sup> Das könnte den Schluss zulassen, auf die Masken-Beatmung anfangs völlig zu verzichten und die Beatmung erst durchzuführen, wenn der LT unter fortlaufender Herzdruckmassage etabliert wurde.

In einer Reihe von Untersuchungen wurde der Zeitbedarf für die Platzierung eines supraglottischen Atemweges und für die Intubation gemessen. Die Intubation dauert im Durchschnitt deutlich länger als die Platzierung einer supraglottischen Atemhilfe.<sup>80</sup> Der LT war dabei überwiegend schneller und im ersten Versuch häufiger erfolgreich platziert als die LMA und der CT.<sup>81,82,83</sup> Neben der hohen Erfolgsrate der LT-Platzierung konnte gezeigt werden, dass im Vergleich zur Masken-Beutel-Beatmung auch die Beatmungszeit und damit die NFT mit dem LT verkürzt werden kann.<sup>84</sup> 92% der Notfallmediziner konnten den LT am Reanimationsmodell erfolgreich im Mittel innerhalb von 12,9 Sekunden platzieren. Die Dauer einer Beatmung wurde bei Maske-Beutel-Beatmung überwiegend zwischen 3-5 Sekunden gemessen, während sie mittels LT im Mittel bei 1,2 Sekunden lag. Die Maskenbeatmung konnte zwar etwas schneller begonnen werden als die Beatmung über den LT (28,6 vs. 40,3 Sek.), doch war insgesamt nach 7-minütiger Reanimationssimulation die No-Flow-Time, also die Zeit der unterbrochenen Herzdruckmassage, signifikant kürzer bei Verwendung des LT (105,8 vs. 150,7 Sekunden).<sup>85</sup> In zwei aktuellen Arbeiten wurde der

Zeitbedarf für die Platzierung eines LT während präklinischer Reanimationen untersucht. Schalk konnte eine Platzierungszeit innerhalb von 45 Sekunden in 78,9 % der Fälle messen, 13,2% der RA und NA benötigten zwischen 45 und 90 Sekunden.<sup>77</sup> Dagegen ermittelte Wiese einen durchschnittlichen gemessenen Zeitbedarf von unter 15 Sekunden bei präklinischen Reanimationen durch RA, in 74% sogar unter 10 Sekunden.<sup>76</sup> In der vorliegenden Arbeit waren die RA angehalten, den LT während der ersten 30 Thoraxkompressionen vorzubereiten und möglichst schnell, spätestens aber nach der 1. EKG-Analyse, anzuwenden (Abb. 4). In anderen Studien kam der LT erst nach 2 oder 4 Minuten der Masken-Beatmung zum Einsatz. Der Zeitbedarf für die Platzierung des LT wurde in dieser Arbeit nicht protokolliert, es galt jedoch die in den Leitlinien genannte Zeitgrenze von 30 Sekunden. In 48% konnte die Reanimation nach LT-Platzierung unterbrechungsfrei durchgeführt werden, die Thoraxkompressionen mussten für die Beatmung nicht mehr, wie bei der Masken-Beutel-Beatmung notwendig, unterbrochen werden.

Im Vergleich zur endotrachealen Intubation scheint der Aspirationsschutz vor allem durch den LT, wenn überhaupt, nur unbedeutend geringer zu sein.<sup>59,86,87</sup> Er muss jedoch gegenübergestellt werden dem Vorteil der leichteren und schnelleren Anwendung, der sichereren Platzierung, der geringeren Komplikationsraten und der Vermeidung längerer Unterbrechungen der Herzdruckmassage und der Verkürzung der Hypoxiezeit. Diese beeinflusst die Morbidität deutlich stärker als eine mögliche Aspiration.<sup>32,88</sup>

In der vorliegenden Studie wurden keine Hinweise für eine Regurgitation und Aspiration nach LT-Platzierung und Ventilation beobachtet, wenngleich in einigen Fällen eine Regurgitation schon vor Beginn der Reanimationsmaßnahmen stattgefunden hat. Eine Nachbeobachtung der Patienten mit der Erfassung klinischer Befunde für eine Aspiration wurde in dieser Studie nicht durchgeführt.

## 4.6. Kritische Bewertung der eigenen Studie

Studien an präklinischen Reanimationen sind schwer durchzuführen und haben viele Einschränkungen. Reanimationen sind komplexe Verfahren und die Einzelsituation wird von vielen Faktoren beeinflusst. Randomisierte, geblindete Studien zum Atemwegsmanagement können an diesen Patienten nicht durchgeführt werden. Viele Studien nutzen daher als Modell ein Reanimationsphantom. Klinische Untersuchungen müssen sich auf Beobachtungsstudien beschränken.

Diese Studie ist eine prospektive Kohortenstudie und hat daher einige Einschränkungen. Sie kann das wissenschaftliche Aussageniveau einer randomisierten, geblindeten Studie nicht darstellen.

Die Auswertung der Daten erfolgte auf der Grundlage der Anwenderbefragung mittels eines Fragebogens. Eine solche Methode ist nicht frei von subjektiven Einflüssen und persönlichen Neigungen. Da jedoch die primäre Resonanz auf den Larynxtracheus im Vergleich zur etablierten Intubation bei den Rettungsassistenten eher skeptisch war, kann von einer eher kritischen Bewertung des Larynxtracheus ausgegangen werden.

Schulung und Training umfassten 90 Minuten. Jedem Rettungsassistenten war es ganz nach eigener Motivation jedoch möglich, die Anwendung des LT an den jederzeit auf den Rettungswachen bereitstehenden Übungsphantomen weiter zu trainieren. Dies wurde in dem Fragebogen nicht erfasst.

Ein wichtiger Aspekt war für uns, die Befragung bezüglich der Anwender anonym zu gestalten. Auch wenn damit eine nachträgliche Rückverfolgung ausgeschlossen wurde und Unklarheiten oder Widersprüche bei den Antworten nicht geklärt werden konnten, wollten wir jeder Form der Verunsicherung des Anwenders entgegenwirken und eine ehrliche und wahrheitsgetreue Beantwortung der Fragebögen fördern. So mussten 2 Fragebögen wegen unklarer bzw. widersprüchlicher Angaben ausgeschlossen werden.

In dieser Studie wurde kein Vergleich vorgenommen zwischen der Masken-Beutel-Beatmung, der endotrachealen Intubation und dem LT. Der LT wurde hier in Anlehnung an die ERC-Guidelines 2005 als primärer Atemweg eingesetzt, da RA meist nicht über ausreichende Intubationserfahrungen verfügen. Die späteren Intubationsbedingungen bei der Umintubation von LT auf ET durch den Notarzt

wurden nicht untersucht. Auch kann die Frage nicht beantwortet werden, ob die Laryngoskopie die Platzierung eines LT beeinflusst oder die vorausgegangene Platzierung eines LT die Laryngoskopie und ETI. Eine Kapnographie stand zum Studienzeitpunkt noch nicht auf allen Rettungsmitteln zu Verfügung und fand daher hier keine Berücksichtigung. Eine Messung der Atemvolumina steht für den präklinischen Einsatz nur eingeschränkt zur Verfügung und wurde nicht durchgeführt. Insbesondere jedoch muss die Frage, ob die primäre Verwendung des LT im Rahmen einer (präklinischen) Reanimation durch die in dieser Studie und der Literatur beobachteten Vorteile das Outcome der Patienten beeinflusst, weiteren Studien vorbehalten bleiben.



## 5. Zusammenfassung

In dieser prospektiven Kohortenstudie konnte gezeigt werden, dass Rettungsassistenten nach einem 90-minütigen Schulungsprogramm in der Lage sind, den Larynx-tubus als primäres Atemwegshilfsmittel im Rahmen einer präklinischen Reanimation in 85,3% der Fälle erfolgreich zu platzieren und eine effektive Beatmung durchzuführen.

Damit bietet der auch im Vergleich zu anderen supraglottischen Atemwegshilfen leicht erlernbare und anzuwendende LT Vorteile gegenüber den in ihrem Erfolg wesentlich stärker erfahrungsabhängigen Techniken der Maskenbeatmung und der endotrachealen Intubation, für die zahlreiche Studien höhere Komplikationsraten und geringere Erfolgsraten zeigen konnte, die aber in den bisher gültigen Empfehlungen als Goldstandard genannt werden. Der LT trägt zur Verkürzung der No-Flow-Zeiten bei und vermeidet das unter Maskenbeatmung hohe Aspirationsrisiko. Somit stellt der LT ein geeignetes Konzept für die primäre Atemwegssicherung und Ventilation im Rahmen der präklinischen Reanimation dar und bietet Rettungsassistenten und Notärzten, die in der Maskenbeatmung und der endotrachealen Intubation ungeübt sind, eine Alternative. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stellen die Grundlage für die Etablierung des LT im Rahmen der präklinischen Reanimation im Rhein-Kreis Neuss dar.

## 6. Anhang

Tabelle 2

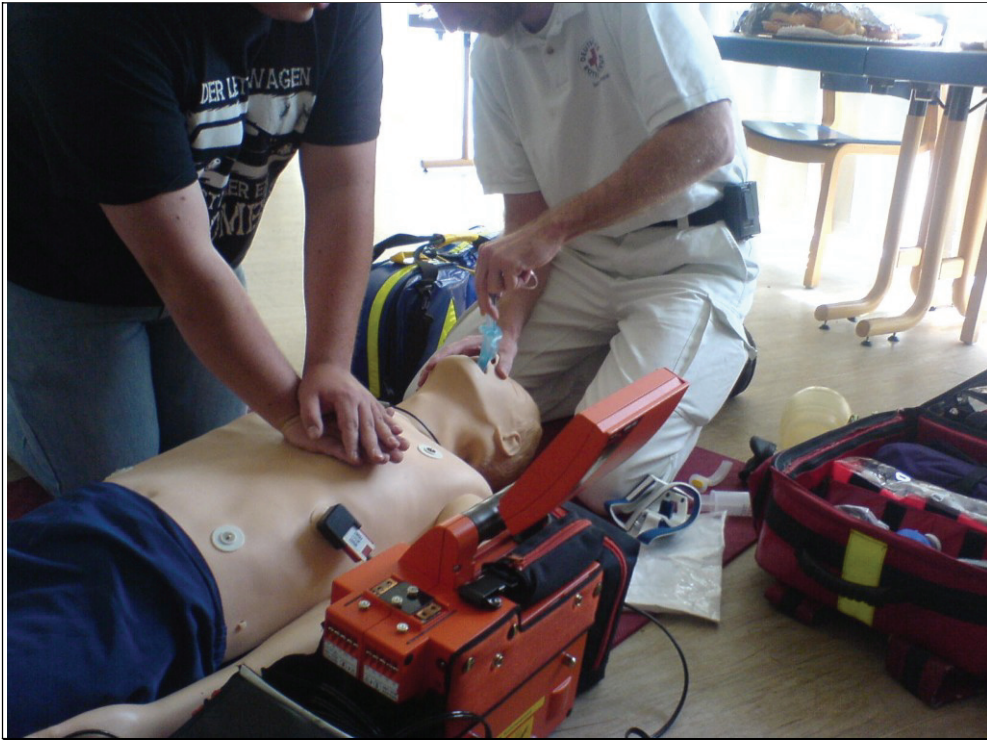
Erfolgreiche LT-Platzierung	64 (85,3%)	
Erfolg im ersten Versuch	57 (76%)	
im zweiten Versuch	7 (9,3 %)	
Geschlecht des Patienten und Erfolg		
- männlich (n=52)	44 (84,6%)	
- weiblich (n=23)	20 (86,9%)	p>0,05
Körperstatur des Patienten und Erfolg		
- normalgewichtig/schlank (n=39)	33 (86,1%)	
- übergewichtig (n=36)	30 (84,6%)	p>0,05
Körperstatur und Erfolg im ersten Versuch		
- normalgewichtig/schlank (n=39)	31 (78,5%)	
- übergewichtig (n=36)	25 (69,4%)	p>0,05
Erfolg im ersten Versuch bei adipösen Patienten nach Geschlechtern		
weiblich (n=5)	3 (60%)	
männlich (n=22)	13 (59%)	p>0,05
Asynchrone CPR nach LT-Platzierungserfolg möglich	32 (48,5%)	
LT von Notarzt primär belassen	51 (82,3%)	
Klinikaufnahme mit LT	24 (38,7%)	
LT-Misserfolg nach zwei Versuchen	11 (14,7%)	
Anzahl der eingesetzten LT nach Größen		
Gr. 3	3 (4%)	
Gr. 4	35 (47%)	
Gr. 5	37 (49%)	

Tabelle 3

LT-Platzierungsversuche		
erste Studienhälfte (n= 37)		
1 Versuch	25 (67,6%)	
2 Versuche	5 (13,5%)	
Nicht möglich	7 (18,9%)	
zweite Studienhälfte (n=38)		
1 Versuch	32 (84,2%)	
2 Versuche	3 (7,9%)	
Nicht möglich	3 (7,9%)	p>0,05
LT-Erfahrung des RA (bisherige Anwendungen)		
erste Studienhälfte (n=37)		
0-1 Mal	25 (67,6%)	
2-5 Mal	11 (29,7%)	
> 5 Mal	1 (2,7%)	
Zweite Studienhälfte (n=38)		
0-1 Mal	18 (47,4%)	
2-5 Mal	16 (42,1%)	
>5 Mal	4 (10,5%)	p>0,05
Atemwegssicherung nach LT-Mißerfolg		
Intubation durch RA	1 / 11	
Intubation durch NA	7 / 11	
Larynxmaske nach erfolgloser	2 / 11	
Intubation	1 / 11	
Combitubus nach erfolgloser		
Intubation		
Komplikationen unter LT (Aspiration, Verletzung)	1 / 75 (1,3%)	
Positive Bewertung des LT durch RA („Noten 1-3“)	61 (81,3%)	
(30 mal 1, 21 mal 2, 10 x 3, 6 x 4, 6 x 5, 2 x 6)	Ø 2,2	

Tabelle 4

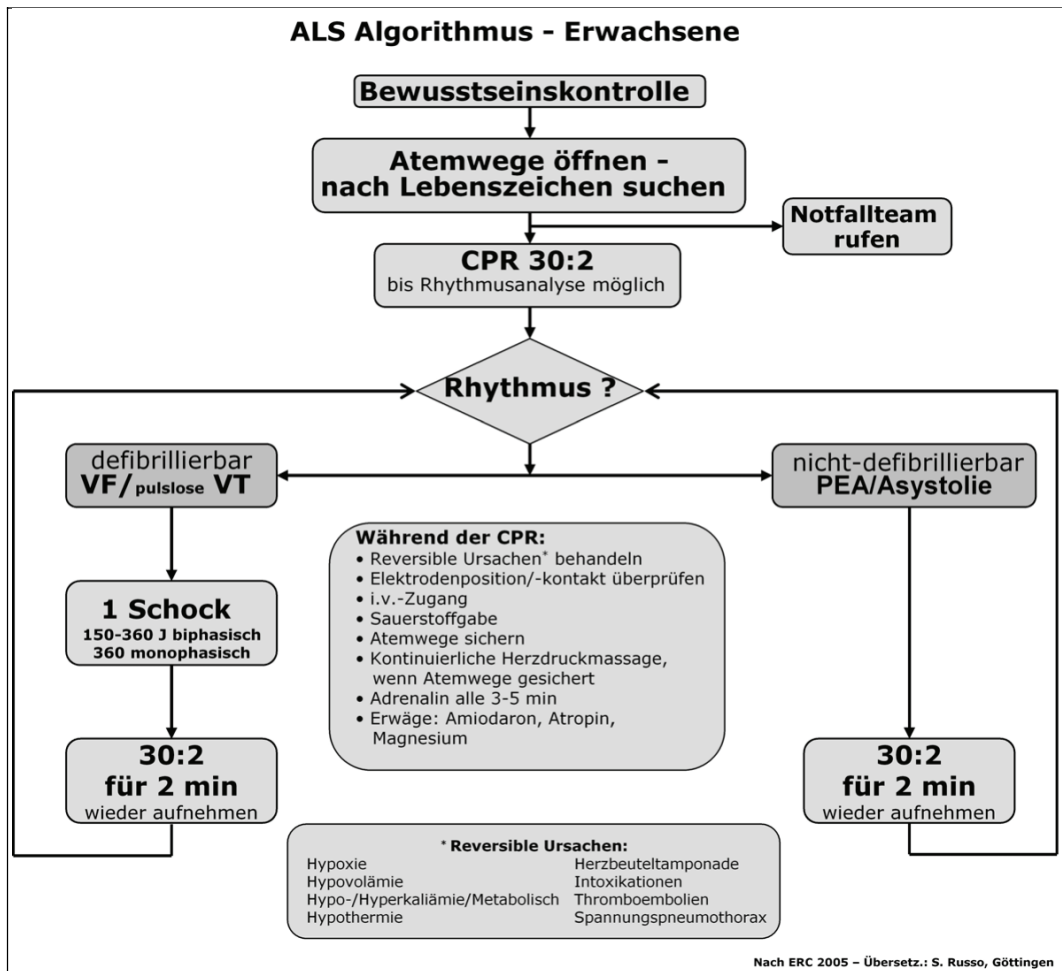
Alter (Jahre) Mittelwert $\pm$ SD (Range)	70,11 $\pm$ 13,0 (36-93 J.)
Geschlechterverteilung (männlich : weiblich)	52 : 23
Körperstatur	
schlank	10 (13,3%)
normalgewichtig	29 (38,7%)
übergewichtig	36 (48 %)
Körpergröße	
- 155-180 cm	50 (67,6 %)
- > 180 cm	24 (32,4%)
Defibrillierbarer Initialrhythmus VT/VF	23 (31,1%)
Vermutlich kardiale Ursache des Kreislaufstillstandes	61 (82,4%)
Wiederherstellung eines Spontankreislauf	41 (54,7%)
Klinikaufnahme mit Spontankreislauf	36 (48 %)



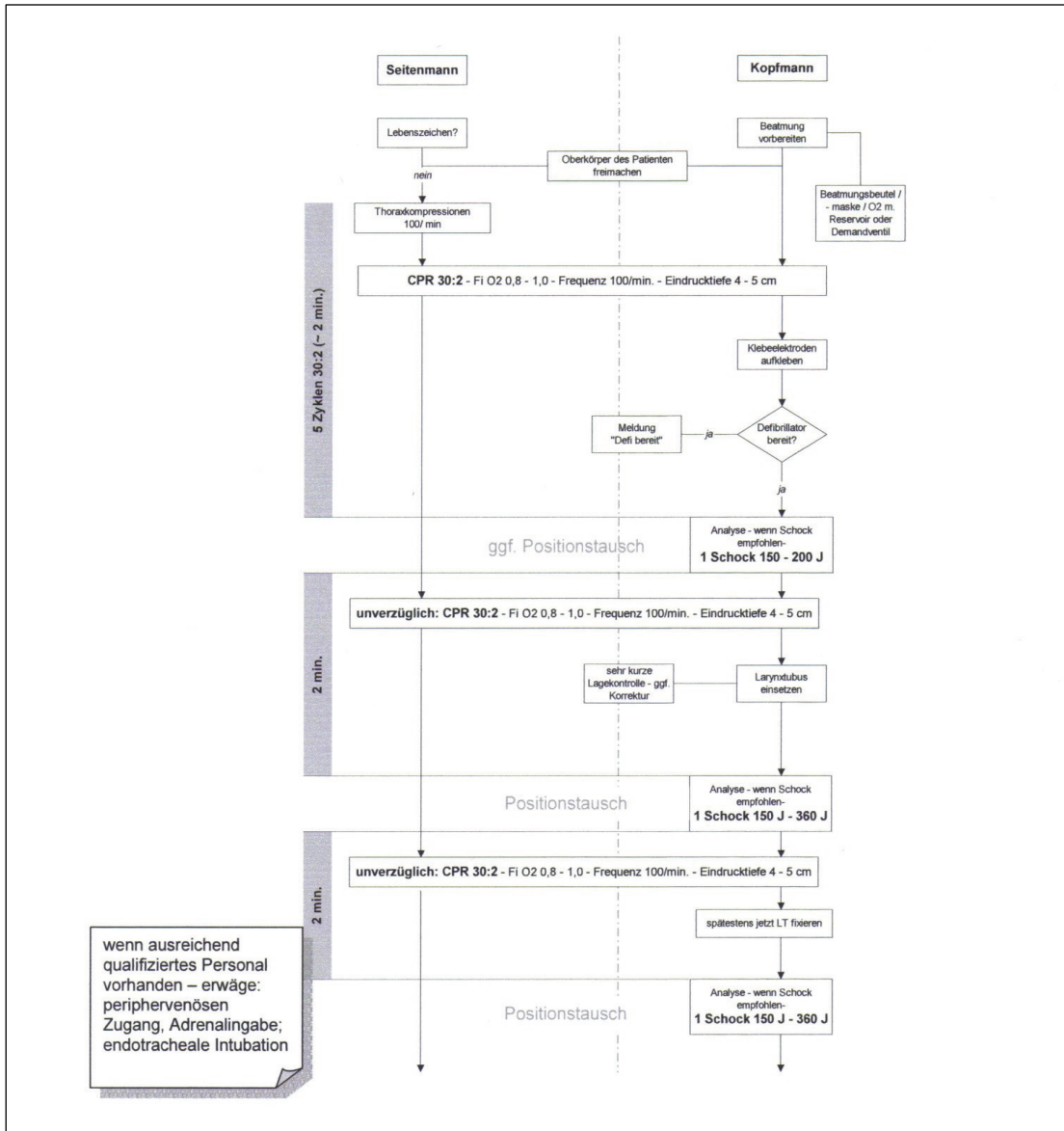
**Abbildung 1:** Anwendung des LT während einer Reanimationssimulation im Rahmen der Zertifizierung



**Abbildung 2:** Neues Szenario nach Positionswechsel



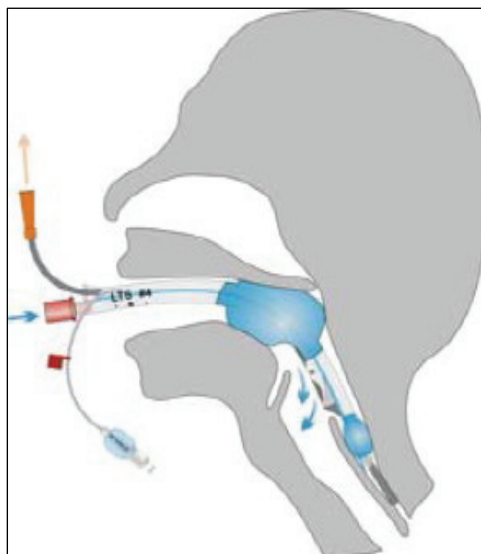
**Abbildung 3:** ACLS-Algorithmus des ERC 2005 (Nolan et al)



**Abbildung 4:** Notkompetenz-Algorithmus 2005 des Rettungsdienstes im Rhein-Kreis Neuss mit Verwendung des LT



**Abbildung 5:** Larynxtubus (Quelle: VBM)



**Abbildung 6:** Graphische Darstellung Lage des Larynxtubus in situ (hier LTS), erkennbar der pharyngeale und ösophageale Cuff (Quelle: VBM)



JUH RV Mittlerer Niederrhein DRK Neuss MHD Neuss Lukaskrankenhaus Johanna – Ellenre Krankenhaus	<b>Fragebogen zur präklinischen Anwendung Larynxtubus®</b>	<b>Notkompetenzsystem Rhein – Kreis - Neuss</b>
---	--	---

**Fragebogen zur präklinischen Atemwegssicherung (Larynxtubus)  
Notkompetenz-System Neuss 2006**  
Bitte bei jeder präklinischen Benutzung des Larynxtubus (LT) ausfüllen und an das Rettungsdienstprotokoll anheften. Fragebogen gehen bitte mit Protokoll an den verantwortlichen LRA, der das Notkompetenz-System vor Ort betreut.

**1. Einsatztechnische Daten:**

1.1. **Welches Rettungsmittel wurde primär entsendet**  
(Bitte ankreuzen)  
KTW       RTW      NAW       NEF

1.2. **Welches Rettungsmittel führt Atemwegssicherung aus**  
(Bitte ankreuzen)  
KTW       RTW      NAW      NEF

1.3. **Besatzungsstärke des Rettungsmittels**  
(welches Atemwegssicherung ausführt; bitte Anzahl angeben, z.B. (2) RettAss und (1)Praktikant)  
(1) RettSan    (1) RettAss    (1) Praktikant    ( ) Arzt

1.4. **Alarmierung:**  
(Bitte ankreuzen)  
Normal      Alarm      mit  Notarzt

1.5. **Notarzt-Nachforderung:**  
(Bitte ankreuzen)  
Ja      Nein      primär mit  Notarzt alarmiert

**2. Notfallmedizinische Daten:**

2.1. **Alter des Patienten (in Jahren):** 73 Jahre

2.2. **Geschlecht des Patienten:**  
(Bitte ankreuzen)  
Weiblich       Männlich

2.3. **Ernährungszustand:**  
(Bitte ankreuzen)  
schlank      normal       übergewichtig

2.4. **Größe des Patienten:**  
(Bitte ankreuzen)  
 155-180cm      größer als 180cm

2.5. **Bewußtsein (initial):**  
(Bitte ankreuzen)  
wach      somnolent       bewusstlos

Erstellt	Ganrt/Tränkehen	Anderungsstatus	Gültig ab:	Gültig bis:	Seite
		Version 2.0	01.01.2006	ungültig	1
					von 4

Abbildung 7: Original-Fragebogen (Seite 1)

Erstellt	Geprüft/frei gegeben	Änderungsstatus	Gültig ab:	Gültig bis:	Seite
warin: 20.03.06	warin: 3.04.06	Version 2.0	01.01.2006	ungültig	2 von 4

...dermein  
 ...haus  
 Etienne Krankenhaus

**Fragebogen zur präklinischen Anwendung Larynxtubus®**

**Notkompetenzsystem Rhein – Kreis - Neuss**

**2.6. Atmung (initial):**  
(Bitte ankreuzen)  
Spontanatmung    Schnappatmung    Atemstillstand

**2.7. Kreislauf (initial):**  
(Bitte ankreuzen)  
vorhanden    Schock    nicht vorhanden

**2.8. Kreislaufstillstand:**  
(Bitte ankreuzen)  
primär Kreislaufstillstand    im Verlauf Kreislaufstillstand

**2.9. EKG-Rhythmus bei Kreislaufstillstand:**  
(Bitte ankreuzen)  
Kammerflimmern/pulslose VT    Asystolie / PEA

**2.10. CPR durch Ersthelfer:**  
(Bitte ankreuzen)  
Ja    ~~Nein~~

**2.11. ROSC (Rückkehr spontaner Kreislauffunktion) unter CPR:**  
(Bitte ankreuzen)  
~~Ja~~    Nein

**2.12. Einlieferung ins Krankenhaus:**  
(Bitte ankreuzen)  
~~Ja~~    Nein    mit Kreislauf    ohne Kreislauf

**2.13. Wie lange wurde reanimiert (insgesamt):**  
(Bitte ankreuzen)  
< 5min 5-10min    11-15min    > 15min    > 30min

**2.14. Ursache des Kreislaufstillstandes:**  
(Bitte ankreuzen)  
vermutlich kardial    ~~traumatisch~~ / andere (Intoxikation, Suizid, etc.)

**3. Fragen zur Atemwegssicherung:**

**4.1. Masken-Beutel-Beatmung:**  
(Bitte ankreuzen)  
~~möglich~~    ~~leicht~~    schwierig    nicht möglich

**4.2. Vorbereitung des Larynxtubus (LT):**  
(Bitte ankreuzen)  
~~leicht~~    kompliziert

Abbildung 8: Original-Fragebogen (Seite 2)

Wiederheim Krankenhaus Etienne Krankenhaus	<b>Fragebogen zur präklinischen Anwendung Larynxtubus®</b>	<b>Notkompetenzsystem Rhein – Kreis - Neuss</b>
--	--	---

**4.3. Welcher LT wurde primär gewählt (Größe):**  
(Bitte ankreuzen)

LT Nr.4       LT Nr.5

**4.4. Welcher LT war letztlich platziert worden:**  
(Bitte ankreuzen)

LT Nr.4       LT Nr.5

**4.5. Platzierung des LT:**  
(Bitte ankreuzen)

leicht       schwierig       nicht möglich

warum nicht möglich (bitte kurze Begründung):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**4.6. Erfolgreiche Platzierung im:**  
(Bitte ankreuzen)

1.Versuch     2.Versuch     3.Versuch     nicht möglich

**4.7. Nachjustierung für LT-Ventilation nötig:**  
(Bitte ankreuzen)

Ja     Nein

**4.8. Nachblockung für effektive LT-Ventilation nötig:**  
(Bitte ankreuzen)

Ja     Nein

**4.9. Effektive Ventilation mit LT möglich (beidseitige Thoraxexkursionen):**  
(Bitte ankreuzen)

Ja     Nein

**4.10. Gab es Leckagen unter LT-Beatmung:**  
(Bitte ankreuzen)

Ja     Nein

**4.11. War die Beatmung mit dem LT unter fortlaufender CPR möglich:**  
(Bitte ankreuzen, hier 2 Antworten nötig)

Ja     Nein      CPR im 30:2-Modus     CPR asynchron

**4.12. Hat der Patient unter LT-Beatmung aspiriert/erbrochen:**  
(Bitte ankreuzen)

Ja     Nein      Patient hatte vor der Platzierung erbrochen/aspiriert

Erstellt	Geprüft/freigegeben	Änderungsstatus	Gültig ab:	Gültig bis:	Seite
11.01.2006	11.01.2006	Version 2.0	01.01.2006	ungültig	3
					von 4

**Abbildung 9:** Original-Fragebogen (Seite 3)



15

1. Geburtsdatum, Anschrift  AOK  BEK  
 männlich

Deutsches Rotes Kreuz + DIE JOHANNITER Malteser

Messwerte:  keine  
 RR sys: \_\_\_\_\_ RR diast: \_\_\_\_\_ Puls: \_\_\_\_\_ Temp: \_\_\_\_\_  
 BZ: \_\_\_\_\_ AF: \_\_\_\_\_ SpO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_ et CO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_

Schmerzen:  keine  kolikartig  
 0 - - - - - 10

EKG:  Sinusrhythmus  Atmung:  spontan / frei  Puls:  Puls regelmäßig  
 Rhythmusst.  Atmnot  Puls unregelmäßig  
 Kammerflimmern  Arr.oe  Schock  
 Asystolie  Hyperventilation  Kreislaufstillstand

Erkrankung:  keine  
 Abdomen  Atmng  Gynäkologie  
 Herz-Kreislauf  Intoxkation  Neurologie  
 Stoffwechsel  Psychiatrie  Padiatrie

Sonstiges: \_\_\_\_\_  
 Arbeitsdiagnose / Verdachtsdiagnose laut Einweisung:  
**REA**

Alarm: 1457  
 Anruft: 1500  
 1504  
 NA einget: 1520  
 Anruft: 1535  
 Übergabe: 1540  
 Einsatzzeit: \_\_\_\_\_

Einsatzort:  Whg. A  
 Transportziel:  JER 003  
 Transportmittel:  RTW  RTW  
 Arzt:  kein  HA/BA  K/NEF 6/2-1  
 Sondersignal:  zum Einsatzort  Patientenfahrt

Notfallsituation / Anamnese:  
 Pat., reanimationspflichtig vorgefunden. Pat. durch linken Mund-zu-Mund beatmet. Reanimation RD, mit Reanimations-Algorithmus (30:2) begonnen. Atemwege freigebracht (Absaugen von Erbrochenem). Atemwegssicherung durch LT\* EKG: Kammerflimmern. Ax Defibrillation mit 200 J. Zugang li. HR & Ax 2x Ang Adrenalin-Gabe, nach je 3 min!  
 EINTREFFEN NA. Endotracheale Intubation durch NA.  
 keine RG & Bilaterale Expansion & Verdrehen Tubuswand!  
 TP ins JEL mit Sander & Wegscheid

offensichtlich keine	Bodycheck o.B.		Prüfung / Fraktur / Wunde	Verletzung / Verbrennung	Sondergase
	rechts	links			
Schädel	0	0	0	0	0
Augen	0	0	0	0	0
HWS	0	0	0	0	0
SWG/LWS	0	0	0	0	0
Oberer Extremität	0	0	0	0	0
Abdomen	0	0	0	0	0
Untere Extremität	0	0	0	0	0

Maßnahmen:  keine  
 sitzend  HWS-Stützkragen  Guedel / Mandl  
 Oberkörperhochlage  Extremitäten ensch.  Rückatmung  
 Flachlagerung  KED-System  Freimach. d. Atemw.  
 Schocklagerung  Kinderdrückhaltesys.  Absaugen oral/nasal  
 stabile Seitenlage  Kühllage  EKG Monitoring  
 Bauchentastend  Blutstillung  12-Kanal  
 Schaufeltrage  Wundversorgung  Herzdruckmassage  
 Vakuummatratze  Sauerstoffgabe  Beatmung  
 15 l/min  assist.  kontrol.

Bemerkungen:  Keine besonderen Vorkommnisse  
 Ant. beh. KHK, z.L. Bypass-OP!

Erstthelfermaßnahmen:  suffizient  AED  insuffizient  keine

Ergebnis / Übergabe:  
 an Pflegepersonal:  Arzt   
 Zustand verbessert  Pat. ahnt Transp. ab  Tod am Notfallort  
 Zustand verschlechtert  Trsp nicht erforderlich   
 Zustand unverändert  HA/EA verständig

Patientengut:  Einweisung  Tasche / Koffer  sonstiges:  
 abgegeben:  Vers.-Kar

Unterschrift Transportführer: \_\_\_\_\_  
 Heide Behrmer 2008/01/10

Erstbefund:  orientiert  links  rechts  
 verwirrt  eng   Defibrillation  
 getrübt  mittel   RR  Transport  
 bewusstlos  weit   HDM  In-/Exkubation  
 alkoholisiert  entrundet   Spontan-Beatmung  
 Drogen  Lichtreaktion

Pupillenfunktion: links rechts  
 eng mittel weit  
 entrundet  
 Lichtreaktion

Verlauf:  
 h  
 300  
 280  
 260  
 240  
 220  
 200  
 180  
 160  
 140  
 120  
 100  
 80  
 60  
 40  
 O<sub>2</sub> l/min  
 SpO<sub>2</sub>

Blasgow Coma Scale: Zeit: 15 0 0  
 Augen öffnen  
 4 spontan  
 3 auf Aufforderung  
 2 auf Schmerzreiz  
 1 kein  
 1

beste verbale Reaktion  
 5 orientiert  
 4 desorientiert  
 3 inadäquate Äußerungen  
 2 unverständliche Laute  
 1 keine  
 1

beste motorische Reaktion  
 6 auf Aufforderung gezielt  
 5 auf Schmerzreiz gezielt  
 4 abnorme Abwehr  
 3 Streck-/Synergismen  
 2 Streck-/Synergismen  
 1 keine  
 1

Summe: 3

Abbildung 11: Neusser Rettungsdienstprotokoll (gem. DIVI-Empfehlung)

## 7. Literatur

---

- <sup>1</sup> Nolan JP et al: European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Resuscitation. 2005; 67 Suppl 1:S3-6
- <sup>2</sup> Nolan JP et al: Airway management for out-of-hospital cardiac arrest – more data required. Resuscitation 2009 (80): 1333-34
- <sup>3</sup> Berlac P et al: Pre-hospital airway management: guidelines from a task force from the Scandinavian Society for Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. Acta Anaesthesiol Scand 2008;52(7): 897-907
- <sup>4</sup> Langeron O et al: Prediction of difficult mask ventilation. Anesthesiology 2000; 92(5):1229-36
- <sup>5</sup> Kheterpal S et al: Prediction and outcomes of impossible mask ventilation: a review of 50,000 anesthetics. Anesthesiology. 2009;110(4):891-7
- <sup>6</sup> Doerges V et al: Airway management during cardiopulmonary resuscitation-a comparative study of bag-valve-mask, laryngeal mask airway and combitube in a bench model. Resuscitation 1999 (41): 63-9
- <sup>7</sup> Alexander R et al: A comparison of the laryngeal mask airway and Guedel airway, bag and facemask for manual ventilation following formal training. Anaesthesia 1993; 48(3):231-4
- <sup>8</sup> Doerges V et al: Comparison of different airway management strategies to ventilate apnoeic, nonpreoxygenated patients. Crit Care Med 2003; 31(3): 800-4
- <sup>9</sup> Doerges V et al: Intubating laryngeal mask airway, laryngeal tube, 1100 ml self-inflating bag-alternatives for basic life support? Resuscitation 2001 (51): 185-91
- <sup>10</sup> Ho-Tai LM et al: Gas leak and gastric insufflation during controlled ventilation: face mask versus laryngeal mask airway. Can J Anaesth. 1998;45(3):206-11
- <sup>11</sup> Ocker H, Semmel T: Der Larynx-tubus in der Notfallmedizin: Eine praxisorientierte Anwendungsanleitung. ISBN 978-3-00-019270-8. Fachinformation (2007). Medakademie Berlin. VBM Medizintechnik GmbH, Sulz, Deutschland.
- <sup>12</sup> Stone T et al: Residual protein contamination of the ProSeal laryngeal mask airways after two washing protocols. Anaesth Intensive Care 2004; 32(3):390-3
- <sup>13</sup> WHO (Hrsg.): *Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation..* In: *WHO Technical Report Series*. 894, 2000
- <sup>14</sup> Schalk R et al: Out-of-hospital airway management by paramedics and emergency physicians using laryngeal tubes. Resuscitation 2010 (81): 323-326
- <sup>15</sup> Wiese CH et al: 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; 80(2): 194-8
- <sup>16</sup> Caplan RA et al: Practice Guidelines for management of the difficult airway. An updated report by the american society of anesthesiologists task force of the difficult airway. Anesthesiology 2003; 98:1269-77
- <sup>17</sup> Thierbach A et al: Vergleich zwischen Larynx-tubus S und endotrachealer Intubation. Anaesthesist 2006;55:154-9

- 
- <sup>18</sup> Thierbach A et al: Präklinische Sicherung der Atemwege-Erfolgsraten und Komplikationen. *Anaesthesist* 2004;53:543-50
- <sup>19</sup> Timmermann A et al: Prehospital airway management: a prospective evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. *Resuscitation* 2006, 70(2):179-85
- <sup>20</sup> Crosby ET et al: The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth* (1998); 45:757-776
- <sup>21</sup> Rose DK et al: The airway: problems and predictions in 18,500 patients *Can J Anaesth.* (1994);41(5 Pt 1):372-83.
- <sup>22</sup> Burkle CM et al: Airway management after failure to intubate by direct laryngoscopy: outcomes in a large teaching hospital. *Can J Anaesth* 2005; 52(6): 634-40
- <sup>23</sup> Sakles JC et al: Airwaymanagement in the emergency department: a one-year study of 610 tracheal intubations. *Ann Emerg Med* 2002; 31: 325-32
- <sup>24</sup> Tam AY et al: A prospective study of tracheal intubation in an emergency department in Hong Kong. *Eur J Emerg Med* 2001;8: 305-10
- <sup>25</sup> Adnet F et al: Survey of out-of-hospital emergency intubations in the french prehospital medical system: a multicenter study. *Ann Emerg Med* 1998; 32:454-60
- <sup>26</sup> Karch SB et al: Field intubation of trauma patients: complications, indications and outcomes. *Am J Emerg Med* 1996;14: 617-9
- <sup>27</sup> Wang HE et al: Multivariate predictors of failed prehospital endotracheal intubation. *Acad Emerg Med* 2003; 10(7):717-724.
- <sup>28</sup> Timmermann A et al: The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg* 2007, 104(3):619-23
- <sup>29</sup> Konrad C et al: Learning manual skills in anaesthesiology: is there a recommended number of cases or anesthetic procedures? *Anesth Analg* 1998;86:635-639
- <sup>30</sup> Davies PR et al: Laryngeal mask airway and tracheal tube insertion by unskilled personnel. *Lancet* 1990;Oct 20; 336(8721):977-9
- <sup>31</sup> Bradley JS et al: Prehospital oral endotracheal intubation by rural basic emergency medical technicians. *Ann Emerg Med* 1998; 32(1): 26-32
- <sup>32</sup> Deakin CD et al: Securing the prehospital airway: a comparison of laryngeal mask insertion and endotracheal intubation by UK paramedics. *Emerg Med J* 2005; 22: 64-67
- <sup>33</sup> Colwell CB et al: An evaluation of out-of-hospital advanced airway management in an urban setting. *Acad Emerg Med* 2005; 12(5):417-22
- <sup>34</sup> Wang HE et al: Multivariate predictors of failed prehospital endotracheal intubation. *Acad Emerg Med* 2003; 10(7):717-724.
- <sup>35</sup> Wang HE et al: Procedural experience with out-of-hospital endotracheal intubation. *Crit Care Med* 2005; 33(8):1718-21
- <sup>36</sup> Gries A et al: Realistic assessment of the physician-staffed emergency services in Germany *Anaesthesist.* 2006 ;55(10):1080-6.

- 
- <sup>37</sup> Von Goedecke A et al: Maskenbeatmung als Rückzugsstrategie zur endotrachealen Intubation. *Anaesthesist* 2006;55:70-79.
- <sup>38</sup> Gausche M et al: Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial. *JAMA*. 2000; 283(6):783-90
- <sup>39</sup> Langeron O et al: Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 2000; 92(5):1229-36
- <sup>40</sup> Rechner JA et al: A comparison of the laryngeal mask airway with facemask and oropharyngeal airway for manual ventilation by critical care nurses in children. *Anaesthesia* 2007;62(8):790-5
- <sup>41</sup> Tait AR et al: Incidence and risk factors for perioperative adverse respiratory events in children who are obese. *Anesthesiology* 2008;108(3): 375-80
- <sup>42</sup> Doerges V et al: Emergency airway management by non-anaesthesia house officers – a comparison of three strategies. *Emerg Med J* 2001; 18: 90-4
- <sup>43</sup> Von Goedecke A et al: Effects of decreasing peak flow rate on stomach inflation during bag-valve-mask ventilation. *Resuscitation* 2004; 63(2):131-6
- <sup>44</sup> Gabrielli A et al: Lower esophageal sphincter pressure measurement during cardiac arrest in humans: potential implications for ventilation of the unprotected airway. *Anesthesiology* 2005;103: 897-9
- <sup>45</sup> Bowman FP: Lower oesophageal sphincter pressure during prolonged cardiac arrest and resuscitation. *Ann Emerg Med* 1995; 26(2):216-9
- <sup>46</sup> Virkkunen I et al: Bystander mouth-to-mouth ventilation and regurgitation during cardiopulmonary resuscitation. *J Intern Med* 2006; 260(1): 39-42
- <sup>47</sup> Stone BJ et al: The incidence of regurgitation during cardiopulmonary resuscitation: a comparison between the bag-valve-mask and the laryngeal mask airway. *Resuscitation* 1998; 38(1): 3-6
- <sup>48</sup> Nagao K et al: Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet* 2007; 369:920-26
- <sup>49</sup> Hallstrom A et al: Cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *N Engl J Med* 2000; 342(21): 1546-53
- <sup>50</sup> Doerges V et al: Emergency airway management by intensive care unit nurses with the intubating laryngeal mask airway and the laryngeal tube. *Crit Care* 2000; 4: 369-76
- <sup>51</sup> Zecha-Stallinger A et al: A strategy to optimise the performance of the mouth-to-bag resuscitator using small tidal volumes: effect on lung and gastric ventilation in a bench model of an unprotected airway. *Resuscitation* 2004; 61(1):69-74
- <sup>52</sup> Nagao K et al: Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet* 2007; 369:920-26
- <sup>53</sup> Schälte G et al: Atemwegsmanagement. *Der Anästhesist* 2007; 56(8):837-857
- <sup>54</sup> Komatsu R et al: Comparison of the intubating laryngeal mask airway and laryngeal tube placement during manual in-line stabilisation of the neck. *Anaesthesia* 2005; 60: 113-117
- <sup>55</sup> Schäuble J et al: Larynx-tubus beim Traumapatienten. *Notfall Rettungsmed* 2006; 10(6):432-4



- 
- <sup>56</sup> Genzwürker HV et al: Eignet sich der Larynxtubus für den Einsatz bei der kardiopulmonalen Reanimation? *Der Notarzt* 2001; 17: 174-178
- <sup>57</sup> Keul W et al: Methoden des Atemwegsmanagements in der Notfallmedizin. *Anaesthesist* 2004; 53:978-992
- <sup>58</sup> Doerges V et al: Emergency airway management by non-anaesthesia house officers – a comparison of three strategies. *Emerg Med J* 2001; 18: 90-4
- <sup>59</sup> Asai T et al: Efficacy of the laryngeal tube by inexperienced personnel. *Resuscitation* 2002; 55: 171-175
- <sup>60</sup> Deakin CD et al: Securing the prehospital airway: a comparison of laryngeal mask insertion and endotracheal intubation by UK paramedics. *Emerg Med J* 2005; 22: 64-67
- <sup>61</sup> Kalver NS et al: A comparison of the clinical use of the laryngeal tube S and the ProSeal laryngeal mask airway by first-month anaesthesia residents in anaesthetised patients. *Anaesthesia* 2007;62:723-727.
- <sup>62</sup> Cook TM et al: Randomized crossover comparison of the ProSeal laryngeal mask airway with the Laryngela Tube during anaesthesia with controlled ventilation. *Br J Anaesth* 2003; 91: 678-83
- <sup>63</sup> Cook TM et al: Randomized crossover comparison of ProSeal laryngeal mask Airway with laryngeal tube sonda during anaesthesia with controlled ventilation. *Br J Anaesth* 2005; 95(2): 261-6
- <sup>64</sup> Gaitini LA et al: A randomized controlled trial comparing the ProSeal laryngeal mask airway with the laryngeal tube suction in mechanically ventilated patients. *Anesthesiology* 2004;101(2):316-20
- <sup>65</sup> Asai T et al: The laryngeal tube compared with the laryngeal mask: insertion, gas leak pressure and gastric insufflation. *Brit J Anaesth* 2002; 89(5): 729-32
- <sup>66</sup> Asai T, Shingu K: The laryngeal tube. *British Journal of Anaesthesia* 2005; 95 (6): 729-36
- <sup>67</sup> Wrobel M et al: Der Larynxtubus. *Anaesthesist* 2004; 53:702-8
- <sup>68</sup> Stone BJ et al: The use of the laryngeal mask airway by nurses during cardiopulmonary resuscitation. Results of a multicentre trial. *Anaesthesia* 1994; 49(1): 3-7
- <sup>69</sup> Virkkunen I et al: Incidence of regurgitation and pulmonary aspiration of gastric contents in survivors from out-of-hospital cardiac arrest. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007; 51(2):202-5
- <sup>70</sup> Murray MJ et al: Evaluation of prehospital insertion of the laryngeal mask airway by primary care paramedics with only classroom mannequin training. *CJEM* 2002; 4(5): 338-43
- <sup>71</sup> Lawes EG et al: Pulmonary aspiration during unsuccessful cardiopulmonary resuscitation. *Intensive Care Med* 1987; 13(6): 379-82
- <sup>72</sup> Kokinis K et al: The use of the laryngeal mask airway in CPR. *Resuscitation* 1994, 27(1): 9-12
- <sup>73</sup> Genzwürker HV et al: Use of the laryngeal tube for out-of-hospital resuscitation. *Resuscitation* 2002;52: 221-4
- <sup>74</sup> Schmidbauer W et al: Use of the laryngeal tube during premedical resuscitation. *Notarzt* 2002;18:266-268

- 
- <sup>75</sup> Kette F et al: The use of laryngeal tube by nurses in out-of-hospital emergencies: preliminary experience. *Resuscitation* 2005;66(1):21-5
- <sup>76</sup> Wiese CH et al: 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; 80(2): 194-8
- <sup>77</sup> Schalk R et al: Out-of-hospital airway management by paramedics and emergency physicians using laryngeal tubes. *Resuscitation* 2010 (81): 323-326
- <sup>78</sup> Kern KB et al: Importance of continuous chest compression during cardiopulmonary resuscitation, Improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 2002;105:645-49
- <sup>79</sup> Bobrow BJ et al: Minimal interrupted cardiac resuscitation by emergency medical services for out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2008;299(10):1188-90
- <sup>80</sup> Kurola J et al: Airway management in cardiac arrest-comparison of the laryngeal tube, tracheal intubation and bag-valve mask ventilation in emergency medical training. *Resuscitation* 2004; 61(2): 149-53
- <sup>81</sup> Wrobel M et al: Der Larynx-tubus. *Anaesthesist* 2004; 53:702-8
- <sup>82</sup> Wiese CH et al: Larynx-tubus-D (LT-D) und Larynx-maske (LMA). Ein Vergleich zweier supraglottischer Atemwegshilfsmittel am Reanimationssimulator. *DMW* 2009;134:69-74
- <sup>83</sup> Hüter L et al: Students insert the laryngeal tube quicker and more often successful than the esophageal-tracheal combitube in a manikin. *Resuscitation* 2009;(80): 930-934
- <sup>84</sup> Wiese CH et al: Influence of airway management strategy on “no-flow-time” during an “Advanced life support course” for intensive care nurses – A single rescuer resuscitation manikin study. *BMC Emergency Medicine* 2008; 8:4
- <sup>85</sup> Wiese CH et al: “No-Flow-time”-Reduzierung durch Einsatz des Larynx-tubus. Vergleich zur Beutel-Maske-Beatmung. *Anaesthesist* 2008;57: 589-96
- <sup>86</sup> Brimacombe J et al: The incidence of aspiration associated with the laryngeal mask airway: a meta-analysis of published literature. *J Clin Anesth* 1995; 7(4):297-305
- <sup>87</sup> Roth H et al: The ProSeal laryngeal mask airway and the laryngeal tube Suction for ventilation in gynaecological patients undergoing laparoscopic surgery. *Eur J Anaesthesiol* 2005; 22(2): 117-22
- <sup>88</sup> Crnich CJ et al: The role of the intensive care unit environment in the pathogenesis and prevention of ventilator-associated pneumonia. *Respir Care* 2005; 50 (6): 813-8

## 8. Lebenslauf

Name: Arne Köster  
 Geboren: 09.10.1968 in Düsseldorf  
 Staatsangehörigkeit: deutsch  
 Eltern: Karl-Heinz Köster, Industriekaufmann  
 Lore, Konzertflötistin

### Schulbildung

09/1975-06/1979 Gem. Grundschule Fürstenwall, Düsseldorf  
 09/1979-06/1988 Görres-Gymnasium, Düsseldorf, Abschluß: Abitur (2,4)

### Zivildienst

07/88-02/1990 Intensivstation Gr. 12, Florence-Nightingale-Krankenhaus,  
 Düsseldorf-Kaiserswerth

### Hochschulstudium

04/1990-06/1997 Humanmedizin, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 04.06.1997 Abschluss: Staatsexamen (2,3)

### Ärztliche Tätigkeit

09.06.1997 Berufserlaubnis als Arzt im Praktikum (Bezirksregierung  
 Düsseldorf)

06/1997-12/1998 Arzt im Praktikum, Klinik für Anästhesie, Intensiv- und  
 Schmerztherapie (Chefarzt Dr. U. Zaune), Evangelisches  
 Krankenhaus Düsseldorf

16.12.1998 Approbation als Arzt (Bezirksregierung Düsseldorf)

12/1998-09/2005 Assistenzarzt, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin  
 (Chefärztin Fr. Dr. M. Breulmann), Lukas-Krankenhaus Neuss

Seit 10/2005 Facharzt, Klinik für Anästhesiologie  
 (Direktor: Prof. Dr. B. Pannen); Universitätsklinikum  
 Düsseldorf

### Zusatzqualifikationen

04.01.1999 Fachkunde Rettungsdienst (Ärztchammer Nordrhein)  
 12.03.2003 Facharzt für Anästhesiologie (Ärztchammer Nordrhein)  
 07.12.2003 Leitender Notarzt (Ärztchammer Nordrhein)  
 11.02.2004 Berufung als leitender Notarzt des Rhein-Kreis Neuss  
 23.09.2004 Zusatzbezeichnung ‚Spezielle anästhesiologische  
 Intensivmedizin‘ (Ärztchammer Nordrhein)  
 27.04.2006 Zusatzbezeichnung ‚Notfallmedizin‘ (Ärztchammer Nordrhein)

## 9. Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt in erster Linie den Rettungsassistentinnen und –assistenten auf den teilnehmenden Rettungswachen im Rhein-Kreis Neuss für ihren unermüdlichen Einsatz für das Leben der Menschen. Ohne ihre Offenheit für innovative Methoden, die Disziplin bei der Umsetzung der Studie und das Ausfüllen der Fragebögen wäre diese Studie nicht durchführbar gewesen.

Ein besonderer Dank gilt den Kolleginnen und Kollegen, die die Durchführung der Studie maßgeblich unterstützt haben, insbesondere Frau Dr. Bettina Sassenfeld und Jörg Stursberg, aber auch den Mitgliedern der Arbeitsgruppe Notkompetenz, u.a. die Lehrrettungsassistenten J. Graw, D. Daverzhofen, F. Brünnen, L. Barendt, die auf den jeweiligen Rettungswachen die Schulung und Durchführung organisiert und überwacht haben.

Ein solches mehrjähriges Projekt braucht bis zur Vollendung der schriftlichen Ausarbeitung auch seine moralischen und kritischen Förderer. Meinem Betreuer und Referenten Herrn Priv.-Doz. Dr. Martin Beiderlinden gebührt hier ein unendliches Dankeschön. Mit seiner unerschöpflichen Motivation und konstruktiven Geduld hat er diese Arbeit maßgeblich unterstützt. Ebenso bedanke ich mich bei Herrn Priv.-Doz. Dr. M. Winterhalter für die kritische Durchsicht und seine Anregungen.

Schließlich gebührt meinem Chef, Herrn Univ.-Prof. Dr. B. Pannen mein aufrichtiger Dank für seine nachhaltige Unterstützung meiner Arbeit.

## 10. Publikationen

Teile dieser Arbeit wurden unter gleichberechtigter Mitwirkung des Erst- und Zweitautors publiziert:

**The laryngeal tube – An alternative airway device in prehospital cardiopulmonary resuscitation: An analysis of the first year of using this device by paramedics**

J. Stursberg, A. Köster, D. Daverzhofen, J. Graw, F. Brünnen, L. Barendt, B. Sassenfeld

Hauptstadtkongress für Anästhesie und Intensivmedizin (HAI) Berlin, 13.09.-15.09.2007

**Die Atemwegssicherung mit dem Larynxtubus im Rahmen der präklinischen Reanimation: Eine Zwischenbilanz aus einem Notkompetenz-System für Rettungsassistenten**

J. Stursberg, A. Köster, D. Daverzhofen, J. Graw, F. Brünnen, L. Barendt, B. Sassenfeld

Deutscher Anästhesie Kongress (DAK) Hamburg, 05.05.-08.05.2007