

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative
Intensivmedizin des Universitätsklinikums Halle (Saale)
(Direktor: Prof. Dr. med. Michael Bucher)

**Einsatz des Larynxtubus zur Verkürzung der „No-Flow-Time“ einer
Kardiopulmonalen Reanimation**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Jochen Schröder
Geboren am 21. April 1981 in Essen

Gutachter:
Prof. Dr. med. M. Bucher
Prof. Dr. med. C. Lackner (München)
PD Dr. med. J. Soukup (Cottbus)
15.03.2011
24.10.2011

Referat

Die Leitlinien des European Resuscitation Council zur Durchführung des Basic Life Support (BLS) empfehlen seit 2005 kurze Pausen zur Verabreichung von Beatmungen zu Gunsten eines großen Anteils an Herzdruckmassage. Die Beatmungen beim BLS muss also ohne große Pausen, zügig und suffizient geschehen. Die Beutel-Masken-Ventilation (BMV) gilt für geübte Helfer immer noch als die beste Möglichkeit der Beatmung beim BLS, bedarf allerdings viel Übung, was die Frage nach alternativen, einfacheren Beatmungsmethoden für den Notfall aufwirft.

Wir untersuchten den Einfluss des Larynxtubus (LT) auf die „No-Flow-Time“ (NFT) und die Qualität der Beatmung beim BLS im Vergleich zur BMV an Reanimations-Manikins mit der Ein- und Zwei-Helfer-Methode. Die Probanden waren in BMV geübt, im Umgang mit dem LT jedoch unerfahren.

Bei der Ein-Helfer-Methode ließ sich durch den LT eine signifikante Verkürzung der NFT erreichen. Die Anwendung des LT bei der Zwei-Helfer-Methode führte sogar zu einer signifikanten Verlängerung der NFT.

Im Hinblick auf die Beatmungsqualität war der LT trotz fehlender Erfahrung der Probanden der BMV in beiden Methoden deutlich überlegen.

Da dem ungeübten Helfer bei der Ein-Helfer-Methode mit dem LT eine fixe Beatmungsmöglichkeit zur Verfügung stand, war der Wechsel von Thoraxkompression zur Beatmung schnell und unkompliziert. Bei der BMV war auch der erfahrene Helfer in jeder Beatmungspause gezwungen, die Beatmungsmaske auf dem Gesicht des Reanimations-Manikins zu platzieren. Diese Handgriffe sind zeitaufwändig und erfordern viel Übung. Da bei der Zwei-Helfer-Methode keine Wechsel zwischen Komprimieren und Beatmen notwendig waren, ließ sich die NFT hier durch die Anwendung des LT nicht verkürzen, sondern wurde durch Verabreichung größerer Beatmungsvolumina verlängert.

Der LT scheint eine effektive und sichere Beatmungsmöglichkeit beim BLS zu sein. Besonders bei Anwendung durch unerfahrene Nutzer ist der LT sogar der geübten BMV im Hinblick auf die Beatmungsqualität überlegen. Beim BLS mit der Ein-Helfer-Methode wird durch seinen Einsatz sogar die NFT verringert und damit die Qualität der Reanimation im Vergleich zur BMV verbessert.

Schröder, Jochen: Einsatz des Larynxtubus zur Verkürzung der „No-Flow-Time“ einer kardiopulmonalen Reanimation
Halle (Saale), Univ., Med. Fak., Diss., 60 Seiten, 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Zielstellung	3
2.1	Forschungshypothese	3
2.2	Nullhypothese	3
2.3	Fragestellung	3
3	Methodik	4
3.1	Hintergrund	4
3.1.1	Bedeutung von Basic Life Support	4
3.1.2	Beatmungsformen bei Basic Life Support	4
3.1.3	Studienidee	7
3.2	Studiendesign	8
3.3	Studienpopulation	9
3.4	Randomisierung	9
3.5	Studienablauf	9
3.5.1	Zwei-Helfer-Methode	9
3.5.2	Ein-Helfer-Methode	11
3.6	Material	11
3.6.1	Fragebogen	11
3.6.2	Larynxtubus	11
3.6.3	Beatmungsmaske	12
3.6.4	Beatmungsbeutel	12
3.6.5	Reanimations-Manikin	12
3.6.6	Digitale Datenerhebung	13
3.6.7	Audiovisuelle Aufzeichnung	13
3.7	Datenerhebung	14
3.8	Statistische Auswertung	16
4	Ergebnisse	17
4.1	Soziodemographische Ergebnisse	17
4.1.1	Allgemein	17
4.1.2	Zwei-Helfer-Methode	18
4.1.3	Ein-Helfer-Methode	18
4.2	Hauptergebnisse	18
4.2.1	Zwei-Helfer-Methode	18
4.2.2	Ein-Helfer-Methode	20
4.3	Nebenergebnisse der Zwei-Helfer-Methode	22

4.3.1	Insertionsversuche	22
4.3.2	Zeiten bis zur ersten Beatmung	23
4.3.3	Beatmung	24
4.3.4	Herzdruckmassage	26
4.4	Nebenergebnisse der Ein-Helfer-Methode	27
4.4.1	Insertionsversuche	27
4.4.2	Zeiten bis zur ersten Beatmung	28
4.4.3	Beatmung	28
4.4.4	Herzdruckmassage	31
4.5	Zwei- und Ein-Helfer-Methode im Vergleich	31
5	Diskussion	35
5.1	Soziodemographische Verteilung	35
5.2	Zwei-Helfer-Methode	36
5.2.1	Einfluss des Larynxtubus auf die „No-Flow-Time“	36
5.2.2	Insertion und Beatmungsqualität	38
5.3	Ein-Helfer-Methode	41
5.3.1	Einfluss des Larynxtubus auf die „No-Flow-Time“	41
5.3.2	Insertion und Beatmungsqualität	43
5.4	Einfluss der Beatmungsmethoden auf die Herzdruckmassage	44
5.5	Vergleich der Reanimationsmethoden und mögliche Lerneffekte	45
5.6	Schlussfolgerungen	46
5.7	Möglichkeiten der Verbesserung	47
5.8	Limitationen	48
5.9	Interessenskonflikt	49
6	Zusammenfassung	50
7	Literaturverzeichnis	53
8	Thesen	60

Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole

Abb.	Abbildung
AHA	American Heart Association
ALS	Erweiterte Reanimationsmaßnahmen (engl.: Advanced Life Support)
AMV	Atemminutenvolumen
AZV	Atemzugvolumen (Syn.: Beatmungsvolumen)
BLS	Basisreanimationsmaßnahmen (engl.: Basic Life Support)
BMV	Beutel-Masken-Ventilation (Syn.: Maskenbeatmung)
CCO-CPR	Chest Compression Only - Cardiopulmonary Resuscitation
CI	Konfidenzintervall (engl.: Confidence interval)
CPR	Kardiopulmonale Reanimation (eng.: Cardiopulmonary Resuscitation)
ERC	European Resuscitation Council
f_k	Kompressionsfrequenz
f_v	Beatmungsfrequenz
HDM	Herzdruckmassage
HLW	Herz-Lungen-Wiederbelebung
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
K_{1V}	Thoraxkompressionen bis zur ersten Beatmung
K_{FH}	Falsche Handposition bei der Thoraxkompression
K_T	Kompressionstiefe
K_{UE}	Kompression mit ungenügender / fehlender Entlastung des Thorax
LT	Larynxtubus
MLU	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
MW	Mittelwert
NFT	Zeit ohne Blutfluss (engl.: "No-Flow-Time")
SD	Standardabweichung (engl.: Standard deviation)
T1	Anteil Herzdruckmassage von verbleibender Zeit ab Beginn 1. Zyklus
T3	Anteil Herzdruckmassage von verbleibender Zeit ab Beginn 2. Zyklus
T5	Anteil Herzdruckmassage von verbleibender Zeit ab Beginn 3. Zyklus
T7	Anteil Herzdruckmassage von verbleibender Zeit ab Beginn 4. Zyklus
T_{1V}	Zeit bis zur ersten Beatmung
T_{1sV}	Zeit bis zur ersten suffizienten Beatmung
Tab.	Tabelle
Δ	Mittelwertdifferenz

1 Einleitung

Der plötzliche Herztod ist eine der Haupttodesursachen in Europa [1, 2]. Viele Menschen könnten überleben, wenn Augenzeugen des Kollapses sofort handeln würden [1, 2]. Die Voraussetzung für ein mögliches Überleben des Patienten ist eine zeitnahe und effektive Durchführung der kardiopulmonalen Reanimation (CPR, engl.: Cardiopulmonary Resuscitation, Synonym: Herz-Lungen-Wiederbelebung, HLW) [1, 2]. In den letzten Jahren konnte durch die häufigere Durchführung einer effektiven CPR das Überleben nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand verbessert werden [3]. Dennoch fordert der plötzliche Herztod immer noch ca. 15 mal mehr Tote als Verkehrsunfälle [2].

Die CPR sollte nach den Leitlinien für lebensrettende Basismaßnahmen (Basic Life Support, BLS) des European Resuscitation Councils (ERC) durchgeführt werden. Diese Leitlinien werden in regelmäßigen Abständen durch die International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) entsprechend den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen aktualisiert [1]. Der Ersthelfer soll gemäß den Leitlinien von 2010 nach einer kurzen Kontrolle von Bewusstsein und Atmung schnellstmöglich mit einer qualitativ hochwertigen CPR beginnen und im Wechsel 30 Thoraxkompressionen und zwei Atemspenden durchführen, um vornehmlich das Gehirn mit Sauerstoff zu versorgen und so den Sterbeprozess zu verlangsamen [1].

Die Basismaßnahmen werden nach dem Eintreffen professioneller Retter (z.B. Rettungsdienst und Notarzt bzw. Reanimationsteam) durch Defibrillation, Medikamentengabe, Sicherung der Atemwege und die Suche nach reversiblen Ursachen ergänzt [4]. Diese erweiterten Reanimationsmaßnahmen werden als Advanced Life Support (ALS) bezeichnet und haben zum Ziel, einen spontanen Kreislauf wiederherzustellen und das Überleben des Patienten zu sichern [4].

Die Zeit, die beim BLS (vor allem) für die beiden Atemspenden benötigt wird und in der keine Thoraxkompressionen erfolgen, ist eine Zeit ohne Blutfluss, und wird daher als „No-Flow-Time“ (NFT) bezeichnet [5]. Die „No-Flow-Time“ ist für die bleibenden neurologischen Schäden (neurologisches Outcome) des Patienten von entscheidender Bedeutung, da in der „No-Flow-Time“ keine Perfusion erfolgt, mit daraus resultierender Hypoxie, vor allem des Gehirns [1].

Die Atemspenden beim BLS sollen mittels Mund-zu-Mund- oder Mund-zu-Nase-Beatmung erfolgen, wenn keine anderen Hilfsmittel zur Verfügung stehen [1, 2]. Erreichen professionelle Ersthelfer den Notfallort, so wird die Reanimation von diesen unter Benutzung einer Beatmungshilfe weitergeführt, in der Regel mit

einer Kombination aus Beatmungsbeutel und Gesichtsmaske (Beutel-Masken-Ventilation, BMV) [6, 7]. Entsprechend qualifiziertes Personal sichert dann im weiteren Verlauf nach Defibrillation, intravenöser Medikamentengabe und der Suche nach reversiblen Ursachen des Kreislaufstillstandes (Advanced Life Support) den Atemweg, meist durch eine endotracheale Intubation, die in dieser Situation den Goldstandard darstellt [2, 4].

Mit der Kombination aus Gesichtsmaske und Beatmungsbeutel ist eine angemessene Beatmung möglich [1]. Jedoch wurde in Studien nachgewiesen, dass häufig lediglich 50 % des applizierten Beatmungsvolumens am Gasaustausch beteiligt sind [8]. Diese enorme Diskrepanz ist auf die häufig hohe Undichtigkeit zwischen Maske und Gesicht bei der Maskenbeatmung zurückzuführen [8].

Effektivere Alternativen der Notfallbeatmung sind wünschenswert. Als eine mögliche Alternative könnte der Larynxtubus (LT) der Firma VBM-Medizintechnik® (Sulz am Neckar, Deutschland) in Frage kommen. Der Larynxtubus ist eine supraglottische Atemwegshilfe, die blind, also ohne die Hilfe eines Laryngoskops, in den Rachenraum eines Patienten eingebracht wird.

2 Zielstellung

2.1 Forschungshypothese

In der Literatur beschriebene Vorteile und die Einfachheit der Insertion des Larynxtubus lassen annehmen, dass die „No-Flow-Time“ während einer kardiopulmonalen Reanimation durch seinen Einsatz im Vergleich zur Beatmungsmaske verkürzt wird und für den Notfallpatienten einen Überlebensvorteil darstellen könnte.

2.2 Nullhypothese

Durch den Einsatz des Larynxtubus während einer Reanimation lässt sich im Vergleich zur Beatmungsmaske die „No-Flow-Time“ nicht verkürzen.

2.3 Fragestellung

Verkürzt sich die „No-Flow-Time“ bei der Beatmung mit einem Larynxtubus während einer Reanimation an einem Reanimations-Manikin durch Medizinstudierende des fünften Studienjahres Humanmedizin an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg im Vergleich zur Beatmung mit einer Beatmungsmaske bei einer Ein- und Zwei-Helfer-Reanimation und wirkt sich der Larynxtubus positiv auf die Beatmungsqualität und somit auch auf die Qualität der Reanimation aus?

3 Methodik

3.1 Hintergrund

3.1.1 Bedeutung von Basic Life Support

Das neurologische Outcome des Überlebens wird maßgeblich durch die zeitnahe und effektive Durchführung des BLS bestimmt, während effektiv durchgeführter ALS die Wiederherstellung eines Spontankreislaufs und damit die Sicherung des Überlebens eines Patienten zum Ziel hat [4].

Die aktuellen Leitlinien für BLS betonen die große Bedeutung der Herzdruckmassage und dementsprechend möglichst kurz zu haltende Beatmungspausen, bzw. Unterbrechungen der Herzdruckmassage („No-Flow-Time“) [1]. Dies zeigt die Wichtigkeit eines möglichst ununterbrochenen Blutflusses.

Um zudem eine ausreichende Oxygenierung des Blutes zu erreichen, sollen bei der Reanimation von erwachsenen Personen laut den ERC Leitlinien von 2010 Atemzugvolumina von 0,5–0,6 l insuffiziert werden [1]. Die Beatmung beim BLS durch unerfahrene Helfer wurde jedoch in der Vergangenheit bereits häufig hinterfragt [9-11]. Dennoch empfiehlt das ERC in den aktuellen Reanimationsleitlinien auch weiterhin die Durchführung von Atemspenden und empfiehlt, dass jeder darin ausgebildet wird [1].

3.1.2 Beatmungsformen bei Basic Life Support

Mittels Mund-zu-Mund- oder Mund-zu-Nase-Beatmung ist eine Abschätzung der Beatmungsvolumina schwierig; lediglich die Thoraxexkursionen können als Hinweis auf eine suffiziente Beatmung dienen. Zudem zögern viele Ersthelfer aus hygienischen Gründen und Angst vor Infektionen mit der Durchführung einer oralen Atemspende [12].

In Krankenhäusern und im Rettungsdienst ist eine Kombination aus Beatmungsmaske und Beatmungsbeutel (Beutel-Masken-Ventilation, BMV) üblich. Diese Kombination dient hier in Notfallsituationen meist als erste Beatmungshilfe [13].

Die Beatmungsmaske wird mit dem Daumen und dem Zeigefinger einer Hand auf das Gesicht der zu beatmenden Person gepresst (so genannter C-Griff) (Abb. 1). Gleichzeitig wird der Kopf überstreckt und der Unterkiefer nach ventral-kranial bewegt um den Atemweg möglichst offen zu halten und die Beatmungsmaske möglichst dicht auf das Gesicht zu drücken. Diese komplexe Fertigkeit und der dafür nötige Ausbildungsaufwand werden jedoch regelmäßig unterschätzt [1].

Der sinkende ösophageale Sphinktertonus bewusstloser Personen, kombiniert mit hohen Atemwegsdrücken bei der Maskenbeatmung begünstigt zudem Magenbeatmungen [1, 2]. Die Überblähung des Magens kann zum Erbrechen und damit zur Aspiration von Mageninhalt führen [1, 4, 14].



Abb. 1: Im C-Griff gehaltene Beatmungsmaske mit Beatmungsbeutel

Als mögliche Alternative für die initiale Notfallbeatmung gewinnen supraglottische Atemwegshilfen zunehmend an Bedeutung [15]. Ursprünglich wurden diese Atemwegshilfen bei Reanimationen als Alternative zur endotrachealen Intubation gesehen, mit denen der Atemweg gesichert und die Aspirationsgefahr verringert werden sollte [7, 8]. Solche Atemwegshilfen haben gegenüber der Beatmungsmaske den Vorteil, dass sie nur einmal platziert werden und dann in situ verbleiben. Im Gegensatz dazu muss die Beatmungsmaske nach jedem von der Beatmung abweichenden Handgriff neu platziert werden. Besonders bei einer Ein-Helfer-Reanimation wäre vorstellbar, dass der Einsatz einer supraglottischen Atemwegshilfe im Vergleich mit der Beatmungsmaske zu einer Verkürzung der „No-Flow-Time“ führen könnte.

Weitere Vorteile dieser Atemwegshilfen im Vergleich mit der Maskenbeatmung sind eine höhere Dichtigkeit, geringere Atemwegsdrücke und eine geringere Aspirationsgefahr [15-17].

Beispiele für gängige supraglottische Atemwegshilfen sind die Larynxmaske mit aufblasbarem Cuff (LMA) oder nicht aufblasbarem Gel-Cuff (iGel™, Intersurgical®, UK), der Kombitubus (Combitube™, Tyco-Kendall®, USA) oder der EasyTube™ (Rüsch®, Kernen, Deutschland). Die Larynxmaske und der Kombitubus waren bereits in den ERC Leitlinien von 2005 als mögliche Alternativen zur endo-trachealen Intubation für ALS empfohlen [18]. Ein weiteres Beispiel stellt der Larynxtubus (LT™, VBM-Medizintechnik®, Sulz am Neckar, Deutschland) dar, welcher ebenfalls seit 2005 als Alternative zur endotrachealen Intubation empfohlen wird [18]. In einigen Publikationen konnte die Überlegenheit des Larynxtubus bei unerfahrenen Nutzern im Vergleich zu anderen supraglottischen Atemwegshilfen (Larynxmaske, Combitube™, EasyTube™) bereits nachgewiesen werden [19-21].

Der Larynxtubus ist ein einlumiger, wiederverwendbarer Tubus aus Silikon mit zwei aufblasbaren Cuffs (Abb. 2). Durch eine leicht nach dorsal gerichtete S-Form kommt der Larynxtubus nach Insertion in den Nasen-Rachen-Raum automatisch mit der Spitze im Eingang des Ösophagus zu liegen. Ein großer, proximaler Cuff im Oropharynx verschließt den Nasen-Rachen-Raum, während ein kleiner, distaler Cuff an der Spitze des Larynxtubus, im Hypopharynx nach unten die kraniale Ösophagusapertur verschließt. Am proximalen Ende des Larynxtubus befindet sich ein Konnektorstück. An dieses können Beatmungsbeutel, sowie auch maschinelle Beatmungssysteme angeschlossen werden. Die Beatmungsluft entweicht distal über eine nach ventral gerichtete Öffnung, die sich zwischen beiden Cuffs befindet. Diese Öffnung liegt direkt vor dem Eingang in die Trachea, so dass die Beatmungsluft in die Lunge gelangen kann. Die Insertion des Larynxtubus erfolgt blind, d.h. ohne den Einsatz eines Laryngoskops.

Studien über Anwendersicherheit und Handhabung des Larynxtubus durch geübte Nutzer belegen eine mindestens 94 %ige Erfolgsrate einer gelungenen Insertion beim ersten Versuch [19]. Eine Überlegenheit des Larynxtubus gegenüber anderen Atemwegshilfen wurde, auch im Hinblick auf weniger Magenbeatmungen und ein dadurch vermindertes Aspirationsrisiko, bereits von mehreren Autoren beschrieben [17, 20].

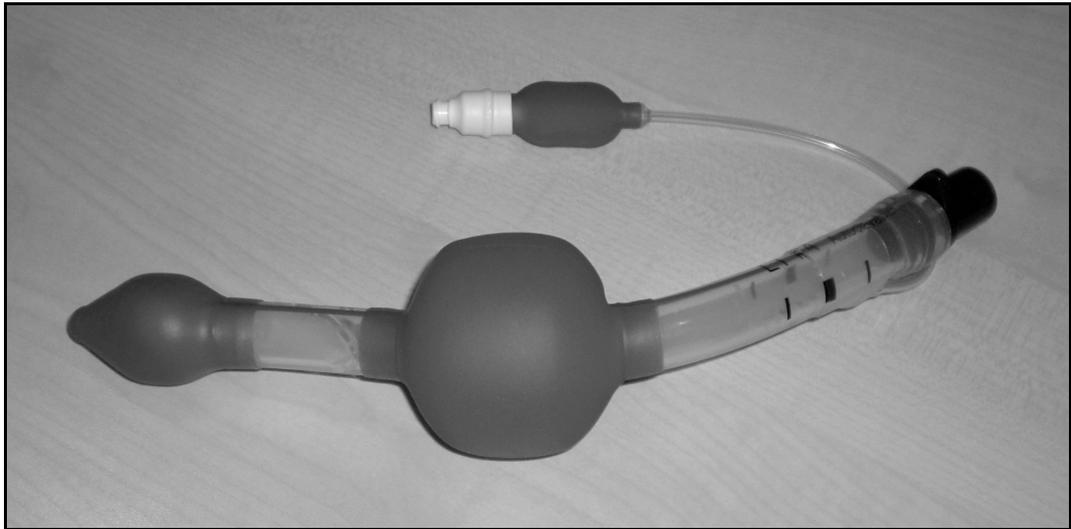


Abb. 2: Der Larynxtube

Viele Autoren sehen, im Rahmen des ALS, den Larynxtube als Alternative zur endotrachealen Intubation bei der Atemwegssicherung für Erwachsene [13, 20, 22, 23]. Auch das ERC empfiehlt in seinen Leitlinien von 2010 den Einsatz des Larynxtube beim ALS als Alternative zur endotrachealen Intubation [4]. Nach Sicherung des Atemwegs durch die endotracheale Intubation soll dann die Herzdruckmassage beim ALS, im Gegensatz zum BLS, kontinuierlich mit einer Frequenz von 100 /min durchgeführt werden. Zeitgleich erfolgt dabei asynchron die Beatmung mit einer Frequenz von 10 /min [4]. Dies soll auch nach Insertion einer supraglottischen Atemwegshilfe versucht werden. Im Falle einer Leckage wird jedoch die Herzdruckmassage mit intermittierenden Beatmungen im Verhältnis von 30:2 empfohlen.

Einem Pressebericht zufolge ist der Larynxtube bereits in der Asklepios Klinik Hamburg-Wandsbek ein fester Bestandteil der Notfallausrüstung für den BLS [24]. Es laufen bereits erste Versuche in Hamburg, Göttingen, Ulm, Kiel und Osterode, den Larynxtube im Rettungsdienst beim BLS zu implementieren, bislang jedoch ohne Evidenz.

3.1.3 Studienidee

Wir untersuchten den Larynxtube als Alternative zur Maskenbeatmung beim BLS, da dem Larynxtube bereits im Vorfeld eine hohe Akzeptanz auch bei ungeübten Anwendern durch eine einfache Handhabung bescheinigt wurde [25]. Die im Folgenden vorgestellten zwei Studien hatten das Ziel zu prüfen, ob die

bescheinigte Praktikabilität auch durch eine Verkürzung der „No-Flow-Time“ die Qualität der Reanimation verbessern würde.

Eine erste Studie wurde zur Zwei-Helfer-Methode und eine zweite Studie zur Ein-Helfer-Methode durchgeführt. Die Untersuchung sowohl der Zwei- als auch der Ein-Helfer-Methode erfolgte, da nach Meinung der Studienleiter beide Methoden in realen Reanimationssituationen (Rettungsdienst und Klinik) regelhaft angewendet werden.

Bei der Ein-Helfer-Methode muss der Helfer mit der Beatmungsmaske häufig von der Beatmung zur Herzdruckmassage wechseln und ist dadurch gezwungen, die Beatmungsmaske in jeder Beatmungspause neu zu positionieren, wodurch Zeit verloren geht. Der Larynxtubus hingegen bleibt in seiner Position und es entfallen diese zeitaufwändigen Handgriffe. Bei der Zwei-Helfer-Methode entfallen die Handgriffe zum ständigen Positionieren der Beatmungsmaske ebenfalls. Ein zweiter Helfer übernimmt die Herzdruckmassage, während der beatmende Helfer die Beatmungsmaske in Position halten kann. Bei beiden Methoden muss der Larynxtubus jedoch zuerst einmal platziert werden. In Publikationen schwanken die Insertionszeiten bis zu einer erfolgreichen Platzierung zwischen 19 s [8] und 80 s [13]. Um bei der Auswertung der beiden Studien die „No-Flow-Time“ vergleichen zu können, welche allein durch die Beatmungspausen entsteht, wurde im Vorhinein festgelegt, die digitale Aufzeichnung des Reanimationsablaufs nachträglich in Zeitabschnitte einzuteilen. Bei der Interpretation der späteren Zeitabschnitte konnte dadurch die Insertionszeit vernachlässigt und somit der reine Beatmungs- bzw. Herzdruckmassageanteil an der Gesamtzeit verglichen werden.

3.2 Studiendesign

Es wurden zwei prospektive, randomisierte, Auswerter-verblindete, kontrollierte Vergleichsstudien im Rahmen des Praktikums „Notfallmedizin“ im fünften Studienjahr im Sommersemester 2007 an der medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) durchgeführt.

Die Durchführung der Studien erfolgte nach positivem Votum durch die Ethik-Kommission der MLU. Die Teilnahme an der Studie war fakultativ und erfolgte nach Aufklärung und schriftlicher Einverständniserklärung (Informed Consent). An der Studie nahmen die Studierenden des Praktikums „Notfallmedizin“ im Sommersemester 2007 teil.

3.3 Studienpopulation

Einschlusskriterium war die Teilnahme am Studentenpraktikum „Notfallmedizin“ im fünften Studienjahr im Sommersemester 2007 an der medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Ausschlusskriterien waren eine aktive Beteiligung an der Auswertung der Studie, Schwangerschaft, körperliche Verletzungen, die eine adäquate Reanimation beeinflussen könnten, oder das fehlende Einverständnis zur Studienteilnahme.

Alle Teilnehmer konnten im Rahmen der vorangegangenen fünf Praktikums-terme pro Termin kumulativ jeweils etwa 30 Minuten die Maskenbeatmung an Reanimations-Manikins unter Anleitung von speziell ausgebildeten studentischen Tutoren üben. Der Larynxtubus sowie dessen Handhabung wurde den Probanden hingegen nur einmal gezeigt und kurz erklärt. Praktische Übungen mit dem Larynxtubus waren vor Durchführung der Studien bewusst nicht Gegenstand des Praktikums.

3.4 Randomisierung

Die Randomisierung des Studienkollektivs erfolgte vor Beginn des Praktikums durch eine modifizierte Listenrandomisierung. Das Studiendekanat erstellte eine Namensliste mit den Teilnehmern des Praktikums „Notfallmedizin“. Vor Erhalt der Namensliste erfuhren die Studienleiter lediglich die Anzahl der teilnehmenden Studierenden, erstellten eine Liste mit der identischen Anzahl von Teilnehmerplätzen und vergaben Listenplatznummern. Dann erfolgte im Vier-Augen-Prinzip mittels blinden Ziehens farbiger Hölzer eine Zuordnung der Listenplatznummer zu den beiden Beatmungsmethoden, bzw. Untersuchungsgruppen „BMV“ und „LT“. Unmittelbar vor Beginn der Studie wurden die Teilnehmer anhand der Teilnehmerliste des Studiendekanats in Reihenfolge der Teilnehmerplätze zu den Listenplatznummern zugeordnet.

3.5 Studienablauf

3.5.1 Zwei-Helfer-Methode

In der ersten Studie wurden die Teilnehmer in Zweier-Gruppen eingeteilt. Sie erhielten die Aufgabe zweimal nach der Zwei-Helfer-Methode sechs Minuten BLS an einem Reanimations-Manikin durchzuführen. Den Maßnahmen sollte aus didaktischen Gründen eine leitliniengerechte Prüfung von Bewusstsein, Atemwegen und Atmung sowie die Aufforderung einen Notruf abzusetzen voran

gestellt werden. Erst nach Abschluss dieser Maßnahmen begann die eigentliche Reanimation.

Ein Proband beatmete, der andere führte nur die Herzdruckmassage (HDM) durch. Der beatmende Proband sollte sich hinter dem Kopf des Manikins positionieren, der andere Proband, der die Thoraxkompressionen übernahm, neben dem Manikin (Abb. 3).



Abb. 3: Kardiopulmonale Reanimation mit der Zwei-Helfer-Methode mit der Beatmungsmaske

Der Proband, der im ersten Durchgang beatmete, erhielt unmittelbar zu Beginn des ersten Reanimationsszenarios die vorab randomisiert zugeteilte Beatmungshilfe (Beatmungsmaske oder Larynxtubus). Im darauffolgenden Szenario stand dann jeweils die andere Beatmungshilfe zur Verfügung, welche im ersten Durchgang nicht benutzt wurde.

Nach sechs Minuten war das Szenario beendet und die Aufgaben wurden nach einer kurzen Pause getauscht. Ein Tausch innerhalb eines laufenden Szenarios war nicht erlaubt.

Die Probanden sollten sich strikt an das bereits 2005 vom ERC empfohlene Kompressions-Ventilations-Verhältnis von 30:2 halten [26].

3.5.2 Ein-Helfer-Methode

Fünf Wochen später wurde eine zweite Studie durchgeführt. Dieses Mal sollte von den Teilnehmern desselben Studienkollektivs erneut BLS an einem Reanimations-Manikin durchgeführt werden. Diesmal allerdings mit der Ein-Helfer-Methode mit Beatmung und Herzdruckmassage im Wechsel. Der Proband sollte sich dabei hinter dem Kopf des Manikins positionieren, ebenso wie der beatmende Proband in der ersten Studie zur Zwei-Helfer-Methode, was als „Über-Kopf-Reanimation“ bezeichnet wird (Abb. 3) [26].

Die Prüfung von Bewusstsein, Atemwegen und Atmung sowie das Absetzen des Notrufs entfielen und die Zeitspanne der Reanimation wurde auf vier Minuten verkürzt. Erneut erhielt der Proband die randomisiert zugeteilte Beatmungshilfe unmittelbar zu Beginn des Szenarios.

Auch diesmal sollten sich die Probanden strikt an das 2005 vom ERC empfohlene Kompressions-Ventilations-Verhältnis von 30:2 halten [26].

3.6 Material

3.6.1 Fragebogen

Vor Beginn der Untersuchung wurden mit Hilfe eines Fragebogens verschiedene Informationen über die Probanden erhoben, z.B. Soziodemographie, Motivation, Erfahrungen und Vorwissen (u.a. zum Larynxtubus). Auch sollte mit Hilfe des Fragebogens die durch die Randomisierung angestrebte Vergleichbarkeit der beiden Untersuchungsgruppen überprüft werden.

3.6.2 Larynxtubus

Für den Einsatz in beiden Studien wurden mehrere Larynxtuben des Modells LTTM in der Größe 4 mit der zugehörigen Spritze zum Belüften der beiden Cuffs von der Firma VBM-Medizintechnik[®], Sulz am Neckar, Deutschland kostenlos zur Verfügung gestellt. Das Modell LTTM war zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie das in der klinischen Praxis am weitesten verbreitete. In der Zwischenzeit ist das Modell LTSTM mit einem zusätzlichen, der gastroösophagealen Absaugung dienenden, Lumen in der Praxis zunehmend verbreitet, über das ggf. auch Luft aus dem Ösophagus entweichen kann. Die praktische Handhabung ist im Hinblick auf die in dieser Arbeit untersuchten Parameter jedoch bei beiden Modellen gleich.

3.6.3 Beatmungsmaske

Für den Einsatz in beiden Studien wurde die Ambu[®]-Einweg-Beatmungsmaske (Ambu[®], Dänemark) in der mittleren Größe für Erwachsene gewählt. Diese dichtet durch ihr Luftpolster nach Erfahrung der Studienleiter das Gesicht des benutzten Reanimations-Manikins besser als andere Beatmungsmasken ab.

3.6.4 Beatmungsbeutel

Beide Beatmungshilfen wurden mit einem Beatmungsbeutel (Silikon-Beatmungsbeutel von Laerdal[®], Norwegen) kombiniert. Der Beutel fasst ein Volumen von 1,6 l und produziert bei korrekter Handhabung ein Hubvolumen von bis zu 1,0 l.

3.6.5 Reanimations-Manikin

Die Daten wurden an einem Reanimations-Manikin des Modells Ambu[®]-Airway-Man[™], der Firma Ambu[®], Dänemark erhoben (Abb. 4). Dieses eignet sich nach Erfahrung der Studienleiter durch die Anatomie des Atemwegs sehr gut zur Insertion des Larynxtubus und die Form des Gesichts macht auch die Maskenbeatmung problemlos möglich.

Zudem bietet dieses Reanimations-Manikin die Möglichkeit über einen USB-Anschluss einen Computer anzuschließen und so die Reanimationsleistung als Echtzeit-Kurve aufzuzeichnen und entsprechend auszuwerten (Abb. 5).

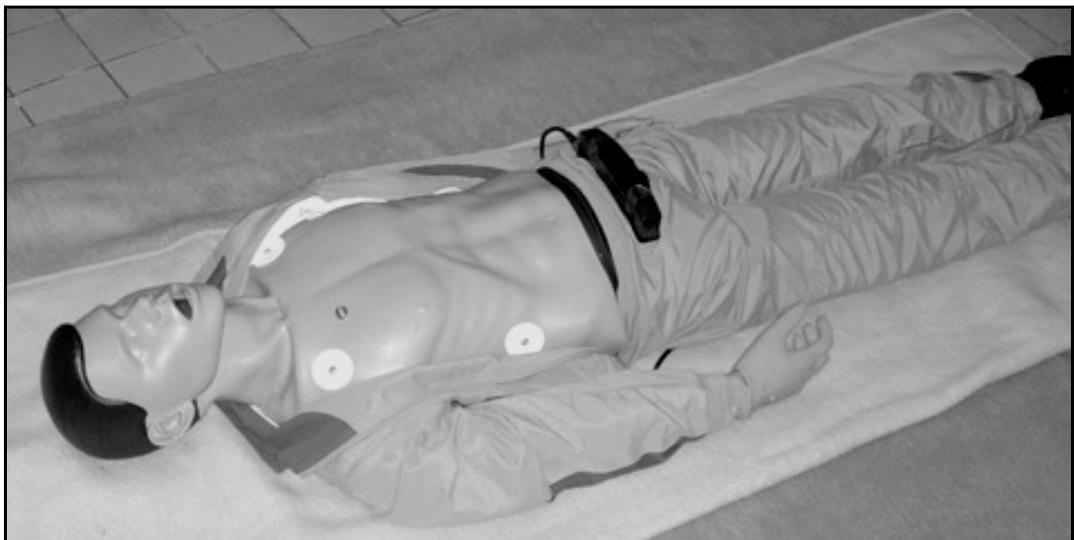


Abb. 4: Das Reanimations-Manikin Ambu[®]-Airway Man[™], Ambu[®], Dänemark

3.6.6 Digitale Datenerhebung

Die digitale Datenerhebung erfolgte durch ein mit dem Reanimations-Manikin über USB-Anschluss verbundenes Notebook. Auf diesem wurde die Reanimationsleistung von der mitgelieferten Ambu[®]-Software registriert, gespeichert und schließlich graphisch dargestellt (Abb. 5).

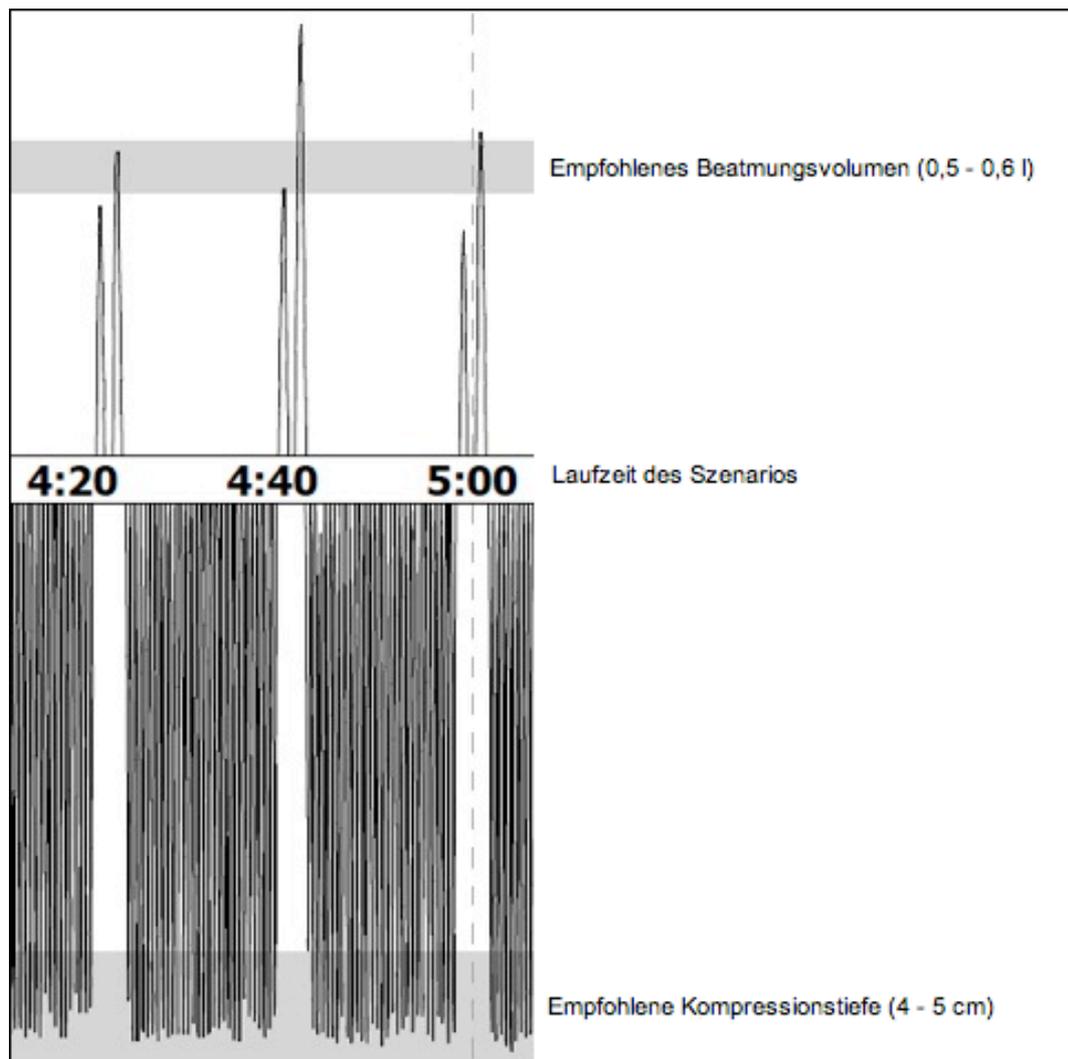


Abb. 5: Ausschnitt aus der digitalen Aufzeichnung des Reanimationsablaufs mit der Ambu[®]-Software

3.6.7 Audiovisuelle Aufzeichnung

Um eine lückenlose Dokumentation der Abläufe zu gewährleisten und einen etwaigen Datenverlust zu vermeiden, wurden die Reanimationsszenarien zusätzlich mit einem VHS-Camcorder aufgezeichnet. Zur Nutzung dieser Aufzeichnungen (z.B. für Präsentationen) baten wir um eine gesonderte schriftliche Zustimmung der Probanden.

3.7 Datenerhebung

Das Ausfüllen der Fragebögen, sowie die Durchführung aller Szenarien der ersten und zweiten Studie wurden zur Einhaltung des Studienprotokolls unter Beobachtung einer nicht an der Studie beteiligten studentischen Hilfskraft durchgeführt.

Die in den Fragebögen erhobenen soziodemographischen Daten wurden in einer Microsoft®-Excel 2003 Tabelle gesammelt (Tab. 1).

Tab. 1: Evaluierete soziodemographische Daten

Soziodemographie
Alter des Probanden
Geschlecht des Probanden
Fachsemesterzahl des Probanden
Bekanntheit des Larynx tubes beim Probanden
Subjektive Sicherheit des Probanden in der Beatmung mit der Maske
Reanimationserfahrung
Erfahrung im Rettungsdienst
Erfahrung auf Intensivstation
Praktisch medizinische Vorausbildungen (Pflege, Rettungsdienst)

Die von der mitgelieferten Ambu®-Software registrierten und gespeicherten Daten der Reanimationsqualität wurden ebenfalls in eine Microsoft®-Excel 2003 Tabelle übertragen (Tab. 2).

Tab. 2: Vom Reanimations-Manikin registrierte Parameter

Parameter		Einheit
Atemminutenvolumen	(AMV)	l /min
Beatmungsfrequenz	(f_V)	Beatmungen /min
Atemzugvolumen (Beatmungsvolumen)	(AZV)	l
Magenbeatmungen		Anzahl
Kompressionstiefe	(K_T)	mm
Kompressionsfrequenz	(f_K)	Thoraxkompressionen /min
Falsche Handposition bei der Thoraxkompression	(K_{FH})	Anzahl
Fehlende / ungenügende Entlastung des Thorax	(K_{UE})	Anzahl

Weitere für die Auswertung interessante Parameter wurden anhand der Datenmitschnitte der Software errechnet und auch in einer Microsoft®-Excel 2003 Tabelle dokumentiert (Tab. 3)

Tab. 3: Errechnete Parameter

Parameter		Einheit
Kompressionszeit		s
„No-Flow-Time“	(NFT)	s
Insertionsversuche des LT		Anzahl
Zeit bis zur ersten Beatmung	(T_{1V})	s
Kompressionen bis zur ersten Beatmung	(K_{1V})	Anzahl
Zeit bis zur ersten suffizienten Beatmung	(T_{1sV})	s

Weitere Parameter wurden zur Auswertung aus dem bestehenden Datensatz errechnet (Tab. 4). Die Parameter T1–T7 sind Zeitmarken. Die Zeitmarke T1 kennzeichnet den Beginn des ersten Zyklus Herzdruckmassage, T2 dessen Ende und somit den Beginn der ersten Beatmungspause. Die Zeitmarke T3 markiert folglich den Beginn des zweiten, T5 den des dritten und T7 des vierten Zyklus Herzdruckmassage. Es wurde der Anteil an Herzdruckmassage ab den Zeitmarken T1–T7 ermittelt und in Prozent von der Gesamtzeit ab der jeweiligen Zeitmarke angegeben.

Exemplarisch flossen die Abschnitte T1, T3, T5 und T7 in die statistische Auswertung der Studie ein, um den Einfluss der Beatmungsmethoden auf den Anteil an Herzdruckmassage in den verschiedenen Zeitabschnitten des Reanimationsablaufs zu untersuchen. In der späteren Auswertung sollten so etwaige Zeitverzögerungen neutralisiert werden, die u.a. durch die Kontrolle der Vitalfunktionen in der Anfangsphase des gesamten Szenarios entstanden (Prüfung von Bewusstsein, Atemwegen und Atmung sowie Aufforderung zum Absetzen des Notrufs). Da im Falle der Nutzung des Larynx-tubus auch die Insertionszeit in diese Anfangsphase fiel, konnte durch Betrachtung der späteren Abschnitte diese ebenfalls neutralisiert werden. Damit wurde ein Vergleich der Anteile an reiner Beatmung und Herzdruckmassage von der Reanimation ermöglicht.

Tab. 4: Spätere Abschnitte der Reanimation

Parameter		Einheit
T1	Anteil der HDM in % von verbleibender Zeit ab Beginn des 1. Zyklus	
T3	Anteil der HDM in % von verbleibender Zeit ab Beginn des 2. Zyklus	
T5	Anteil der HDM in % von verbleibender Zeit ab Beginn des 3. Zyklus	
T7	Anteil der HDM in % von verbleibender Zeit ab Beginn des 4. Zyklus	

HDM: Herzdruckmassage

3.8 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte unter Zuhilfenahme des Statistik-Programms SPSS Version 14.0, SPSS Inc.[®], USA, in deutscher Sprache. Die Daten wurden zunächst deskriptiv ausgewertet und anschließend verglichen.

Die Hauptvariablen wurden mit Hilfe eines gepaarten T-Tests verglichen. Das Signifikanzniveau α wurde vorab auf 0,05 festgelegt. Dies entspricht einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5 %. Normalverteilte und intervallskalierte Daten wurden ebenfalls mit T-Tests verglichen. Ordinal- und nominalskalierte Daten wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test verglichen. Vergleiche mehrerer Gruppen in den Verlaufsuntersuchungen wurden mit einer ANOVA mit Bonferroni-Korrektur durchgeführt.

Die Effektstärke und die davon abhängige Teststärke (Power) für die Hauptvariablen NFT, Kompressionszeit und T1–T7 wurden a posteriori unter Zuhilfenahme des Programms G*Power 3.1 (Universität Düsseldorf) berechnet [27]. Es erfolgte eine Einteilung der Variablen in kleine, mittlere und große Effektstärke nach Cohen [28].

Die Auswertung erfolgte verblindet und wurde durch einen Psychologen sowie durch eine Mathematikerin beratend begleitet.

4 Ergebnisse

4.1 Soziodemographische Ergebnisse

4.1.1 Allgemein

Die Versuchspopulation bestand aus 211 Studierenden des Praktikums „Notfallmedizin“ im Sommersemester 2007. Zwei Personen wurden durch die Beteiligung an der Auswertung der Studie aus der Versuchsgruppe ausgeschlossen. Von den verbleibenden 209 Studierenden gaben alle ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie (n = 209 Probanden). Dies entsprach einer Teilnahmequote von 99,1 %.

Von den Probanden waren 125 Frauen und 84 Männer. Das Alter betrug durchschnittlich 25 Jahre (23 Jahre bis 37 Jahre).

188 Probanden der Versuchspopulation waren Studierende im zehnten Fachsemester, 17 Probanden studierten im neunten Fachsemester. Vier Probanden konnten aufgrund missverständlicher Angaben im Fragebogen keinem Fachsemester zugeordnet werden.

Das Studienkollektiv wurde, wie in Kapitel 3.6.1 beschrieben, im Vorfeld unter anderem zu Erfahrungen in Bezug auf die untersuchten Beatmungsmethoden und auf die subjektive Sicherheit in der Maskenbeatmung befragt. Dabei gaben 50 % der Probanden an, sich im Umgang mit der Beatmungsmaske sicher zu fühlen, 42 % fühlten sich damit jedoch unsicher. Sehr sicher oder sehr unsicher fühlten sich hingegen jeweils nur 3 %. 201 Probanden (96,2 %) gaben an, den Larynxtrachealtubus bereits vor Beginn der Studie gekannt zu haben.

Ebenfalls wurde vorab nach allgemeinen notfallmedizinischen Erfahrungen gefragt, z.B. die Anzahl der bereits miterlebten Reanimationen und ob dabei aktiv mitgearbeitet wurde, sowie Erfahrungen im Bereich der Intensivmedizin bzw. im Rettungsdienst. 26 Probanden hatten Erfahrungen im Rettungsdienst, 90 Probanden hatten bereits einmal eine Reanimation erlebt und 44 hatten dabei sogar aktiv mitgewirkt. Erfahrungen auf der Intensivstation hatten 31 Probanden. 21 Probanden gaben an, eine Ausbildung im Rettungsdienst absolviert zu haben (3 Rettungshelfer/-innen, 16 Rettungssanitäter/-innen, 2 Rettungsassistenten/-innen), 16 Probanden hatten vor Teilnahme an der Studie eine Ausbildung in der Krankenpflege abgeschlossen. Darunter befanden sich 10 Krankenpfleger/-innen und 5 Pflegehelfer/-innen. Ein Proband konnte keiner dieser Subgruppen zugeordnet werden. Mögliche Überschneidungen oder Doppelungen wurden in dieser Auflistung nicht berücksichtigt.

20 % der Probanden waren bereits vor Teilnahme an der Studie in Reanimationsmaßnahmen (BLS- oder ALS-Trainingskurse) ausgebildet worden. Auch hier sind Überschneidungen mit Ausbildungen im Rettungsdienst möglich und wurden in der Auflistung nicht berücksichtigt.

105 Probanden (50,2 %) benutzten bei der Zwei-Helfer-Methode den Larynx-tubus, 104 Probanden (49,7 %) die Beatmungsmaske. Bei der Ein-Helfer-Methode erhielten 103 Probanden (49,3 %) den Larynxtubus und 106 (50,7 %) die Beatmungsmaske.

4.1.2 Zwei-Helfer-Methode

Trotz vorangegangener Randomisierung der Untersuchungsgruppen wurde zunächst retrospektiv geprüft, ob die vorab im Fragebogen evaluierten Einflussgrößen in beiden Studien auf die Untersuchungsgruppen gleich verteilt waren.

Es fanden sich zwischen den zwei Untersuchungsgruppen „BMV“ und „LT“ bei der Zwei-Helfer-Methode keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die erfragten Einflussgrößen.

Es konnte somit in dieser Studie von einer Vergleichbarkeit der zwei Untersuchungsgruppen ausgegangen werden.

4.1.3 Ein-Helfer-Methode

Auch bei der Ein-Helfer-Methode gab es keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die erfragten Einflussgrößen zwischen den Probanden der Gruppe „LT“ und denen der Gruppe „BMV“. Es wurden die gleichen Parameter wie in der ersten Studie vorab untersucht und ebenfalls als gleich verteilt erkannt.

Damit konnte auch in dieser Studie von einer Vergleichbarkeit der zwei Untersuchungsgruppen ausgegangen werden.

4.2 Hauptergebnisse

4.2.1 Zwei-Helfer-Methode

Um die Fragestellung der vorliegenden Arbeit für die Zwei-Helfer-Methode zu beantworten, wurden die gemessenen Zeitspannen mit und ohne erfolgte Herzdruckmassage analysiert um die „No-Flow-Time“ zu ermitteln.

Im Vergleich beider Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Es zeigte sich bei der Maskenbeatmung eine im Mittel 4,4 Sekunden kürzere „No-Flow-Time“ als bei Anwendung des Larynxtubus. Durch Benutzung der

Beatmungsmaske konnte eine Verlängerung der Kompressionszeit um 5,4 Sekunden gezeigt werden. Die Ergebnisse waren statistisch nicht signifikant (Tab. 5).

Der gefundene Mittelwertunterschied bei der „No-Flow-Time“ hatte mit 0,14 eine kleine Effektstärke, die retrospektive Power-Analyse ergab eine Teststärke von 26 %.

Tab. 5: „No-Flow-Time“ und Kompressionszeit bei der Zwei-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
„No-Flow-Time“	83,1 s (\pm 37,3)	78,7 s (\pm 24,5)	4,4	0,131	(-4,2 – 13)
Kompressionszeit	277,7 s (\pm 36,5)	283,2 s (\pm 16,5)	5,4	0,168	(-13,2 – 2,3)

„LT“: Gruppe Larynx-tubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation;
MW: Mittelwert; (SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz; p: p-Wert
(Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); (95% CI): 95 % Konfidenzintervall

Eine Untersuchung des prozentualen Anteils an Herzdruckmassage in den verschiedenen Zeitabschnitten der Reanimation T1–T7 zeigte in den späteren Abschnitten der Reanimation für die Gruppe „BMV“ signifikant höhere Anteile an Herzdruckmassage (Tab. 6). Der Anteil an Herzdruckmassage bei der Maskenbeatmung stieg während der Reanimation von 81,9 % auf 82,4 % an, während er bei Anwendung des Larynx-tubus nach initialem Abfall von 80,3 % bei 79,5 % bzw. 79,4 % Herzdruckmassage blieb (Abb. 6).

Die Mittelwertunterschiede der Werte T3–T7 hatten eine mittlere Effektstärke (T3 = 0,3; T5 = 0,32; T7 = 0,33), die Wahrscheinlichkeit diese Effekte nachzuweisen lag in der retrospektiven Power-Analyse bei 69 % für T3, bzw. 75 % und 76 % für T5 und T7.

Tab. 6: Prozentualer Anteil der Herzdruckmassage der verschiedenen Abschnitte der Reanimationszeit bei der Zwei-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
T1	80,3 % (\pm 10,5)	81,9 % (\pm 5,1)	1,6	0,151	(-3,9 – 0,6)
T3	79,5 % (\pm 11,2)	82,1 % (\pm 5,3)	2,7*	0,028	(-5,1 – -0,3)
T5	79,4 % (\pm 11,5)	82,3 % (\pm 5,6)	2,9*	0,022	(-5,4 – -0,4)
T7	79,4 % (\pm 11,6)	82,4 % (\pm 5,9)	3*	0,019	(-5,5 – -0,5)

„LT“: Gruppe Larynx-tubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation;
MW: Mittelwert; (SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz; p: p-Wert
(*: Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); Δ : Mittelwertdifferenz;
(95% CI): 95 % Konfidenzintervall

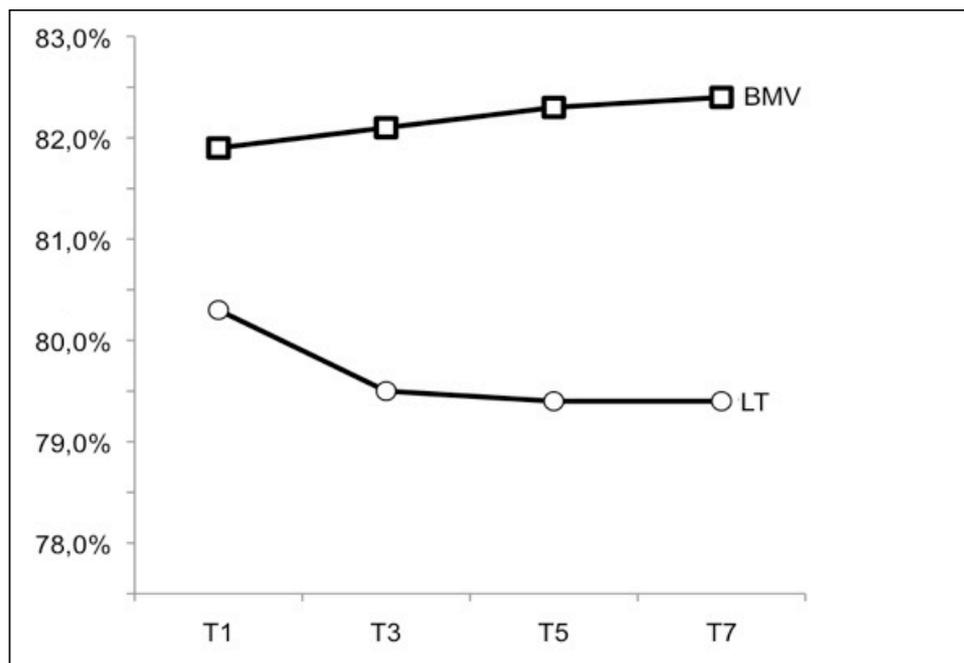


Abb. 6: Anteil der Herzdruckmassage in T1–T7 in der Zwei-Helfer-Methode

Bezogen auf das gesamte Reanimationsszenario ließ sich bei der Zwei-Helfer-Methode durch die Benutzung des Larynx-tubus beim BLS die „No-Flow-Time“ nicht verkürzen. Mit Beginn des zweiten Zyklus (T3) wurde der Anteil an Herzdruckmassage an der gesamten Reanimationsleistung durch den Einsatz des Larynx-tubus signifikant verringert. Die Beatmung mit dem Larynx-tubus bei der Zwei-Helfer-Methode verlängert also die „No-Flow-Time“. Die Nullhypothese muss folglich beibehalten und die Forschungshypothese verworfen werden.

4.2.2 Ein-Helfer-Methode

Um die Fragestellung der vorliegenden Arbeit für die Ein-Helfer-Methode zu beantworten, wurden die gemessenen Zeitspannen mit und ohne erfolgte Herzdruckmassage analysiert.

Es zeigte sich bei der Beatmung beim BLS mit der Ein-Helfer-Methode bei Anwendung des Larynx-tubus eine im Mittel 2,1 Sekunden kürzere „No-Flow-Time“ als bei der Maskenbeatmung. Durch Benutzung des Larynx-tubus konnte eine Verlängerung der Kompressionszeit um durchschnittlich 2,1 Sekunden gezeigt werden. Der Unterschied für den gesamten Zeitraum war jedoch nicht signifikant (Tab. 7).

Der gefundene Mittelwertunterschied hatte mit 0,11 einen kleinen Effekt. Die retrospektive Power-Analyse erbrachte eine Teststärke von 20 %.

Tab. 7: „No-Flow-Time“ und Kompressionszeit bei der Ein-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
„No-Flow-Time“	81,1 s (\pm 22,7)	83,2 s (\pm 13,1)	2,1	0,414	(-7,1 – 2,9)
Kompressionszeit	158,9 s (\pm 22,7)	156,8 s (\pm 13,1)	2,1	0,414	(-2,9 – 7,1)

„LT“: Gruppe Larynxtubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation;
 MW: Mittelwert; (SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz; p: p-Wert
 (*: Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); (95% CI): 95% Konfidenzintervall

Erneut folgte eine Untersuchung des prozentualen Anteils an Herzdruckmassage in den aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten der Reanimation T1–T7. Es zeigte sich in den späteren Abschnitten der Reanimation ein signifikant größerer Anteil an Herzdruckmassage in der Gruppe „LT“ ab dem Zeitpunkt T3 (Tab. 8). Es fiel auf, dass dieser Anteil mit zunehmender Dauer der Reanimation bei Anwendung des Larynxtubus von 67,2 % auf 73,2 % von T1 nach T7 stärker anstieg als bei der Maskenbeatmung. Der Anteil an Herzdruckmassage an der gesamten Reanimationszeit stieg bei der Maskenbeatmung mit zunehmender Dauer der Reanimationszeit nur geringfügig von 66 % auf 67,5 % an (Abb. 7).

Die errechneten Mittelwertunterschiede zeigten mit 0,48 für T3, bzw. 0,59 und 0,68 für T5 und T7 eine große Effektstärke. Die Wahrscheinlichkeit diesen Effekt nachzuweisen lag bei 97 % für T3, sowie 100 % für T5 und T7.

Tab. 8: Prozentualer Anteil der Herzdruckmassage bei der Ein-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
T1	67,2 % (\pm 9,6)	66 % (\pm 5,5)	1,2	0,255	(-0,9 – 3,3)
T3	70,4 % (\pm 9,6)	66,6 % (\pm 5,6)	3,8*	0,001	(1,7 – 6)
T5	72 % (\pm 10,3)	67,1 % (\pm 5,7)	4,9*	<0,001	(2,6 – 7,1)
T7	73,2 % (\pm 10,3)	67,5 % (\pm 5,8)	5,6*	<0,001	(3,3 – 7,9)

„LT“: Gruppe Larynxtubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation;
 MW: Mittelwert; (SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz; p: p-Wert
 (*: Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); (95% CI): 95 % Konfidenzintervall

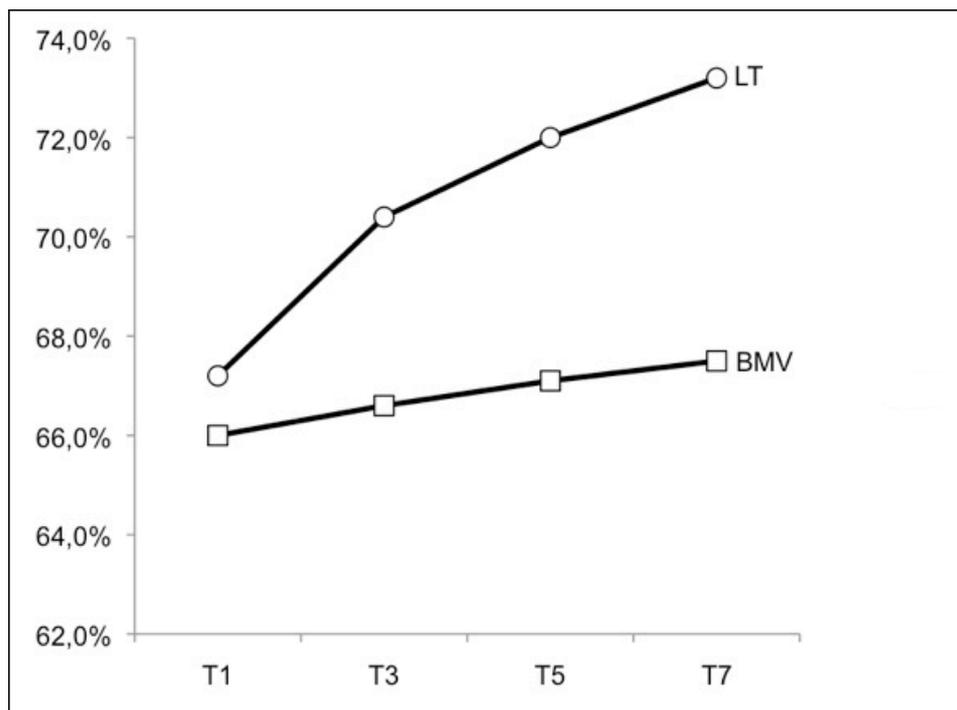


Abb. 7: Anteil der Herzdruckmassage in T1–T7 bei der Ein-Helfer-Methode

Es zeigte sich kein Unterschied in der „No-Flow-Time“ durch den Einsatz des Larynxtubus beim BLS mit der Ein-Helfer-Methode im Vergleich zur Maskenbeatmung bezogen auf die Gesamtreanimationszeit. Jedoch konnte in den späteren Abschnitten T3–T7 gezeigt werden, dass der Einsatz des Larynxtubus mit einem signifikant höheren Anteil an Herzdruckmassage an der Reanimation und einer zunehmender Verkürzung der „No-Flow-Time“ einherging.

Im Verlauf der Reanimation und ohne Berücksichtigung der Anfangsphase des Reanimationsszenarios war die „No-Flow-Time“ folglich in der Gruppe „LT“ signifikant kürzer als in der Gruppe „BMV“. Sieht man also von der Anfangsphase des Reanimationsszenarios ab, muss die Nullhypothese verworfen werden und folglich die Forschungshypothese angenommen werden.

4.3 Nebenergebnisse der Zwei-Helfer-Methode

4.3.1 Insertionsversuche

Die Auswertung der Insertionsversuche erfolgte nur für die Gruppe „LT“. Als ein Maß der Praktikabilität einer Methode zur Sicherung des Atemwegs war dieser Parameter von entsprechender Wichtigkeit. Die Auswertung erfolgte anhand der Videoaufzeichnungen.

Als erfolgloser Insertionsversuch wurde gewertet, wenn der Larynxtubus entweder einmal entlüftet und repositioniert wurde oder be- bzw. entlüftet mit mindestens einem Cuff die Mundhöhle wieder verlassen hatte.

Bei der Zwei-Helfer-Methode benötigten die Probanden im Durchschnitt $1,3 (\pm 0,7)$ Insertionsversuche zur Applikation des ersten Beatmungsvolumens mit dem Larynxtubus. Beim ersten Versuch erreichten 82 von 105 Probanden der Gruppe „LT“ (78,1 %) eine erfolgreiche Platzierung des Larynxtubus. Es wurden maximal fünf Versuche benötigt.

4.3.2 Zeiten bis zur ersten Beatmung

Die Zeitspannen bis zur Applikation des ersten Beatmungsvolumens wurden analysiert. Dafür wurden der Zeitpunkt der ersten registrierten Beatmung (T_{1V}) und der ersten suffizienten Beatmung (T_{1sV}) aus dem digitalen Mitschnitt der Reanimationssoftware ausgemessen (Abb. 5). Eine suffiziente Beatmung wurde in Bezug auf die ERC Leitlinien von 2005 auf ein appliziertes Beatmungsvolumen von $> 0,5$ l festgelegt. Um festzustellen, ob die Probanden diese Zeitspanne effektiv für die Herzdruckmassage nutzten, wurden die einzelnen Thoraxkompressionen bis zum Zeitpunkt T_{1V} ausgezählt und als K_{1V} bezeichnet.

Die Zeitspanne bis zur ersten Beatmung (T_{1V}) war bei der Zwei-Helfer-Methode bei Maskenbeatmung mit durchschnittlich 34 Sekunden signifikant kürzer als bei Benutzung des Larynxtubus. Mit dem Larynxtubus wurde die erste Beatmung durchschnittlich erst nach 61,5 Sekunden verabreicht. Zur Applikation der ersten suffizienten Beatmung (T_{1sV}) benötigten die Probanden mit der Beatmungsmaske im Durchschnitt 41,3 Sekunden, mit dem Larynxtubus 67,7 Sekunden. Der Mittelwertunterschied von 26,5 Sekunden erwies sich als statistisch signifikant ($p < 0,001$). Es wurden in der Zeit bis zur ersten Beatmung in der Gruppe „LT“ im Mittel 79,6 Thoraxkompressionen (K_{1V}) verabreicht, in der Gruppe „BMV“ nur 33,8. Auch hier erwies sich der Mittelwertunterschied von 45,9 als statistisch signifikant (Tab. 9).

Tab. 9: Zeitspannen und Thoraxkompressionen bis zur ersten Beatmung bei der Zwei-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
T_{1V}	61,5 s (\pm 28,8)	34 s (\pm 15,8)	27,5*	<0,001	(21,1 – 33,8)
T_{1sV}	67,7 s (\pm 41,3)	41,3 s (\pm 32,3)	26,5*	<0,001	(36,8 – 55)
K_{1V}	79,6 (\pm 42,8)	33,8 (\pm 20)	45,9*	<0,001	(16,4 – 36,6)

„LT“: Gruppe Larynxtubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation;
 T_{1V} : Zeit bis zur ersten Beatmung; T_{1sV} : Zeit bis zur ersten suffizienten Beatmung;
 K_{1V} : Thoraxkompressionen bis zur ersten Beatmung; MW: Mittelwert;
(SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz; p: p-Wert
(*: Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); (95% CI): 95 % Konfidenzintervall

Durch die Anwendung des Larynxtubus zur Beatmung beim BLS mit der Zwei-Helfer-Methode kam es zu einer signifikant späteren Applikation des ersten und des ersten suffizienten Beatmungsvolumens. Die Zeitspanne wurde durch signifikant mehr Thoraxkompressionen überbrückt.

4.3.3 Beatmung

Für die Beurteilung der Eignung des Larynxtubus für BLS mit der Zwei-Helfer-Methode waren auch die Parameter der Beatmungsqualität interessant. Es wurden die von der Software des Reanimations-Manikins ermittelten Werte für das Atemminutenvolumen (AMV), das Beatmungs- oder Atemzugvolumen (AZV) und die Beatmungsfrequenz (f_v) zwischen den Untersuchungsgruppen verglichen. Schließlich wurde die Anzahl der Magenbeatmungen als ein weiterer wichtiger Parameter der Beatmungsqualität ausgezählt.

Das AMV zeigte sich mit 4,5 l/min in der Gruppe „LT“ um 1,1 l/min signifikant größer als in der Gruppe „BMV“. Das durchschnittlich insufflierte AZV war mit 0,8 l bei Nutzung des Larynxtubus ebenfalls um 0,3 l signifikant größer als bei der Maskenbeatmung. Zwischen den Beatmungsfrequenzen wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt; mit der Maskenbeatmung wurden 5,9 und mit dem Larynxtubus 5,7 Beatmungen pro Minute durchgeführt (Tab. 10).

Tab. 10: Beatmungsleistung der Zwei-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
AMV	4,5 l/min (\pm 2)	3,4 l/min (\pm 1,7)	1,1*	<0,001	(0,6 – 1,6)
f_v	5,7 /min (\pm 3,1)	5,9 /min (\pm 3)	0,1	0,79	(-0,9 – 0,7)
AZV	0,8 l (\pm 0,4)	0,6 l (\pm 0,3)	0,3*	<0,001	(0,2 – 0,4)

„LT“: Gruppe Larynxtubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation;
 AMV: Atemminutenvolumen; f_v : Beatmungsfrequenz; AZV: Atemzugvolumen;
 MW: Mittelwert; (SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz; p: p-Wert
 (Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); (95% CI): 95 % Konfidenzintervall

Der vom ERC 2005 empfohlene Bereich für eine adäquate Beatmung lag bei einem Atemzugvolumen zwischen 0,5 l und 0,6 l [26]. Bei Betrachtung der durchschnittlichen Beatmungsvolumina aller Probanden der Zwei-Helfer-Methode fiel auf, dass deutlich mehr Probanden mit der Maskenbeatmung diesen adäquaten Bereich erreichten („LT“: 8 vs. „BMV“: 31; $p < 0,001$). Mit dem Larynxtubus wurden signifikant häufiger zu große Volumina appliziert ($p < 0,001$). In der Gruppe „LT“ beatmeten 76 Probanden mit durchschnittlich über 0,6 l liegenden Beatmungsvolumina. In der Gruppe „BMV“ waren es nur 39. Ebenso war bei 34 Probanden der Gruppe „BMV“ das durchschnittlich insufflierte Beatmungsvolumen zu klein ($AZV < 0,5$ l), in der Gruppe „LT“ kam dies nur 21 mal vor ($p = 0,042$) (Abb. 8).

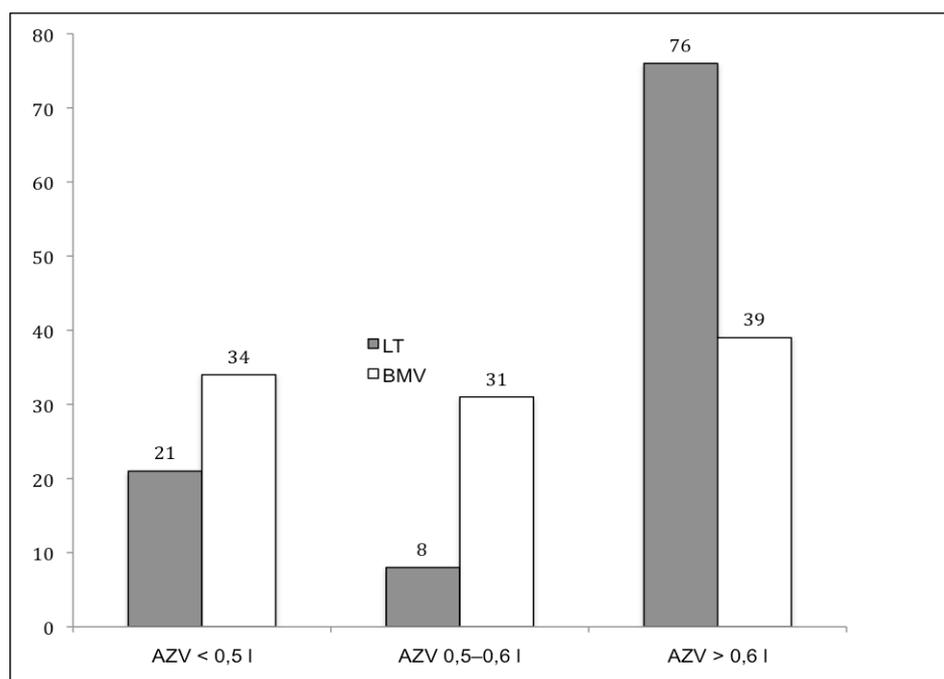


Abb. 8: Verteilung der mittleren Atemzugvolumina bei der Zwei-Helfer-Methode; Einteilung nach den Empfehlungen des ERC aus dem Jahr 2005 [26]

Das Reanimations-Manikin detektierte beim Einsatz des Larynx tubes keine Magenbeatmungen. Bei der Maskenbeatmung kam es zu insgesamt 150 Magenbeatmungen, durchschnittlich 1,4 pro Reanimation.

Zusammenfassend führte die Nutzung des Larynx tubes beim BLS nach der Zwei-Helfer-Methode zur Verabreichung durchschnittlich signifikant größerer Beatmungsvolumina bei gleicher Beatmungsfrequenz. Mit der Maskenbeatmung lagen die Beatmungsvolumina im Durchschnitt häufiger im 2005 vom ERC empfohlenen Größenbereich. Die Nutzung des Larynx tubes führte zur häufigeren Verabreichung zu großer Beatmungsvolumina. Die Maskenbeatmung hatte jedoch im Gegensatz zum Larynx tube ein erhöhtes Risiko für Magenbeatmungen.

4.3.4 Herzdruckmassage

Die Qualität einer Reanimation und damit auch das Outcome hängt wesentlich von der Qualität der Herzdruckmassage ab [1]. Parameter wie die Kompressionsfrequenz (f_K) oder -tiefe (K_T), falsch gewählte Handpositionen (K_{FH}) oder ungenügende bzw. fehlende Entlastungen (K_{UE}) des Thorax nach erfolgter Kompression wurden entsprechend der ERC Leitlinien von 2005 automatisch vom Reanimations-Manikin registriert [26]. Sie wurden in dieser Arbeit als Parameter

der Qualität der Herzdruckmassage herangezogen. Es wurde untersucht, ob die Benutzung einer der Beatmungshilfen bei der Zwei-Helfer-Methode diese Parameter beeinflusst.

Die Probanden der Gruppe „LT“ führten die Herzdruckmassage mit einer mittleren Kompressionsfrequenz (f_K) von 111 /min durch, die der Gruppe „BMV“ mit durchschnittlich 110,8 /min. Die Kompressionstiefe (K_T) betrug durchschnittlich 39,1 mm bei Anwendung des Larynx-tubus und 38,7 mm bei der Maskenbeatmung. Die mittleren Kompressionsfrequenzen sowie -tiefen waren im Vergleich beider Gruppen nicht signifikant unterschiedlich.

Unterschiede waren in der mittleren Anzahl der falsch gewählten Handpositionen („LT“ 45,5 vs. „BMV“ 23,5) und ungenügenden bzw. fehlenden Entlastung des Thorax („LT“ 38,9 vs. „BMV“ 29,5) zu erkennen, erwiesen sich jedoch ebenfalls als nicht signifikant (Tab. 11).

Tab. 11: Qualität der Herzdruckmassage bei der Zwei-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
f_K	111 /min ($\pm 12,8$)	110,8 /min ($\pm 12,4$)	0,2	0,908	(-3,2 – 3,6)
K_T	39,1mm ($\pm 6,5$)	38,7mm ($\pm 6,2$)	0,4	0,384	(-1,3 – 2,1)
K_{FH}	45,5 ($\pm 113,5$)	23,5 ($\pm 70,7$)	22	0,094	(-3,8 – 47,9)
K_{UE}	38,9 (± 93)	29,5 (± 65)	9,4	0,399	(-12,5 – 31,3)

„LT“: Gruppe Larynx-tubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation;
 f_K : Kompressionsfrequenz; K_T : Kompressionstiefe; K_{FH} : Kompressionen mit falsch gewählter Handposition; K_{UE} : Kompressionen mit fehlender / ungenügender Entlastung; MW: Mittelwert; (SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz; p: p-Wert (Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); (95% CI): 95 % Konfidenzintervall

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Qualität der Herzdruckmassage beim BLS mit der Zwei-Helfer-Methode durch die Anwendung des Larynx-tubus oder der Beatmungsmaske.

4.4 Nebenergebnisse der Ein-Helfer-Methode

4.4.1 Insertionsversuche

Es erfolgte die Auswertung der Insertionsversuche für die Gruppe „LT“ bei der Ein-Helfer-Methode.

Die Probanden benötigten im Mittel 1,2 Versuche ($\pm 0,5$) bis zur erfolgreichen Platzierung des Larynx-tubus. Beim ersten Versuch erreichten 89 von 103 Probanden der Gruppe „LT“ (86,4 %) eine erfolgreiche Platzierung des Larynx-tubus. Es wurden maximal vier Versuche benötigt.

4.4.2 Zeiten bis zur ersten Beatmung

Es wurden weiterhin die Zeitspannen bis zur Applikation der ersten Beatmungsvolumina für die Ein-Helfer-Methode analysiert.

Die Zeitspanne bis zur ersten Beatmung (T_{1V}) war bei der Ein-Helfer-Methode mit der Maskenbeatmung mit 40,2 Sekunden im Mittel signifikant kürzer als bei Anwendung des Larynxtubus ($p < 0,001$). Mit dem Larynxtubus wurde die erste Beatmung nach 73,1 Sekunden registriert. Zur Applikation des ersten suffizienten Beatmungsvolumens (T_{1SV}) benötigten die Probanden mit der Maske im Durchschnitt 56,8 Sekunden, mit dem Larynxtubus 74,9 s. Der Mittelwertunterschied von 18,1 s erwies sich als statistisch signifikant ($p = 0,009$). Es wurden in der Zeit bis zur ersten Beatmung in der Gruppe „LT“ durchschnittlich 71,6 Thoraxkompressionen (K_{1V}) verabreicht, in der Gruppe „BMV“ nur 47,5. Auch hier erwies sich der Mittelwertunterschied von 24,2 als statistisch signifikant ($p < 0,001$) (Tab. 12).

Tab. 12: Zeitspannen und Thoraxkompressionen bis zur ersten Beatmung bei der Ein-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
T_{1V}	73,1 s ($\pm 35,2$)	40,2 s ($\pm 41,8$)	32,9*	<0,001	(22 – 43,8)
T_{1SV}	74,9 s ($\pm 34,8$)	56,8 s ($\pm 50,4$)	18,1*	0,009	(4,6 – 35,6)
K_{1V}	71,6 ($\pm 38,2$)	47,5 ($\pm 42,9$)	24,2*	<0,001	(4,6 – 35,6)

„LT“: Gruppe Larynxtubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation;
 T_{1V} : Zeit bis zur ersten Beatmung; T_{1SV} : Zeit bis zur ersten suffizienten Beatmung;
 K_{1V} : Thoraxkompressionen bis zur ersten Beatmung; MW: Mittelwert;
(SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz;
p: p-Wert (*: Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); (95% CI): 95 % Konfidenzintervall

Auch bei der Ein-Helfer-Methode ließen sich das erste Beatmungsvolumen sowie das erste suffiziente Beatmungsvolumen mit der Maskenbeatmung schneller als mit dem Larynxtubus applizieren. Bei Anwendung des Larynxtubus resultierte dies in der Verabreichung von signifikant mehr Thoraxkompressionen bis zum Zeitpunkt der ersten Beatmung.

4.4.3 Beatmung

Es wurden die von der Software des Reanimations-Manikins ermittelten Werte für das AMV, das AZV und die Beatmungsfrequenz (f_V) als Kriterien der Qualität der Beatmung für die Ein-Helfer-Methode verglichen. Schließlich wurden erneut

die Magenbeatmungen als ein weiterer, wichtiger Parameter der Beatmungsqualität ausgezählt.

Das durchschnittliche AMV war mit 2,5 l/min in der Gruppe „LT“ um 1,1 l/min signifikant größer als in der Gruppe „BMV“ ($p < 0,001$). Das durchschnittlich insufflierte AZV war mit 0,4 l mit dem Larynxtubus ebenfalls um 0,1 l signifikant größer als bei der Maskenbeatmung ($p < 0,001$). Bei der Beatmungsfrequenz (f_v) fand sich in dieser Methode ein signifikanter Unterschied von 1,4 Beatmungen pro Minute mehr bei Anwendung des Larynxtubus ($p < 0,001$) (Tab.13).

Tab. 13: Beatmungsleistung bei der Ein-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
AMV	2,5 l/min ($\pm 1,9$)	1,3 l/min ($\pm 0,9$)	1,1*	<0,001	(0,7 – 1,5)
f_v	5,4 /min ($\pm 2,8$)	4,1 /min ($\pm 2,1$)	1,4*	<0,001	(0,7 – 2)
AZV	0,4 l ($\pm 0,2$)	0,3 l ($\pm 0,1$)	0,1*	<0,001	(0,1 – 0,1)

„LT“: Gruppe Larynxtubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation; AMV: Atemminutenvolumen; f_v : Beatmungsfrequenz; AZV: Atemzugvolumen; MW: Mittelwert; (SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz; p: p-Wert (*: Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); (95% CI): 95 % Konfidenzintervall

Der 2005 vom ERC empfohlene Bereich für ein adäquates Beatmungsvolumen lag zwischen 0,5 l und 0,6 l je Beatmung [26]. Bei Betrachtung der durchschnittlichen Beatmungsvolumina aller Probanden fiel auf, dass bei der Ein-Helfer-Methode deutlich mehr Probanden mit dem Larynxtubus als mit der Beatmungsmaske diesen Bereich erreichten („LT“: 35 vs. „BMV“: 9; $p < 0,001$). Mit dem Larynxtubus wurde vier mal ein durchschnittlich zu großes Beatmungsvolumen (nach ERC Leitlinien von 2005) appliziert; mit der Maske kam dies nicht vor. Es ließ sich jedoch kein signifikanter Unterschied nachweisen ($p = 0,057$). Mit dem Larynxtubus wurden zudem seltener Volumina unter 0,5 l als mit der Beatmungsmaske appliziert („LT“: 64 vs. „BMV“: 97; $p < 0,001$) (Abb. 9).

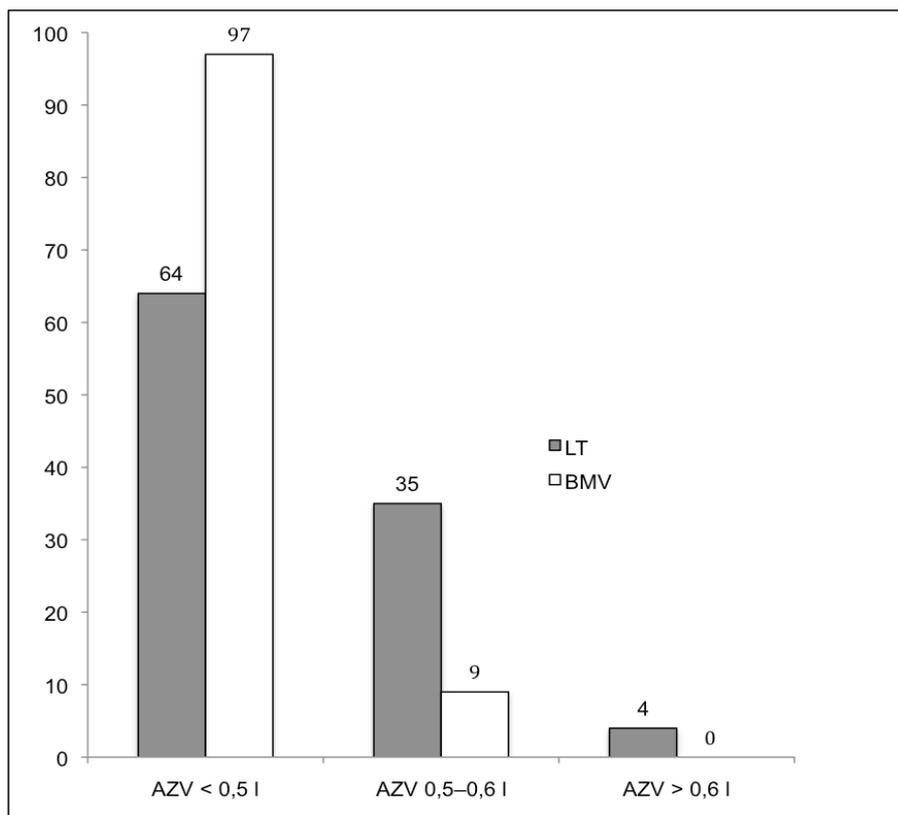


Abb. 9: Verteilung der mittleren Atemzugvolumina bei der Ein-Helfer-Methode; Einteilung nach den Empfehlungen des ERC aus dem Jahr 2005 [26]

Die Software des Reanimations-Manikins registrierte bei Nutzung des Larynx-tubus für BLS mit der Ein-Helfer-Methode keine Magenbeatmung. Bei Maskenbeatmung wurde insgesamt 15 mal der Magen beatmet (durchschnittlich 0,14 Magenbeatmungen pro Reanimation).

Zusammenfassend führte bei der Ein-Helfer-Methode die Nutzung des Larynx-tubus zur Applikation signifikant höherer Beatmungsvolumina bei einer signifikant höheren Beatmungsfrequenz. Die Mehrzahl der Beatmungen war bei beiden Beatmungsmethoden unter dem 2005 vom ERC empfohlenen Bereich [26]. Im empfohlenen Bereich wurde häufiger mit dem Larynxtubus beatmet. Es wurden insgesamt selten Beatmungsvolumina oberhalb der maximal empfohlenen 0,6 l appliziert. Insgesamt wurde im Vergleich beider Beatmungsmethoden dabei jedoch kein signifikanter Unterschied gefunden. Die Maskenbeatmung hatte auch bei der Ein-Helfer-Methode eine erhöhte Inzidenz für Magenbeatmungen im Vergleich mit dem Larynxtubus.

4.4.4 Herzdruckmassage

Als Parameter der Qualität der Herzdruckmassage für die Ein-Helfer-Methode wurden wieder die Kompressionsfrequenz (f_K) oder -tiefe (K_T), falsch gewählte Handpositionen (K_{FH}) oder fehlende Entlastungen (K_{UE}) des Thorax nach erfolgter Kompression herangezogen. Anhand dieser Parameter wurde untersucht, ob eine der Beatmungsmethoden die Herzdruckmassage beeinflusst.

Die Probanden der Gruppe „LT“ führten die Herzdruckmassage mit einer Kompressionsfrequenz von 108,9/min durch, die der Gruppe „BMV“ mit 106,9/min. Die Kompressionstiefe lag bei 38,1 mm bei Anwendung des Larynx-tubus und 37,1 mm bei der Maskenbeatmung. Die Kompressionsfrequenzen sowie -tiefen waren also im Vergleich beider Gruppen annähernd gleich. Unterschiede waren in der Anzahl der falsch gewählten Handpositionen (Gruppe „LT“: 63,3 vs. Gruppe „BMV“: 78,6) und ungenügenden bzw. fehlenden Entlastungen (Gruppe „LT“: 19,8 vs. Gruppe „BMV“: 12,9) zu erkennen, erwiesen sich aber nicht als statistisch signifikant (Tab. 14).

Tab. 14: Qualität der Herzdruckmassage bei der Ein-Helfer-Methode

	„LT“ MW (SD)	„BMV“ MW (SD)	Δ	p	(95% CI)
f_K	108,9 /min ($\pm 11,9$)	106,9 /min ($\pm 10,3$)	2	0,204	(-1,1 – 5)
K_T	38,1 mm ($\pm 7,9$)	37,1 mm ($\pm 7,9$)	1	0,36	(-1,2 – 3,2)
K_{FH}	63,3 ($\pm 89,5$)	78,6 ($\pm 93,5$)	15,2	0,23	(-40,2 – 9,7)
K_{UE}	19,8 ($\pm 52,4$)	12,9 ($\pm 38,9$)	7	0,277	(-5,6 – 19,5)

„LT“: Gruppe Larynx-tubus; „BMV“: Gruppe Beutel-Masken-Ventilation;
 f_K : Kompressionsfrequenz; K_T : Kompressionstiefe; K_{FH} : Kompressionen mit falsch gewählter Handposition; K_{UE} : Kompressionen mit fehlender / ungenügender Entlastung; MW: Mittelwert; (SD): Standardabweichung; Δ : Mittelwertdifferenz; p: p-Wert (Signifikanzniveau $\alpha < 0,05$); (95% CI): 95 % Konfidenzintervall

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Qualität der Herzdruckmassage auch bei der Ein-Helfer-Methode nicht durch die Nutzung einer der beiden Beatmungshilfen beeinflusst wird.

4.5 Zwei- und Ein-Helfer-Methode im Vergleich

Nach Auswertung der Ergebnisse beider Studien folgten explorativ post-hoc Untersuchungen auf Differenzen in den Leistungen zwischen der Zwei- und der Ein-Helfer-Methode.

Es wurden zuerst Verlaufgruppen gebildet um zu prüfen, ob die Verkürzung der „No-Flow-Time“ in der zweiten Studie auf einen Lerneffekt bei der Anwendung

des Larynxtubus zurück zu führen sein könnte. Probanden der Gruppe „BMV-BMV“ beatmeten in beiden Studien mit der Beatmungsmaske; Probanden der Gruppe „BMV-LT“ zuerst in der Zwei-Helfer-Methode mit der Beatmungsmaske, in der nachfolgenden Studie zur Ein-Helfer-Methode mit dem Larynxtubus. Analog dazu benutzten Probanden der Gruppe „LT-BMV“ zuerst in der Zwei-Helfer-Methode den Larynxtubus und anschließend in der Ein-Helfer-Methode die Beatmungsmaske. Die Probanden der Gruppe „LT-LT“ wandten in beiden Studien den Larynxtubus an. Ein Lerneffekt würde sich folglich in signifikant besseren Ergebnissen der Gruppe „LT-LT“ im Vergleich zur Gruppe „LT-BMV“ zeigen.

Es fiel auf, dass die Gruppe „LT-LT“ im Abschnitt T7 signifikant höhere Anteile an Herzdruckmassage erzielte als die Gruppe „LT-BMV“ („LT-LT“: 72,5 % vs. „LT-BMV“: 67,6 %; $p = 0,020$; 95% CI: 0,5 – 9,2). In den Abschnitten T1 bis T5 ließen sich keine signifikanten Unterschiede finden. Auch bei Betrachtung des Atemminutenvolumens (AMV: „LT-LT“: 2,6 l/min vs. „LT-BMV“: 1,3 l/min; $p < 0,001$; 95% CI: 0,6 – 2,1) und Beatmungsvolumens (AZV: „LT-LT“: 0,4 l vs. „LT-BMV“: 0,3 l; $p = 0,020$; 95% CI: 0,0 – 0,2), sowie der Beatmungsfrequenz (f_V : „LT-LT“: 5,6 /min vs. „LT-BMV“: 3,8 /min; $p = 0,020$; 95% CI: 0,5 – 3,1) erreichte die Gruppe „LT-LT“ höhere Werte. Die Zeiten und Thoraxkompressionen bis zur ersten und bis zur ersten suffizienten Beatmung wurden aufgrund der in der Initialphase der Reanimationsszenarien nicht vergleichbaren Bedingungen (Untersuchungen am Reanimations-Manikin sowie die verschiedenen Insertionstechniken) nicht miteinander verglichen.

Für die Gruppe „BMV-BMV“ ließ sich im Vergleich mit der Gruppe „BMV-LT“ keinerlei signifikante Verbesserung in irgendeinem der untersuchten Parameter finden.

Ein Lerneffekt bei zweimaliger Anwendung des Larynxtubus ließ sich also anhand unserer Ergebnisse nicht ausschließen. Die Anzahl der durchschnittlich benötigten Insertionsversuche konnten durch eine wiederholte Benutzung des Larynxtubus jedoch nicht reduziert werden (Insertionsversuche: „LT-LT“: 1,2 vs. „BMV-LT“: 1,2; $p = 0,718$; 95% CI: -0,2 – 0,2). Die zweimalige Anwendung der Beatmungsmaske führte zu keiner signifikanten Verbesserung der Leistung.

Um Hinweise auf eventuell bestehende Unterschiede in der Qualität der Herzdruckmassage zwischen der Zwei- und der Ein-Helfer-Methode zu finden, wurden die mittleren Kompressionsfrequenzen und -tiefen aller Probanden beider Beatmungsmethoden der ersten Studie mit denen der zweiten Studie explorativ

verglichen. Die Anzahlen der Kompressionen mit fehlender bzw. ungenügender Entlastung, sowie mit falsch gewählter Handposition wurden zur Vergleichbarkeit auf die Minute umgerechnet und ebenfalls verglichen.

Im Vergleich der Qualität der Herzdruckmassage zwischen Ein- und Zwei-Helfer-Methode zeigte sich, dass die Anzahl der falsch gewählten Handpositionen bei der Ein-Helfer-Methode (MW: 17,7 /min) mit einer Mittelwertdifferenz von 11,9 /min signifikant ($p < 0,001$; 95% CI: -15,9 – -7,9) höher war als bei der Zwei-Helfer-Methode (MW: 5,8 /min) (Abb. 10). Ein Unterschied zwischen den beiden Beatmungsmethoden ließ sich dabei nicht zeigen.

Die Anzahl der Kompressionen mit ungenügender oder fehlender Entlastung war bei der Zwei-Helfer-Methode mit 5,5/min zwar größer als bei der Ein-Helfer-Methode mit 4,1/min, ein signifikanter Unterschied ließ sich jedoch nicht nachweisen ($p = 0,235$; 95% CI: -0,9 – 3,8). Die mittlere Kompressionstiefe zeigte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede (Ein-Helfer-Methode: 37,6 mm vs. Zwei-Helfer-Methode: 38,9 mm; $p = 0,129$; 95% CI: -0,1 – 2,6). Die durchschnittliche Kompressionsfrequenz war mit 107,9 /min im Ein-Helfer-Modell jedoch signifikant niedriger als im Zwei-Helfer-Modell mit 110,9 /min ($p = 0,006$; 95% CI: -15,9 – -7,9).

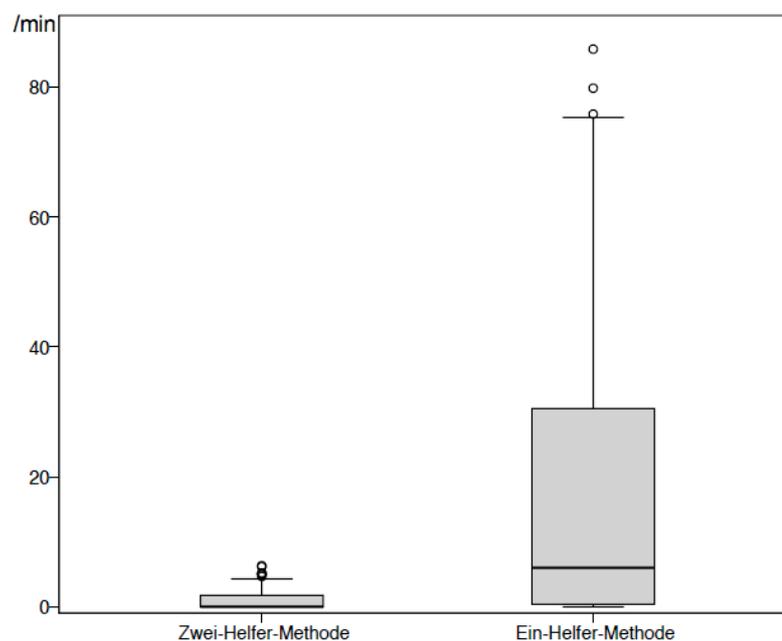


Abb. 10: Anzahl der falsch gewählten Handposition pro Minute bei Zwei- und Ein-Helfer-Methode (K_{FH}).

Beim Vergleich der Qualität der Herzdruckmassage zwischen der Zwei- und Ein-Helfer-Methode wurden die Thoraxkompressionen bei der Ein-Helfer-Methode häufiger mit einer falsch gewählten Handposition durchgeführt. Die Frequenz mit der die Thoraxkompressionen ausgeführt wurden, zeigte sich im Ein-Helfer-Modell signifikant niedriger. Es wurden keine weiteren signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Qualität der Herzdruckmassage gefunden.

5 Diskussion

5.1 Soziodemographische Verteilung

Es konnte mit 209 Probanden aus der Gesamtpopulation von 211 Studierenden eine sehr hohe Teilnahmequote von 99,1 % erreicht werden. Es waren deutlich mehr Frauen als Männer im Studienkollektiv enthalten, was auch dem aktuellen Trend an deutschen medizinischen Fakultäten entspricht, an denen deutlich mehr Frauen als Männer das Fach Humanmedizin studieren [29]. Das Geschlechterverhältnis findet sich durch die Randomisierung auch in den beiden Untersuchungsgruppen, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Ergebnisse in diesem Punkt repräsentativ für Studierende der Humanmedizin in Deutschland sind. Da die Probanden durch das Studium der Humanmedizin grundlegende medizinische Kenntnisse erworben haben, die in der Allgemeinheit nicht vorhanden sind, ist diese Studie sicherlich nicht ohne weiteres auf die Allgemeinheit übertragbar. Jedoch dürften die Ergebnisse dieser Studien auch auf Studierende des praktischen Jahres, auf Ärzte und Zahnärzte, sowie auf Rettungsdienst- und Pflegepersonal anwendbar sein.

Trotz einer intensiven Ausbildung in der Maskenbeatmung bezeichnete sich immer noch fast die Hälfte der Probanden in der Maskenbeatmung als unsicher. Zwar fühlte sich die andere Hälfte im Umgang mit der Beatmungsmaske sicher, dieses Ergebnis spricht aber für den hohen Ausbildungsaufwand der betrieben werden muss, um sich im Umgang mit dieser Beatmungshilfe sicher zu fühlen. Dieser hohe Ausbildungsaufwand um einen sicheren Umgang mit der Beatmungsmaske zu erreichen ist bereits bekannt [30]. Insgesamt könnte also eine längere Ausbildungszeit in der Maskenbeatmung zur Erlangung einer ausreichenden subjektiven Selbstsicherheit notwendig sein.

Betrachtet man jedoch die Ergebnisse der Beatmungsqualität unserer Probanden in Zusammenschau mit internationalen Daten zur Maskenbeatmung, findet man bei noch viel höherem Ausbildungsaufwand immer noch vergleichbare, oder sogar schlechtere Ergebnisse. Beispielsweise findet sich in einer Untersuchung von Kurola et al. aus dem Jahr 2004 sogar nur ein AMV von 2,6 l/min bei der Maskenbeatmung [31]. Vor der Untersuchung wurden die Probanden hier über 20 Unterrichtsstunden in Atemwegsmanagement (Endotracheale Intubation, Maskenbeatmung und supraglottische Atemwegshilfen) sowohl praktisch als auch theoretisch ausgebildet [31]. Vor Durchführung unserer ersten Studie lagen nur fünf Praktikumstermine mit (kumulativ) je einer halben Stunde praktischer Übungszeit hinter den Probanden, sie erzielten bei der Maskenbeatmung ein

AMV von 3,4 l/min. Es liegt also die Vermutung nahe, dass die Probanden unserer Studie ihre Fertigkeiten in Bezug auf die Maskenbeatmung zu schlecht einschätzten.

Im Hinblick auf bestehende Erfahrungen und Ausbildungen, enthielt das Studienkollektiv viele Probanden, die bereits einmal eine Reanimation miterlebt oder sogar aktiv mitgewirkt hatten. Auch finden sich im Kollektiv einige Probanden mit bereits abgeschlossenen medizinisch-praktischen Ausbildungen. Wir gingen davon aus, dass diese Probanden erfahrener waren, als man dies bei Studierenden des neunten und zehnten Fachsemesters erwarten könnte. Wir gingen davon aus, dass hier ein möglicher Bias hätte entstehen können, der jedoch durch die Randomisierung ausgeschlossen wurde.

5.2 Zwei-Helfer-Methode

5.2.1 Einfluss des Larynxtubus auf die „No-Flow-Time“

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Auswirkung des Larynxtubus auf die „No-Flow-Time“ beim BLS im Vergleich zur Maskenbeatmung zu untersuchen. Bei der Zwei-Helfer-Methode konnte durch Einsatz des Larynxtubus beim BLS jedoch kein verkürzender Effekt auf die gesamte „No-Flow-Time“ gezeigt werden. Bei Betrachtung des Ergebnisses muss aber beachtet werden, dass die Anfangsphase des Reanimationsszenarios durch die Überprüfung von Bewusstsein, Atemweg und Atmung sowie durch die Aufforderung einen Notruf abzusetzen interindividuell unterschiedlich verlängert wurde. Erst im Anschluss an diese Phase begann die eigentliche Reanimation. Es erfolgte daher die gesonderte Betrachtung der verschiedenen Zeitabschnitte des Reanimations-szenarios (T1 bis T7), um den Einfluss der Anfangsphase sowie der Insertionszeit des Larynxtubus auf die „No-Flow-Time“ zu verringern. Da bei der Zwei-Helfer-Methode die Zeitspanne der Platzierung des Larynxtubus mit kontinuierlicher Herzdruckmassage durch den zweiten Helfer überbrückt wurde, entstand somit eine längere Kompressionszeit im Vergleich zur Maskenbeatmung.

Bei Betrachtung der späteren Zeitabschnitte (T3 bis T7) der Reanimation zeigte sich eine signifikante Verlängerung der „No-Flow-Time“ durch den Einsatz des Larynxtubus. Je später der betrachtete Abschnitt, desto größer war der gefundene Unterschied. Die Verlängerung der „No-Flow-Time“ durch den Einsatz des Larynxtubus ließ sich folglich nicht auf eine möglicherweise verlängerte Insertionszeit zurückführen, die aus der Unerfahrenheit der Probanden hätte

entstehen können. Auch die Beatmungsfrequenzen konnten als Ursache für die Verlängerung der „No-Flow-Time“ ausgeschlossen werden, da diese ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen der Maskenbeatmung und dem Larynxtubus aufwiesen.

Interessant sind die unterschiedlichen Beatmungsvolumina (AZV und AMV) in beiden Gruppen. Wir fanden signifikant größere Volumina bei Einsatz des Larynxtubus. Die verabreichten Beatmungsvolumina lagen mit 0,8 l im Durchschnitt sogar über den 2005 vom ERC als adäquat bezeichneten Beatmungsvolumina [26]. Diese Unterschiede zu Gunsten des Larynxtubus sind auch in der internationalen Literatur beschrieben [31]. Asai et al. beschrieben 2002 bei ebenfalls unerfahrenen Nutzern (angehende Feuerwehrmänner im ersten Ausbildungsjahr) ein, mit unseren Daten vergleichbares, mittleres Beatmungsvolumen von 0,8 l; allerdings kam dort ein 2 l fassender Beatmungsbeutel zum Einsatz [17]. In unserer Studie benutzten die Probanden einen 1,6 l fassenden Beatmungsbeutel. Genzwürker et al. beschrieben 2001 mit einem Beatmungsvolumen von 1 l ein noch größeres Beatmungsvolumen als in der vorliegenden Arbeit [23]. Hier wurde mit einem ähnlichen Beatmungsbeutel (ca. 1,5 l) gearbeitet, jedoch waren die Probanden im Atemwegsmanagement und Maskenbeatmung erfahrene Anästhesisten. Ein Einfluss der Größe des Beatmungsvolumens auf die Länge der Beatmungsphasen, bzw. auch auf die „No-Flow-Time“, wurde zwar von keinem dieser Autoren beschrieben, liegt jedoch auf der Hand, da die Insufflation größerer Volumina mehr Zeit in Anspruch nimmt [32]. Dadurch könnte in unserer Studie ein möglicher Zeitverlust durch die Applikation zu großer Beatmungsvolumina entstanden sein. Dieser Zeitverlust könnte insgesamt eine kumulative Verlängerung der „No-Flow-Time“ bei Beatmung mit dem Larynxtubus bewirkt haben.

Ein möglicher Grund für die Überschreitung der empfohlenen Beatmungsvolumina mit dem Larynxtubus könnte also in der Unerfahrenheit der Probanden gelegen haben. Diese waren vor Beginn der Studie ausschließlich in der Maskenbeatmung ausgebildet worden. Trotz vorheriger Anleitung und Ausbildung durch Tutoren kompensierten viele Probanden die hohe Undichtigkeit der Beatmungsmaske mit der Insufflation großer Volumina. Dem Larynxtubus wurde in der Literatur bereits eine sehr hohe Dichtigkeit bescheinigt [17, 33]. Es ist vorstellbar, dass das Fehlen der gewohnten Undichtigkeit des bislang selten bis nie benutzten Larynxtubus zu einer ungewollten Applikation zu großer Beatmungsvolumina bei dieser Beatmungsmethode führte.

Die mit der Maskenbeatmung applizierten Beatmungsvolumina lagen mit 0,6 l im empfohlenen Bereich [1, 26]. Dies spricht, wie in Kapitel 5.1 bereits beschrieben, trotz subjektiv häufig unsicherer Einschätzung der Probanden, doch für eine gelungene Ausbildung in dieser Fertigkeit.

Durch eine Ausbildung mit dem Larynxtubus sehen wir bei seinem Einsatz ebenfalls Möglichkeiten der Verbesserung in der Verabreichung adäquater Beatmungsvolumina. Ziel dieser Studie war es jedoch, explizit unerfahrene Probanden in ihrem Umgang mit dem Larynxtubus im Vergleich mit gut in Maskenbeatmung ausgebildeten Probanden zu untersuchen.

Den Probanden war im Rahmen der Ausbildung in der Maskenbeatmung entsprechend den ERC Leitlinien von 2005 geraten worden, sich zur Erfolgskontrolle einer korrekten Beatmung an den Thoraxexkursionen des Patienten zu orientieren [26]. Hebt und senkt sich dieser, so ist eine suffiziente Lungenventilation wahrscheinlich. Eine Abschätzung der Größe des insuffizierten Volumens ist jedoch ohne Hilfsmittel sehr schwierig [34]. Viele Probanden beatmeten in dieser Untersuchung mit dem Larynxtubus das erste Mal mit einem gesicherten Atemweg. Möglicherweise war es vielen Probanden deshalb nicht möglich, ein angemessenes Beatmungsvolumen von 0,5–0,6 l mit dem Larynxtubus zu verabreichen.

Die „No-Flow-Time“ wird also durch die Anwendung des Larynxtubus durch ungeübte Probanden bei der Zwei-Helfer-Methode nicht verkürzt, sondern vor allem in den späteren Phasen der Reanimation im Vergleich zur Maskenbeatmung signifikant verlängert. Durch die Verabreichung sehr großer Beatmungsvolumina wurde bei Beatmung mit dem Larynxtubus durch die unerfahrenen Probanden wertvolle Zeit verloren. Hier dürfte eine Ausbildung in der Anwendung des Larynxtubus möglicherweise die Leistung verbessern.

5.2.2 Insertion und Beatmungsqualität

Eine Beatmungshilfe, welche im Notfall verwandt wird, sollte ohne viel Übung für jeden einfach zu handhaben sein; die Insertion sollte einfach und schnell funktionieren. Die Beatmung mit einer solchen Beatmungshilfe sollte effektiv und sicher für den Patienten sein [35].

Die Probanden unserer Studie benötigten im Mittel 1,3 Versuche bis der Larynxtubus endgültig positioniert war. Kurola et al. beschrieben 2004 mit 1,4 Versuchen im Durchschnitt eine vergleichbare Erfolgsrate für Auszubildende bei der Feuerwehr [13]. Diese Probanden hatten kein medizinisches Grundwissen,

erhielten jedoch vor der Untersuchung insgesamt 20 Stunden Ausbildung in Atemwegs-Management, zu dem auch die Anwendung des Larynxtubus gehörte. In anderen Studien sind sogar noch höhere Erfolgsraten beschrieben [8, 36]. Die Publikationen beziehen sich jedoch allesamt auf geübte Probanden. Für ungeübte Probanden entsprechen unsere Ergebnisse also durchaus den international publizierten Studien und sprechen für eine steile Lernkurve.

Durch die Insertion des Larynxtubus entstand aber im Gegensatz zur Maskenbeatmung eine Verzögerung der ersten Beatmung. Das ERC sah 2005 erstmals von den zwei bislang empfohlenen Initialbeatmungen ab und empfahl fortan den Beginn der Reanimation mit 30 Thoraxkompressionen mit einer Frequenz von 100 /min [26, 37]. Leitliniengerecht wäre somit rechnerisch die erste Beatmung ca. 18 Sekunden nach der Feststellung des Kreislaufstillstandes auszuführen. Probanden in einer Untersuchung von Döriges et al. aus dem Jahr 2001 erreichten mit dem Larynxtubus mit 18 Sekunden eine ähnlich schnelle Applikation des ersten Beatmungsvolumens wie mit der Maskenbeatmung. Durch die Insertion des Larynxtubus entstand hier also keine Verzögerung der Beatmung [8]. Die Probanden waren allerdings Ärzte, die vor Durchführung der Studie theoretisch und praktisch im Umgang mit dem Larynxtubus geschult wurden [8].

Wir ermittelten eine Zeitspanne von 67,7 Sekunden bis zur ersten suffizienten Beatmung. Wie Döriges et al. 2001 zeigten, besteht die Möglichkeit die Zeitspanne durch gezielte Ausbildung und Übung mit dem Larynxtubus auf mit der Maskenbeatmung vergleichbare Werte zu verkürzen [8]. Hierbei ist zu beachten, dass diese Zeitspanne in unserer Studie durch die vorangestellten Untersuchungen am Reanimations-Manikin sowie das Absetzen des Notrufes verlängert wurde und die Probanden zudem ungeübt im Umgang mit dem Larynxtubus waren. Ein direkter Vergleich mit in der Literatur beschriebenen Insertionszeiten ist somit nicht möglich. Vorgegeben durch die vorangegangene Ausbildung erfolgte während der Phase der Insertion des Larynxtubus eine kontinuierliche Herzdruckmassage durch den zweiten Helfer. Die Grundlage für diese Ausbildung legten Publikationen zur Durchführung einer sogenannten chest-compression-only-CPR (CCO-CPR) [12, 38, 39]. Sogar prospektiv randomisierte Studien zum Outcome nach einer CCO-CPR im Vergleich zu einer Reanimation mit intermittierenden Beatmungen wurden 2010 publiziert [10, 11]. Hier konnten keine signifikanten Unterschiede im Überleben, wie auch im neurologischen Outcome zwischen einer CCO-CPR und einer Reanimation mit

intermittierenden Beatmungen gefunden werden [10, 11]. Jedoch wurde in fast allen diesen Studien ein Kompressions-Ventilations-Verhältnis von 15:2 untersucht, welches noch 2000 vom ERC empfohlen wurde [10-12, 38, 39]. Für Laienhelfer ist die CCO-CPR bereits in den ERC Leitlinien von 2005 empfohlen, wenn diese unfähig oder unwillig sind eine Beatmung anzuwenden [26]. Da eine CCO-CPR für das Überleben eines Patienten natürlich besser ist als gar keine CPR [40], wurde den Studierenden also im Rahmen des Kurses beigebracht, möglichst jede Unterbrechung der Reanimation durch Herzdruckmassage zu überbrücken, folglich auch die Insertionszeit in der vorgestellten Studie. In einer Publikation von Handley et al. aus dem Jahr 2009 wurde der in unserer Studie gewählte Kompromiss, bis zum Erreichen einer sicheren Beatmungsmöglichkeit eine kontinuierliche Herzdruckmassage durchzuführen und im weiteren Verlauf mit intermittierenden Beatmungen fortzufahren, dem konventionellem BLS nach den ERC Leitlinien von 2005 bereits als überlegen beschrieben [9]. In den Leitlinien des ERC für BLS aus dem Jahr 2010 wird die CCO-CPR nun für in Beatmung unerfahrene Helfer uneingeschränkt empfohlen [1]. Jedoch fehlen nach Wissen des Autors dieser Arbeit bis heute Untersuchungen zum Vergleich einer CCO-CPR mit einer Reanimation nach den ERC Leitlinien von 2005.

Bei der Maskenbeatmung erfolgte die erste Beatmung in unserer Untersuchung signifikant eher als mit dem Larynxtubus. Schließlich musste der Larynxtubus durch die unerfahrenen Probanden zuerst im Rachenraum des Patienten platziert und durch das Belüften der Cuffs fixiert und abgedichtet werden. Bei Einsatz der Beatmungsmaske entfielen diese anfänglichen und für die Probanden ungewohnten Handgriffe und eine Beatmung war sofort möglich. Dörges et al. zeigten jedoch bereits 2001, dass durch eine Ausbildung mit dem Larynxtubus und gut trainierte Nutzer hier ähnlich schnell mit einer Beatmung begonnen werden kann, wie bei der Maskenbeatmung [8].

Ein weiterer, ebenfalls vom ERC in den Leitlinien für BLS von 2010 aufgegriffener Faktor ist die Beatmungsqualität [1]. Große Beatmungsvolumina sollen vermieden werden [1]. Die Gründe dafür sind zum einen, dass die Applikation eines großen Beatmungsvolumens durch Erhöhung des intrathorakalen Druckes und konsekutiver Vorlastsenkung dem Patienten schaden könnte, zum anderen, dass sie bei einem ungesichertem Atemweg die Inzidenz von Magenbeatmungen und sich damit das Aspirationsrisiko für den Patienten erhöht, da bei großen Beatmungsvolumina der Atemwegsdruck steigt [1, 41].

Im Rahmen unserer Studien gab es bei Anwendung des Larynxtubus trotz der

Applikation sehr großer Beatmungsvolumina keine einzige Magenbeatmung. Dies spricht für eine hohe Beatmungsqualität und entsprechende Sicherheit des Larynxtubus, unabhängig von der Unerfahrenheit der Probanden. Obwohl die Beatmungsvolumina bei der Maskenbeatmung im Mittel den Empfehlungen des ERC von 2005 entsprachen, wurden im Durchschnitt dennoch 1,4 Magenbeatmungen pro Reanimation vom Reanimations-Manikin registriert.

Mit der Maskenbeatmung ist in unserer Studie bei der Zwei-Helfer-Methode im Mittel leitliniengerecht beatmet worden. Jedoch war die Inzidenz für Magenbeatmungen erhöht, mit einem entsprechenden Aspirationsrisiko. Mit dem Larynxtubus wurde zwar im Durchschnitt zu viel beatmet, also hyperventiliert, jedoch ohne Magenbeatmungen. Gut trainierte Maskenbeatmung macht also eine gute Reanimation nach der Zwei-Helfer-Methode mit geringer „No-Flow-Time“ möglich. Die Fähigkeit zu einer suffizienten Maskenbeatmung bedarf allerdings regelmäßiger Übung, denn in der Literatur ist ein schnelles Verlernen dieser Fähigkeit beschrieben [42]. Auch in den Leitlinien für BLS aus dem Jahr 2010 wird auf die Komplexität der Maskenbeatmung hingewiesen [1]. Trotz verlängerter „No-Flow-Time“ bei der Zwei-Helfer-Methode spricht in diesem Zusammenhang für die Verwendung des Larynxtubus, dass mit ihm auch mit geringem Ausbildungsaufwand eine suffiziente Ventilation möglich ist und es daher im Gegensatz zur Maskenbeatmung keinem regelmäßigen Training bedarf [21].

Die Notfallbeatmung mit dem Larynxtubus kann für den Patienten mehr Sicherheit in Bezug auf das Aspirationsrisiko bedeuten und durch eine vorherige Ausbildung wären auch zu große Beatmungsvolumina vermeidbar. In der Folge wäre möglicherweise sogar eine Verringerung der „No-Flow-Time“ beim BLS bei der Zwei-Helfer-Methode denkbar.

5.3 Ein-Helfer-Methode

5.3.1 Einfluss des Larynxtubus auf die „No-Flow-Time“

Auch bei der Ein-Helfer-Methode fanden wir bei Betrachtung des gesamten Reanimationsablaufs keinen Unterschied in der „No-Flow-Time“ zwischen der Beatmung mit dem Larynxtubus und der Maskenbeatmung. Bei Betrachtung der späteren Zeitabschnitte ließ sich jedoch eine signifikante Verkürzung der „No-Flow-Time“ durch den Einsatz des Larynxtubus erreichen. In der aktuellen Literatur ist bereits eine Verkürzung der „No-Flow-Time“ durch Einsatz des Larynxtubus bei der Ein-Helfer-Methode beschrieben; wobei diese Studien mit gut ausgebildeten Probanden durchgeführt wurden und zudem den Effekt des

Larynxtubus beim Advanced Life Support untersuchten [35, 43]. Eine Verkürzung der „No-Flow-Time“ durch den Einsatz des Larynxtubus beim BLS durch unerfahrene Probanden wurde nach Wissen des Autors dieser Arbeit bislang noch nie beschrieben.

Die in unserer Studie zur Ein-Helfer-Methode gemessenen Beatmungsvolumina waren allgemein deutlich kleiner als die bei der vorangegangenen Studie zur Zwei-Helfer-Methode. Das durchschnittlich mit dem Larynxtubus verabreichte Beatmungsvolumen von 0,4 l befand sich damit diesmal zwar unterhalb der empfohlenen 0,5–0,6 l, das durchschnittlich mit der Maskenbeatmung erreichte Beatmungsvolumen war jedoch mit 0,3 l noch geringer. Die Verteilung der Mittelwerte der einzelnen Probanden zeigte zudem, dass die Beatmungsvolumina bei Anwendung des Larynxtubus deutlich häufiger in dem 2005 vom ERC als adäquat bezeichneten Bereich lagen als mit der Maskenbeatmung [26]. Da die Applikation kleinerer Beatmungsvolumina weniger Zeit in Anspruch nimmt als die größerer [32], ließ sich bei der Ein-Helfer-Methode durch Applikation kleinerer Beatmungsvolumina eine Verringerung der „No-Flow-Time“ in beiden Untersuchungsgruppen erreichen. Die „No-Flow-Time“ bei Einsatz des Larynxtubus war aber noch kürzer als die bei der Maskenbeatmung, trotz größerer Beatmungsvolumina. Bei der Ein-Helfer-Methode scheinen also neben der Größe der applizierten Beatmungsvolumina noch andere Faktoren als bei der Zwei-Helfer-Methode die „No-Flow-Time“ zu beeinflussen.

Während die praktischen Übungen zur Maskenbeatmung zwischen beiden Studien weiterhin fortgeführt wurden, gab es für die Anwender des Larynxtubus keine Hinweise auf Fehler bei der Benutzung in der ersten Studie und weiterhin keine Ausbildung. Eine Verkürzung der „No-Flow-Time“ durch Einsatz des Larynxtubus dürfte also weder aus einer fehlerorientierten Ausbildung der Probanden vor Beginn der Untersuchung zur Ein-Helfer-Methode noch aus einem Verlernen der Maskenbeatmung resultieren.

Die Verringerung der „No-Flow-Time“ durch Einsatz des Larynxtubus muss sich folglich noch anders erklären lassen. Hinweise in internationalen Publikationen deuten daraufhin, dass mit zunehmender Anzahl an gleichzeitig angewendeten Maßnahmen beim BLS die Qualität dieser Einzelmaßnahmen sinkt [44]. Bei unserer Studie zur Ein-Helfer-Methode musste der Proband Beatmungen und Herzdruckmassage im Wechsel allein koordinieren, während bei der Zwei-Helfer-Methode ein Proband entweder die Herzdruckmassage oder die Beatmungen ausführte. Es ist also anzunehmen, dass die Qualität der Beatmungen, vor allem

im Hinblick auf die Maskenbeatmung, bei der Zwei-Helfer-Methode durch die Fokussierung eines Probanden auf diese Tätigkeit gewahrt wurde, während die Beatmungsqualität bei der Ein-Helfer-Methode durch den ständigen Wechsel von Beatmung und Herzdruckmassage im Vergleich geringer war.

Der Wechsel von Beatmung zur Herzdruckmassage musste jedoch sowohl bei der Maskenbeatmung als auch bei Beatmung mit dem Larynxtubus erfolgen. Hierbei ist aber die Betrachtung der Beatmungsfrequenz interessant: Diese war bei Einsatz des Larynxtubus bei der Ein-Helfer-Methode mit 5,4 /min signifikant höher als bei der Maske mit 4,1 /min. Bei Anwendung des Larynxtubus führte die höhere Beatmungsfrequenz, neben den verringerten Beatmungsvolumina (in beiden Untersuchungsgruppen), zu einer weiteren Verkürzung der „No-Flow-Time“. Da dieser Effekt vor allem in den späteren Abschnitten der Reanimation deutlich wurde, als die Insertionszeit des Larynxtubus keine Rolle mehr spielte, liegt folgender Zusammenhang nahe: Die Beatmungsmaske musste von den Probanden nach 30 Thoraxkompressionen jedes Mal aufs Neue ergriffen und auf das Gesicht des Reanimations-Manikins gedrückt werden. Der Larynxtubus wurde hingegen in der Anfangsphase des Reanimationsszenarios schrittweise zwischen den intermittierenden Phasen der Herzdruckmassage positioniert und in Folge von vielen Probanden mit dem Beatmungsbeutel konnektiert in situ belassen. Dadurch entfielen die zeitraubenden Handgriffe, die jedes Mal notwendig waren, um die Beatmungsmaske neu zu positionieren. Die Beatmungsaktionen bei Anwendung des Larynxtubus waren fortan kürzer, wodurch gegenüber der Maskenbeatmung die Beatmungsfrequenz stieg.

Durch den Einsatz des Larynxtubus bei der Ein-Helfer-Methode war die Applikation angemessener Beatmungsvolumina und einer größeren Anzahl an Beatmungen durch das Wegfallen zeitraubender Korrekturhandgriffe möglich. Die Verbesserung dieser Parameter führte bei ungeübten Probanden in der Studie zur Ein-Helfer-Methode zu einer signifikanten Verkürzung der „No-Flow-Time“ durch den Einsatz des Larynxtubus beim BLS im Vergleich mit der Maskenbeatmung.

5.3.2 Insertion und Beatmungsqualität

Das Studiendesign gab für die Ein-Helfer-Methode vor, den Larynxtubus schrittweise, in den eigentlichen Beatmungspausen der intermittierend ausgeführten Herzdruckmassage, zu platzieren. Die mit dem Larynxtubus ungeübten Probanden sollten damit durch potentiell langwierige Insertionsversuche mit dem

ungewohnten Larynxtubus nicht die Herzdruckmassage vernachlässigen. Das Kurscurriculum fokussierte auf die Vermeidung langer Pausen bei der Herzdruckmassage in Anlehnung an die Empfehlungen des ERC aus dem Jahr 2005, die zum Zeitpunkt der Studienplanung aktuell waren [26].

Die Zeit bis zur ersten Beatmung mit dem Larynxtubus war daher durch die Unterbrechungen während der Insertion bei der Ein-Helfer-Methode länger als bei der vorangegangenen Zwei-Helfer-Methode, bei der die Insertion durch eine kontinuierliche Herzdruckmassage durch den zweiten Probanden überbrückt wurde.

Bei der Ein-Helfer-Methode zählten wir insgesamt deutlich weniger Magenbeatmungen. Ebenso wie bei der Zwei-Helfer-Methode traten diese einzig bei der Maskenbeatmung auf. Die Verringerung der Anzahl der Magenbeatmungen könnte mit den ebenfalls verminderten Beatmungsvolumina zusammenhängen.

Die Beatmung mit dem Larynxtubus beim BLS mit der Ein-Helfer-Methode kann also trotz Unerfahrenheit der Probanden nicht nur die „No-Flow-Time“ verkürzen, sondern auch die Qualität der Beatmung verbessern und durch angemessene Beatmungsvolumina zu einer Reduktion von Magenbeatmungen führen.

5.4 Einfluss der Beatmungsmethoden auf die Herzdruckmassage

Natürlich ist nicht nur eine kurze „No-Flow-Time“, sondern mehr noch eine suffiziente Herzdruckmassage wichtig für das Überleben eines Patienten [1]. Es wurde daher untersucht, ob der Einsatz einer der beiden Beatmungsmethoden einen (indirekten) Einfluss auf die Qualität der Herzdruckmassage hatte.

In den beiden durchgeführten Studien konnten keine signifikanten Unterschiede in der Qualität der Herzdruckmassage anhand der ausgewählten Parameter durch den Einsatz des Larynxtubus oder der Maskenbeatmung festgestellt werden. Ein Zusammenhang zwischen der Qualität einer Herzdruckmassage und der Anwendung einer der beiden Beatmungsmethoden ist somit unwahrscheinlich.

Insgesamt lagen die Kompressionsfrequenzen in beiden Studien für beide Gruppen über 100 /min (Zielfrequenz: 100 /min gemäß der Empfehlungen des ERC von 2005 [26]). Die aktuellen Leitlinien des ERC aus dem Jahr 2010 empfehlen 100 bis 120 Thoraxkompressionen pro Minute [1]. In beiden von uns durchgeführten Studien erzielten die Probanden also nach aktuellen Leitlinien durchschnittlich akzeptable Kompressionsfrequenzen. Die Tiefe der Thoraxkompressionen lag in allen unseren Untersuchungen zwischen 37 mm und

39 mm. Diese lagen damit im Durchschnitt knapp unter den gelehrten Empfehlungen des ERC aus dem Jahr 2005 [26]. In den Leitlinien aus dem Jahr 2010 wird sogar eine Kompressionstiefe von 50 mm bis 60 mm empfohlen [1]. Insgesamt betrachtet war in den von uns durchgeführten Studien in beiden Untersuchungsgruppen der häufigste Fehler eine bei der Thoraxkompression falsch gewählte Handposition. Weitaus seltener wurden Thoraxkompressionen mit nachfolgend unzureichender oder fehlender Entlastung durchgeführt, jedoch ohne häufigeres Vorkommen bei einer der beiden Beatmungsmethoden.

In unseren Untersuchungen zumindest scheint der Einsatz unterschiedlicher Beatmungsmethoden die Qualität einer Herzdruckmassage also nicht zu beeinflussen.

5.5 Vergleich der Reanimationsmethoden und mögliche Lerneffekte

Die Ergebnisse der Untersuchungen zum Verlauf von der ersten Studie mit der Zwei-Helfer-Methode zur zweiten Studie mit der Ein-Helfer-Methode sind in mehrfacher Hinsicht interessant. Zum einen können sie Hinweise auf mögliche Lerneffekte durch mehrfache Anwendung einer der Beatmungsmethoden geben, zum anderen könnten Hinweise zu Qualitätsunterschieden in der Reanimationsleistung in Abhängigkeit von der Beatmung zwischen der Zwei- und der Ein-Helfer-Methode gefunden werden. Durch zwei verschiedene Positionierungen des den Thorax komprimierenden Helfers (in der Zwei-Helfer-Methode von der Seite und in der Ein-Helfer-Methode vom Kopf des Reanimations-Manikins) sind Unterschiede in der Qualität der Herzdruckmassage zwischen den beiden Methoden denkbar. Hinweise in der internationalen Literatur deuten daraufhin, dass bei einer Reanimation nach der Zwei-Helfer-Methode die „No-Flow-Time“ zwar verringert werden kann, in der Qualität der Herzdruckmassage selbst jedoch keine Unterschiede zur Ein-Helfer-Methode entstehen [45]. Alle in unseren Studien gefundenen Ergebnisse zum Vergleich der Zwei- mit der Ein-Helfer-Methode sind jedoch mit Vorsicht zu interpretieren. Die durch die Studiendesigns vorgegebenen Unterschiede der Reanimationsszenarien schränken die Interpretation ein.

Die Qualität der Herzdruckmassage war bei beiden Reanimationsmethoden in den meisten Punkten vergleichbar. Bei der Ein-Helfer-Methode war aber die Anzahl der Thoraxkompressionen mit falsch gewählter Handposition pro Minute signifikant höher als bei der Zwei-Helfer-Methode. Der ständige Wechsel von der Beatmung zur Herzdruckmassage scheint also bei der Ein-Helfer-Methode das

Wiederfinden der richtigen Handposition für die Herzdruckmassage negativ zu beeinflussen. Dabei wurden die Kompressionen auch signifikant langsamer als bei der Zwei-Helfer-Methode ausgeführt. Die mittlere Kompressionsfrequenz lag dadurch bei der Ein-Helfer-Methode näher an der vom ERC 2005 empfohlenen Frequenz von 100 /min [26]. Nach den Empfehlungen von 2010 spielt dieser Unterschied jedoch keine Rolle mehr, da fortan Kompressionsfrequenzen zwischen 100 und 120 /min vom ERC empfohlen werden [1]. Weitere Parameter der Qualität der Herzdruckmassage wurden, wie bereits beschrieben, durch die beiden unterschiedlichen Reanimationsmethoden nicht beeinflusst. Jedoch muss abermals darauf hingewiesen werden, dass durch die multiplen Testungen bei der Auswertung unserer Studien diese Ergebnisse auch zufällig sein können.

Die „Über-Kopf-Reanimation“ ist bei der Ein-Helfer-Methode in vielen Publikationen bereits beschrieben und als alternative Form zur Reanimation von der Seite empfohlen worden [46-48]. In der Qualität der Herzdruckmassage wurde im Hinblick auf falsch gewählte Handpositionen oder unterschiedliche Kompressionsfrequenzen bislang selten ein Unterschied gefunden [47, 48].

Im Hinblick auf mögliche Lerneffekte ließ sich die durchschnittliche Anzahl der Insertionsversuche in unseren Studien bei denjenigen Probanden, die den Larynxtubus ein zweites Mal anwendeten, nicht senken. Es zeigte sich hier kein signifikanter Unterschied zwischen einmaliger und zweimaliger Anwendung des Larynxtubus. Dieses Ergebnis ist unserer Meinung nach auf eine steile Lernkurve im Umgang mit dem Larynxtubus zurückzuführen. Bei Betrachtung der Beatmungsvolumina und -frequenzen, sowie auf den Anteil an Herzdruckmassage zum Zeitpunkt T7, konnten wir jedoch einen Lerneffekt durch zweimalige Anwendung des Larynxtubus nicht ausschließen, wohl aber bei zweimaliger Anwendung der Beatmungsmaske. Der Umgang mit der Beatmungsmaske war schließlich vor Durchführung beider Studien bereits häufig geübt worden. Es wundert daher nicht, dass hier keine weitere Verbesserung bei zweimaliger Nutzung gefunden werden konnte. Dennoch müsste eine weitere prospektive, randomisierte Studie durchgeführt werden, um mögliche Lerneffekte bei mehrfacher Anwendung des Larynxtubus genauer zu untersuchen und hier eine gültige Aussage zu treffen.

5.6 Schlussfolgerungen

Die Beatmung mit dem Larynxtubus beim BLS scheint sicher und effektiv, auch wenn die Anwender im Umgang mit dem Larynxtubus ungeübt sind. Bei der Ein-

Helfer-Methode lässt sich sogar durch seinen Einsatz ohne vorherige Übung die „No-Flow-Time“ der Reanimation im Vergleich mit gut trainierter Maskenbeatmung verkürzen. Im Gegensatz dazu scheint bei der Zwei-Helfer-Methode der Einsatz einer geübten Maskenbeatmung dem Einsatz des Larynxtubus durch ungeübte Anwender überlegen.

Im Hinblick auf die Beatmungsqualität ist die Beatmung mit dem Larynxtubus der Maskenbeatmung bei beiden Reanimationsmethoden überlegen. Bei Einsatz des Larynxtubus besteht, unabhängig von der Unerfahrenheit der Anwender, eine geringere Inzidenz von Magenbeatmungen trotz der applizierten größeren Beatmungsvolumina. Möglicherweise könnte daraus für den Menschen ein geringeres Aspirationsrisiko resultieren.

In Reanimationssituationen herrscht meist ein Mangel an Helfern [25]. Durch den Einsatz des Larynxtubus ließe sich ohne Einbußen bei der Reanimationsqualität ein zweiter Helfer bei der Reanimation flexibler einsetzen, um beispielsweise eine Defibrillation vorzubereiten oder einen venösen Zugang zur Medikamentengabe zu etablieren. Zudem bietet sich die Möglichkeit, ein Beatmungsgerät an den Larynxtubus anzuschließen [25]. Ein fließender Übergang vom BLS zum ALS wäre dadurch also problemlos möglich. Der Larynxtubus ist bereits seit 2005 als Alternative zur endotrachealen Intubation in den ERC Leitlinien für ALS erwähnt, bislang jedoch noch nicht als Alternative zur Maskenbeatmung für BLS [1, 4, 18]. Bei Einsatz des Larynxtubus beim ALS kann sogar eine Verkürzung der „No-Flow-Time“ im Vergleich mit der endotrachealen Intubation erreicht werden [49].

Eine aktuelle Publikation sieht in dem Larynxtubus ebenfalls eine effektive Alternative zur Maskenbeatmung beim BLS [50]. Auch in den in der vorliegenden Arbeit vorgestellten zwei Studien konnten Vorteile durch Einsatz des Larynxtubus zur Beatmung beim BLS gezeigt werden. Der Larynxtubus scheint, besonders für ungeübte Personen, eine praktische, effektive und sichere Beatmungsmöglichkeit im Vergleich zur Maskenbeatmung zu bieten. Weitere Studien sind jedoch notwendig, um allgemeingültige Empfehlungen aussprechen zu können.

5.7 Möglichkeiten der Verbesserung

Bei der Ein-Helfer-Methode konnte durch die Anwendung des Larynxtubus von ungeübten Probanden die „No-Flow-Time“ beim BLS verkürzt werden. Bei der Zwei-Helfer-Methode war dies nicht möglich. Hier könnte gegebenenfalls eine Ausbildung der Probanden im Umgang und in der Beatmung mit dem Larynx-

tubus die Ergebnisse verbessern.

Bei der Zwei-Helfer-Methode waren die Beatmungsvolumina, die mit dem Larynxtubus verabreicht wurden, oberhalb der Empfehlungen des ERC von 2005 [26]. Publikationen deuten daraufhin, dass beispielsweise durch Benutzung eines kleineren Beatmungsbeutels die Möglichkeit einer Senkung der Inzidenz von Magenbeatmungen bei der Maskenbeatmung besteht, ohne dabei eine wesentliche Änderung der Beatmungsvolumina nach sich zu ziehen [51, 52].

Das allgemeine Problem, dass die Thoraxexkursionen zwar als Indikator einer Beatmung empfohlen sind [1], eine Abschätzung der Größe der insufflierten Volumina hierdurch jedoch nur unzureichend möglich ist [34], wirft die Frage nach weiteren Möglichkeiten der Verbesserung auf. In einer Publikation wurde beispielsweise die Messung der transthorakalen Impedanz (z.B. mit einem externen Defibrillator) als gute Möglichkeit einer indirekten, aber objektiven Volumenmessung beschrieben [53]. Diese Technik fand nun auch Eingang in die ALS Leitlinien des ERC aus dem Jahr 2010 [4].

Die Verminderung des Aspirationsrisikos kann auch über eine Verlängerung der Inspirationszeit erfolgen [54], da durch die Verminderung des Beatmungsvolumens der Atemwegsdruck sinkt [41]. Dies wäre beispielsweise durch Benutzung eines Beatmungsbeutels mit einem flusslimitierenden Ventil möglich [55, 56]. Allerdings wäre wahrscheinlich auch eine Verlängerung der „No-Flow-Time“ die Folge. Zu vermuten ist auch, dass dies in unserer Studie mit der Ein-Helfer-Methode zur häufigeren Applikation von Beatmungsvolumina unterhalb des vom ERC als adäquat bezeichneten Bereichs geführt hätte. Bei der Zwei-Helfer-Methode wäre diese Maßnahme jedoch durchaus eine Möglichkeit, die Beatmungsvolumina bei Beatmung mit dem Larynxtubus im adäquaten Bereich zu halten, auch ohne weitere Ausbildung der Anwender. Eine weitere Verlängerung der „No-Flow-Time“ wäre jedoch, wie bereits beschrieben, hier ebenfalls wahrscheinlich.

5.8 Limitationen

Einschränkungen der Interpretation der Ergebnisse beider Studien ergeben sich vor allem daraus, dass die Untersuchungen an einem Reanimations-Manikin durchgeführt wurden. Ein Manikin kann weder interindividuelle Unterschiede in der Anatomie der oberen Atemwege, noch in Rigidität und Morphologie des menschlichen Thorax oder Compliance bzw. Resistance der Lungen, adäquat und dynamisch simulieren [57, 58]. Zudem muss eine vom Reanimations-Manikin

detektierte Magenbeatmung noch keine Magenbeatmung bei einem realen Notfallpatienten bedeuten und umgekehrt. Interindividuelle Unterschiede im Sphinktertonus des Ösophagus machen auch hier eine adäquate Simulation schwierig. Diese Tatsachen schränken die auf Basis unserer Ergebnisse getroffenen Aussagen zur Beatmung natürlich in ihrer Bedeutung ein. Prospektive Studien an Notfallpatienten müssen folgen, um eine Übertragbarkeit auf den Menschen zu untersuchen.

Nach Meinung der Studienleiter sind Studien an Reanimations-Manikins jedoch zur Untersuchung der „No-Flow-Time“ völlig ausreichend. Hier geht es vor allem um den Ablauf einer Reanimation und nicht um anatomische oder physiologische Unterschiede vom Reanimations-Manikin zum Menschen.

Eine weitere Einschränkung der Interpretierbarkeit stellt die Länge der durchgeführten Herzdruckmassage dar. Generell wird ein Wechsel des den Thorax komprimierenden Helfers alle zwei Minuten empfohlen, um seine Erschöpfung zu vermeiden [1, 59]. Erschöpfung führt zur Abnahme der Qualität der Herzdruckmassage [60]. In den in dieser Arbeit vorgestellten zwei Studien wurde die Herzdruckmassage immer nur von einer Person allein ausgeführt.

Obwohl im Studiendesign explizit gewollt, limitiert gegebenenfalls auch der unterschiedliche Ausbildungsstand der Probanden die Interpretation. Aktuell und gut in Maskenbeatmung ausgebildete Probanden wurden mit Neulingen im Umgang mit dem Larynxtubus verglichen. Eine denkbare und gerade im Vergleich mit den in dieser Arbeit vorgestellten Ergebnissen interessante Konstellation wäre, in beiden Methoden gleichwertig ausgebildete Probanden nach langer Übungspause in ihrer Reanimationsleistung zu untersuchen, wobei zu vermuten wäre, dass die Ergebnisse dann noch deutlicher würden.

Die im Kapitel 4.4 beschriebenen Untersuchungen mit Ergebnissen der Zwei- und Ein-Helfer-Methode im Vergleich können nur eingeschränkt interpretiert werden. Alle Untersuchungen erfolgten lediglich explorativ, so dass statistisch signifikante Ergebnisse aufgrund der vielfältigen Verwendung der Daten und multiples Testen trotzdem zufällig sein können und lediglich zum Generieren von Hypothesen geeignet sind.

5.9 Interessenskonflikt

Die Studie wurde freundlicherweise durch die Firma VBM Medizintechnik, Sulz a.N., Deutschland durch kostenlose Bereitstellung der Larynxtuben unterstützt. Dies hatte keinen Einfluss auf die Ergebnisse.

6 Zusammenfassung

Die 2005 erschienen Leitlinien zur Durchführung des Basic Life Support (BLS) empfehlen kurze Pausen zur Verabreichung von Beatmungen zu Gunsten eines größeren Anteils an Herzdruckmassage [26]. Auch in den Leitlinien aus dem Jahr 2010 wird dies weiterhin empfohlen [1]. Beatmungen in solchen Situationen müssen folglich ohne große Pausen zügig und suffizient geschehen. Die Beutel-Masken-Ventilation (BMV) oder auch Maskenbeatmung gilt für geübte Helfer immer noch als die beste Möglichkeit der Notfallbeatmung im Rahmen vom BLS [1]. Eine suffiziente Maskenbeatmung bedarf jedoch regelmäßiger Übung [1, 30, 42], was die Frage nach alternativen, einfacheren Beatmungsmethoden für den Notfall aufwirft.

Wir untersuchten den Einfluss des Larynxtubus (LT, VBM-Medizintechnik[®], Sulz a. N., Deutschland) auf die „No-Flow-Time“ (NFT) und die Qualität der Beatmung beim BLS im Vergleich zur Maskenbeatmung an Reanimations-Manikins. Die Studienpopulation waren Teilnehmer des Studentenpraktikums „Notfallmedizin“ des fünften Studienjahres an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg im Jahr 2007. Die Ausbildung der Probanden in BLS basierte auf den Empfehlungen des ERC aus dem Jahr 2005 [26]. Die Studierenden waren in der Maskenbeatmung geübt, im Umgang mit dem Larynxtubus jedoch unerfahren.

Es wurde eine Studie zur Ein-Helfer-Reanimationsmethode über vier Minuten und eine zweite Studie zur Zwei-Helfer-Methode über sechs Minuten durchgeführt. Beide Studien waren prospektive, randomisierte, Auswerter-verblindete, kontrollierte Vergleichsstudien und wurden mit einem Zeitabstand von fünf Wochen nacheinander durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistik-Programm SPSS (SPSS Inc.[®], USA).

Es konnte mit 99,1 % eine sehr hohe Teilnehmerquote erreicht werden (n = 209). Bei der Ein-Helfer-Methode ließ sich nach Ablauf der Anfangsphase (u.a. Insertion des Larynxtubus) durch den Einsatz des Larynxtubus (n = 103) eine signifikante Verkürzung der „No-Flow-Time“ erreichen. Bei Betrachtung des gesamten Ein-Helfer-Reanimationsszenarios, mit Insertionsphase des Larynxtubus, war die „No-Flow-Time“ bei beiden Beatmungsmethoden vergleichbar (NFT mit LT: 83,1 s; NFT mit BMV: 83,2 s; p = 0,414; 95% CI: -7,1 – 2,9). Die Insertion erfolgte bei dieser Methode in den eigentlichen Beatmungspausen, überbrückt mit intermittierender Herzdruckmassage (mittlere Anzahl der Insertionsversuche: 1,2, 86,4 % Erfolg beim ersten Insertionsversuch). Durch die Unerfahrenheit der Helfer mit dem Larynxtubus entstanden hier möglicherweise

längere Pausen in der Herzdruckmassage mit konsekutiv verlängerter „No-Flow-Time“. Nach Ablauf der Insertionszeit ließ sich der prozentuale Anteil an Herzdruckmassage in den späteren Abschnitten der Reanimation (T3–T7) durch die Beatmung mit dem Larynxtubus signifikant vergrößern und die „No-Flow-Time“ somit verkürzen (exemplarisch: T7: „LT“: 73,2 %; „BMV“: 67,5 %; $p < 0,001$; 95% CI: 3,3 – 7,9).

Die Anwendung des Larynxtubus ($n = 105$) bei der zuerst durchgeführten Studie zur Zwei-Helfer-Methode konnte die „No-Flow-Time“ der gesamten Reanimation ebenfalls nicht verkürzen (NFT mit LT: 83,1 s; NFT mit BMV: 78,7 s; $p = 0,131$; 95% CI: -4,2 – 13). Die Insertion des Larynxtubus erfolgte diesmal vom ersten Helfer ohne Unterbrechungen und wurde vom zweiten Helfer durch kontinuierliche Herzdruckmassage überbrückt (mittlere Anzahl der Insertionsversuche: 1,3, 78,1 % Erfolg beim ersten Insertionsversuch). Nach Ablauf der Insertionszeit ließ sich in den späteren Abschnitten der Reanimation (T3–T7) durch die Anwendung des Larynxtubus sogar eine signifikante Verminderung des prozentualen Anteils an Herzdruckmassage und damit eine Verlängerung der „No-Flow-Time“ zeigen (exemplarisch: T7: „LT“: 79,4 %; „BMV“: 82,4 %; $p = 0,019$; 95% CI: -5,5 – -0,5).

Im Hinblick auf die Beatmungsqualität ist der Larynxtubus trotz fehlender Erfahrung der Anwender der Beatmungsmaske deutlich überlegen. Es wurden bei beiden Methoden keine Magenbeatmungen bei Einsatz des Larynxtubus beobachtet. Mit der Beatmungsmaske kam es bei der Ein-Helfer-Methode 15 mal zu einer Magenbeatmung, bei der Zwei-Helfer-Methode sogar 150 mal. Die Beatmungsvolumina (Beatmungsvolumen, bzw. Atemzugvolumen, AZV und Atemminutenvolumen, AMV) waren bei Beatmung mit dem Larynxtubus bei beiden Methoden signifikant größer als bei der Maskenbeatmung. Bei Auswertung der Verteilung der Beatmungsvolumina bei der Ein-Helfer-Methode zeigte sich bei Beatmung mit dem Larynxtubus das mittlere AZV signifikant häufiger im vom ERC 2005 als adäquat bezeichneten Bereich zwischen 0,5 l und 0,6 l [26]. Bei der Zwei-Helfer-Methode wurde mit der Beatmungsmaske häufiger im adäquaten Bereich beatmet.

Die mittlere Beatmungsfrequenz bei der Ein-Helfer-Methode war bei der Anwendung des Larynxtubus im Vergleich zur Maskenbeatmung signifikant erhöht. Bei der Zwei-Helfer-Methode ließen sich hier keine Unterschiede nachweisen. Bei beiden Methoden ließen sich keine signifikanten Unterschiede bei den verschiedenen Parametern zur Qualität der Herzdruckmassage zeigen.

Da dem ungeübten Helfer bei der Ein-Helfer-Methode mit dem Larynxtubus nach Insertion eine fixe Beatmungsmöglichkeit zur Verfügung stand, war der Wechsel von Herzdruckmassage zur Beatmung schnell und unkompliziert. Bei der Maskenbeatmung war auch der erfahrene Helfer in jeder Beatmungspause gezwungen die Beatmungsmaske auf dem Gesicht des Reanimations-Manikins neu zu platzieren. Diese Handgriffe sind zeitaufwändig und erfordern viel Übung [26, 38]. Dies zeigt sich auch in der höheren Beatmungsfrequenz bei Anwendung des Larynxtubus bei der Ein-Helfer-Methode. Da bei der Zwei-Helfer-Methode keine Wechsel zwischen Komprimieren und Beatmen notwendig waren, ließ sich die „No-Flow-Time“ hier durch die Anwendung des Larynxtubus nicht verkürzen, sondern wurde durch die Applikation zu großer Beatmungsvolumina sogar im Verlauf signifikant verlängert. Ein Einfluss auf die Qualität der Herzdruckmassage ließ sich bei keiner Beatmungsmethode zeigen.

Der Larynxtubus scheint eine effektive und sichere Beatmungsmöglichkeit beim BLS zu sein. Besonders bei Anwendung durch unerfahrene Nutzer ist der Larynxtubus sogar der geübten Maskenbeatmung im Hinblick auf die Beatmungsqualität und -sicherheit deutlich überlegen. Beim BLS mit der Ein-Helfer-Methode wird durch den Einsatz des Larynxtubus sogar die „No-Flow-Time“ verringert und damit die Qualität der Reanimation im Vergleich zur Maskenbeatmung verbessert.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Koster RW, Baubin MA, Bossaert L, Caballero A, Cassan P, Castrén M, Granja C, Handley AJ, Monsieurs KC, Perkins GD, Raffay V, Sandroni C (2010) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010: Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 81:1277–1292
- [2] Wenzel V, Döriges V, Lindner KH (2001) Spontanatmung, Schnappatmung, Beatmung. *Notfall Rettungsmed* 4:557–571
- [3] Nordberg P, Hollenberg J, Herlitz J, Rosenquist M, Svensson L (2009) Aspects of the increase in bystander CPR in Sweden and its association with outcome. *Resuscitation* 80:329–333
- [4] Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster RW, Smith GB, Perkins GD (2010) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010: Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 81:1305–1352
- [5] Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, Sørebo H, Svensson L, Fellows B, Steen PA (2005) Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 293:299–304
- [6] Döriges V, Ocker H, Wenzel V, Sauer C, Schmucker P (2001) Emergency airway management by non-anaesthesia house officers - a comparison of three strategies. *Emerg Med J* 18:90–94
- [7] Döriges V, Wenzel V, Neubert E, Schmucker P (2000) Emergency airway management by intensive care unit nurses with the intubating laryngeal mask airway and the laryngeal tube. *Crit Care* 4:369–376
- [8] Döriges V, Wenzel V, Schumann T, Neubert E, Ocker H, Gerlach K (2001) Intubating laryngeal mask airway, laryngeal tube, 1100 ml - self-inflating bag-alternatives for basic life support? *Resuscitation* 51:185–191
- [9] Handley AJ (2009) Compression-only CPR - To teach or not to teach? *Resuscitation* 80:752–754

- [10] Svensson L, Bohm K, Castrèn M, Pettersson H, Engerström L, Herlitz J, Rosenqvist M (2010) Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 363:434–442
- [11] Rea TD, Fahrenbruch C, Culley L, Donohoe RT, Hambly C, Innes J, Bloomingdale M, Subido C, Romines S, Eisenberg MS (2010) CPR with chest compression alone or with rescue breathing. *N Engl J Med* 363:423–433
- [12] SOS-KANTO-Study group (2007) Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet* 369:920–926
- [13] Kurola J, Turunen MJ, Laakso JP, Gorski JT, Paakkonen HJ, Silfvast TO (2005) A comparison of the laryngeal tube and bag-valve mask ventilation by emergency medical technicians: a feasibility study in anesthetized patients. *Anesth Analg* 101:1477–1481
- [14] von Goedecke A, Keller C, Voelckel WG, Dünser M, Paal P, Torgersen C, Wenzel V (2006) Mask ventilation as an exit strategy of endotracheal intubation. *Anaesthesist* 55:70–79
- [15] Castle N, Owen R, Hann M, Naidoo R, Reeves D (2010) Assessment of the speed and ease of insertion of three supraglottic airway devices by paramedics: a manikin study. *Emerg Med J* 27:860–863
- [16] Bickenbach J, Schälte G, Beckers S, Fries M, Derwall M, Roissant R (2009) The intuitive use of laryngeal airway tools by first year medical students. *BMC Emerg Med* 27:226–233
- [17] Asai T, Hidaka I, Kawachi S (2002) Efficacy of the laryngeal tube by inexperienced personnel. *Resuscitation* 55:171–175
- [18] Nolan J, Deakin C, Soar J, Böttiger B, Smith G (2006) Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene. *Notfall Rettungsmed* 9:38–80

- [19] Cook TM, McCormick B, Asai T (2003) Randomized comparison of laryngeal tube with classic laryngeal mask airway for anaesthesia with controlled ventilation. *Br J Anaesth* 91:373–378
- [20] Cook TM, McKinstry C, Hardy R, Twigg S (2003) Randomized crossover comparison of the ProSeal laryngeal mask airway with the Laryngeal Tube during anaesthesia with controlled ventilation. *Br J Anaesth* 91:678–683
- [21] Trabold B, Schmidt C, Schneider B, Akyol D, Gutsche M (2008) Application of three airway devices during emergency medical training by health care providers - a manikin study. *Am J Emerg Med* 26:783–788
- [22] Genzwürker H, Hinkelbein J, Ellinger K (2003) Erste klinische Erfahrungen mit dem neuen LTS. *Anaesthesist* 52:697–702
- [23] Genzwürker H, Finteis T, Slabschi D, Groeschel J, Ellinger K (2001) Assessment of the use of the laryngeal tube for cardiopulmonary resuscitation in manikin. *Resuscitation* 51:291–296
- [24] Bonnet JO (2010) Neue Atemhilfe für schnellere Hilfe im Notfall: Asklepios Klinik Wandsbek führt neues Konzept für die Wiederbelebung ein. Pressemitteilung gefunden auf <http://idw-online.de/de/news357169>. Zugegriffen am 27.02.2010
- [25] Timmermann A, Russo SG, Crozier TA, Eich C, Mundt B, Albrecht B, Graf BM (2007) Novices Ventilate and Intubate Quicker and Safer via Intubating Laryngeal Mask Than by Conventional Bag–Mask Ventilation and Laryngoscopy. *Anesthesiology* 107:570–576
- [26] Handley AJ, Koster R, Monsieurs KG, Perkins G, Bossaert L (2006) Lebensrettende Basismaßnahmen für Erwachsene und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren. *Notfall Rettungsmed* 9:10–25
- [27] Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A (2007) G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 39:175–191

- [28] Cohen J (1992) A power primer. *Psychol Bull* 112:155–159
- [29] 105. Deutscher Ärztetag (2002) 100 Jahre Ärztinnen - Zukunftsperspektive für die Medizin. *Dtsch Arztebl* 99:1592–1600
- [30] Eitzer M, Rudolph M, Finteis T, Genzwürker H (2006) Etablierung eines Atemwegsmanagement Konzeptes für Rettungsdienstpersonal. *Rettungsdienst* 29:58–61
- [31] Kurola A, Harve H, Kettunen T, Laakso JP, 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* 61:149–153
- [32] Herff H, Bowden K, Paal P, Mitterlechner T, von Goedecke A, Lindner KH, Wenzel V (2009) Effect of decreased inspiratory times on tidal volume. Bench model simulating cardiopulmonary resuscitation. *Anaesthesist* 58:686–690
- [33] Finteis T, Genzwürker H, Blankenburg A, Ellinger K, Kuhnert-Frey B (2001) Atemwegsmanagement durch nicht-ärztliches Personal. *Notfall Rettungsmed* 4:327–334
- [34] Lee HM, Cho KH, Choi YH, Yoon SY, Choi YH (2008) Can you deliver accurate tidal volume by manual resuscitator? *Emerg Med J* 25:632–634
- [35] Wiese C, Bahr J, Bergmann A, Bartels U, Graf BM (2008) „No-flow-time“-Reduzierung durch Einsatz des Larynxtubus -Vergleich zur Beutel-Masken-Beatmung. *Anaesthesist* 57:589–596
- [36] Genzwürker H, Finteis T, Kuhnert-Frey B (2000) Der Larynxtubus. *Notfall Rettungsmed* 3:371–374
- [37] Handley AJ, Monsieurs KG, Bossaert L (2001) European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Adult Basic Life Support. A statement from the Basic Life Support and Automated External Defibrillation Working Group

and approved by the Executive Committee of the European Resuscitation Council. *Resuscitation* 48:199–205

- [38] Olasveengen TM, Wik L, Steen PA (2008) Standard basic life support vs. continuous chest compressions only in out-of-hospital cardiac arrest. *Acta Anaesthesiol Scand* 52:914–919
- [39] Bohm K, Rosenqvist M, Herlitz J, Hollenberg J, Svensson L (2007) Survival Is Similar After Standard Treatment and Chest Compression Only in Out-of-Hospital Bystander Cardiopulmonary Resuscitation. *Circulation* 116:2908–2912
- [40] Ong ME, Ng FS, Anushia P, Tham LP, Leong BS, Leong VY, Tiah L, Lim SH, Anantharaman V (2008) Comparison of chest compression only and standard cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest in Singapore. *Resuscitation* 78:119–126
- [41] Wenzel V, Idris AH, Banner MJ, Kubilis PS, Williams JL (1998) Influence of tidal volume on the distribution of gas between the lungs and stomach in the nonintubated patient receiving positive-pressure ventilation. *Crit Care Med* 26:364–368
- [42] Mahony PH, Griffiths RF, Larsen P, Powell D (2008) Retention of knowledge and skills in first aid and resuscitation by airline cabin crew. *Resuscitation* 76:413–418
- [43] Wiese C, Bartels U, Schultens A, Steffen T, Torney A, Bahr J, Graf BM (2008) 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 Emerg Med* 8:4 Artikel gefunden auf <http://www.biomedcentral.com/1471-227X/8/4>. Zugegriffen am 10.05.2008
- [44] Rittenberger JC, Guimond G, Platt TE, Hostler D (2006) Quality of BLS decreases with increasing resuscitation complexity. *Resuscitation* 68:365–369

- [45] Fallaha JF, Spooner BB, Perkins GD (2009) Does dual operator CPR help minimize interruptions in chest compressions? *Resuscitation* 80:1011–1014
- [46] Bollig G, Steen PA, Wik L (2007) Standard versus over-the-head cardiopulmonary resuscitation during simulated advanced life support. *Prehosp Emerg Care* 11:443–447
- [47] 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* 101:200–205
- [48] Perkins GD, Stephenson BT, Smith CM, Gao F (2004) A comparison between over-the-head and standard cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 62:155–161
- [49] Wiese C, Bartels U, Bergmann A, Bergmann I, Bahr J, Graf BM (2008) Using a laryngeal tube during cardiac arrest reduces "no-flow-time" in a manikin study: a comparison between laryngeal tube and endotracheal tube. *Wien Klin Wochenschr* 120:217–223
- [50] Schalk R, Byhahn C, Fausel F, Egnér A, Oberndörfer D, Walcher F, Latasch L (2010) Out-of-hospital airway management by paramedics and emergency physicians using laryngeal tubes. *Resuscitation* 81:323–326
- [51] Nehme Z, Boyle MJ (2009) Smaller self-inflating bags produce greater guideline consistent ventilation in simulated cardiopulmonary resuscitation. *BMC Emerg Med* 9:4 Artikel gefunden auf <http://www.biomedcentral.com/1471-227X/9/4>. Zugegriffen am 27.04.2009.
- [52] Dörge V, Ocker H, Neubert E, Schumann T, Wenzel V (2001) Emergency airway management - comparison of various strategies in an unsecured airway. *Wien Klin Wochenschr* 113:186–193
- [53] Terndrup TE, Rhee J (2006) Available ventilation monitoring methods during pre-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 71:10–18

- [54] De Regge M, Vogels C, Monsieurs KG, Calle PA (2006) Retention of ventilation skills of emergency nurses after training with the SMART-BAG compared to a standard bag-valve-mask. *Resuscitation* 68:379–384
- [55] von Goedecke A, Paal P, Keller C, Voelckel WG, Herff H, Lindner KH, Wenzel V (2006) Ventilation of an unprotected airway: evaluation of a new peak-inspiratory-flow and airway-pressure-limiting bag-valve-mask. *Anaesthesist* 55:629–634
- [56] Busko JM, Blackwell TH (2006) Impact of a pressure-responsive flow-limiting valve on bag-valve-mask ventilation in an airway model. *CJEM* 8:158–163
- [57] Tsitlik JE, Weisfeldt ML, Chandra N, Efron MB, Halperin HR, Levin HR (1983) Elastic properties of the human chest during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 11:685–692
- [58] Seropian MA, Brown K, Gavilanes JS, Driggers B (2004) Simulation: not just a manikin. *J Nurs Educ* 43:164–169
- [59] Foo NP, Chang JH, Lin HJ, Guo HR (2010) Rescuer fatigue and cardiopulmonary resuscitation positions: A randomized controlled crossover trial. *Resuscitation* 81:579–584
- [60] Ochoa FJ, Ramalle-Gómara E, Lisa V, Saralegui I (1998) The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation* 37:149–152

8 Thesen

1. Die Maskenbeatmung ist eine komplexe Fertigkeit und bedarf regelmäßiger Übung zur Erlangung ausreichender Selbstsicherheit.
2. Bei Basic Life Support (BLS) mit der Zwei-Helfer-Methode durch im Umgang mit dem Larynxtubus unerfahrene Probanden verlängert die Anwendung des Larynxtubus die „No-Flow-Time“ durch die Verabreichung zu großer Beatmungsvolumina.
3. Bei Basic Life Support (BLS) mit der Ein-Helfer-Methode durch im Umgang mit dem Larynxtubus unerfahrene Probanden verkürzt sich in den späteren Abschnitten der Reanimation die „No-Flow-Time“ bei Anwendung des Larynxtubus.
4. Durch Wegfallen zeitraubender Korrekturhandgriffe wie bei der Maskenbeatmung erhöht sich bei Anwendung des Larynxtubus die Beatmungsfrequenz und die „No-Flow-Time“ wird konsekutiv verkürzt.
5. Im Hinblick auf die Beatmungssicherheit kommt es bei Anwendung des Larynxtubus trotz signifikant höherer Beatmungsvolumina und der Unerfahrenheit der Probanden nicht zu Magenbeatmungen.
6. Mit der Maskenbeatmung ist die Beatmung eines Reanimations-Manikins signifikant eher möglich.
7. Der Einsatz der unterschiedlichen Beatmungsmethoden beeinflusst nicht die Qualität der Herzdruckmassage.
8. Ein Lerneffekt durch zweimalige Anwendung des Larynxtubus ist nicht auszuschließen; die geringe Anzahl an benötigten Versuchen zur Insertion des Larynxtubus spricht jedoch für eine steile Lernkurve.

Lebenslauf

Lebenslauf

Name	Jochen Schröder
Geburtstag	21. April 1981
Geburtsort	Essen
Familienstand	Ledig
Eltern	Werner Schröder Christiane Schröder geb. Unkhoff
1987 – 1991	Besuch der Grundschule Iserlohn-Hennen Nebenstelle Drüpplingsen
1991 – 2001	Besuch des Märkischen Gymnasiums Iserlohn
2001	Abitur
2001 – 2002	Zivildienst im Pflegebereich des Marienhospitals Stuttgart
2002 – 2009	Studium der Humanmedizin an der Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg
2005	Ärztliche Vorprüfung
2005 – 2008	Famulaturen im Bereich Chirurgie in Schwerte/Ruhr und Ndolage/Tansania, sowie Innere Medizin in Stuttgart, Göttingen und Halle.
2008	Erstes Tertial des praktischen Jahres in der Universitätsklinik und Poliklinik für Innere Medizin III des Universitätsklinikums der Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg (Direktor: Prof. Dr. K. Werdan)
2008	Zweites Tertial des praktischen Jahres in der Klinik für Chirurgie des Kantonspital Baden (Schweiz)
2008 / 2009	Drittes Tertial des praktischen Jahres in der Universitätsklinik und Poliklinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin des Universitätsklinikums der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
2009	Approbation als Arzt
Seit 2009	Tätigkeit als Assistenzarzt in der Universitätsklinik und Poliklinik für Innere Medizin III des Universitätsklinikums der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Direktor: Prof. Dr. K. Werdan)

Selbstständigkeitserklärung

Selbstständigkeitserklärung

Die vorliegende Arbeit wurde von mir ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Ich versichere, dass ich für die inhaltliche Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- und Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen habe. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorliegenden Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Halle, den 24.02.2011

Jochen Schröder

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Hiermit erkläre ich, dass ich keinerlei frühere Promotionsversuche unternommen habe und dass an keiner anderen Fakultät oder Universität ein Promotionsverfahren anhängig ist.

Halle, den 24.02.2011

Jochen Schröder

Publikation

Meyer O, **Schroeder J**, Radke J (2008) The laryngeal tube improves ventilation during simulated CPR. Resuscitation. doi:10.1016/j.resuscitation.2008.03.129.

Posterpräsentation auf dem 9. Kongress des European Resuscitation Council in Ghent, Belgien.

Danksagung

Danksagung

Allen voran danke ich Dr. med. Oliver Meyer, dem Ideengeber und Betreuer dieser Arbeit. Sein unermüdliches Engagement und seine konstruktive Kritik von der Studiendurchführung bis zur Fertigstellung der Dissertation waren die beste Unterstützung, die man sich nur vorstellen kann. Während der Erstellung dieser Arbeit ist eine Freundschaft mit dir und deiner Frau Anna entstanden. Danke dafür!

Mein herzlicher Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. med. Michael Bucher, dem Direktor der Universitätsklinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin, für die Möglichkeit der Durchführung dieser Arbeit in seiner Klinik.

Danke auch an alle studentischen Mitarbeiter des Simulationszentrums die bei der Durchführung der Studie mitgeholfen haben, sowie meinen Freunden und Kommilitonen, die sich als Probanden zur Verfügung gestellt haben. Weiterhin danke ich Frau Carmen Hennig und Arne Conrad, die mir bei der statistischen Auswertung beratend zur Seite standen.

Weiterhin gilt mein Dank meiner Freundin Sara. Danke für Alles in den letzten acht Jahren! Liebe, Kraft, Ruhe, Verständnis, Kritik. Eine weitere Aufzählung würde den Rahmen sprengen.

Mein herzlicher Dank gehört nicht zuletzt meiner Schwester Carola für konstruktive Kritik an der Arbeit und ewiges Verständnis für die seltenen Meldungen und meinen Eltern Christiane und Werner Schröder, die es mir überhaupt erst ermöglicht haben, den Beruf des Arztes zu erlernen, mich jederzeit motiviert und immer an mich geglaubt haben! Danke für Alles!