

Aus der Abteilung Anästhesiologie Intensivmedizin der Park-Klinik-Weißensee
akademisches Lehrkrankenhaus der Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Vergleichende Untersuchung am Beatmungsphantom über den zeitabhängigen
Erfolg medizinischer Laien beim Einsatz von Larynxtubus LTS® und Larynxmaske
LMA Supreme™ in Abhängigkeit von der Ausbildungsmethode - Eine prospektiv-
randomisierte Studie mit Rekruten des Sanitätsdienstes der Bundeswehr

zur Erlangung des akademischen Grades Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Michael Hans-Jürgen Benker aus Schildow / Brandenburg

Datum der Promotion: 17.09.2021

Vorwort

Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden veröffentlicht in:

Autoren:

Mario Hensel, MD, PhD, COL Willi Schmidbauer, MC German Army, COL Michael Benker, MC German Navy, Paula Schmieder; Thoralf Kerner, MD, PhD

Titel:

Comparative Assessment of Three Approaches of Teaching Nonmedically Trained Persons in the Handling of Supraglottic Airways: A Randomized Controlled Trial

Zeitschrift:

MILITARY MEDICINE, Volume 182, Issue 3-4, March-April 2017, Pages e1774–e1781

Erscheinungsjahr:

2017

Inhaltsverzeichnis

1. Abbildungsverzeichnis	6
2. Tabellenverzeichnis	8
3. Zusammenfassung	10
4. Einführung und Fragestellung.....	14
4.1. Die Einsatzhistorie des Sanitätsdienstes der Bundeswehr im Überblick	14
4.2. Kriegstypische Verletzungsmuster.....	14
4.3. Prähospitaler militärischer Notfallversorgung	15
4.4. Prähospitaler nichtärztliches Atemwegsmanagement	16
4.5. Supraglottische Atemwegshilfen.....	16
4.6. Methoden in der Anwenderschulung – ein Überblick.....	20
4.7. Studienziele und Hypothese.....	21
5. Methodik.....	23
5.1. Studiendesign	23
5.2. Primärer Zielparameter	23
5.3. Probanden	23
5.4. Studienteam	24
5.5. Freiwilligkeit und Datenschutz.....	27
5.6. Unterrichtung der Probanden	28
5.6.1. Unterricht in Kleinstgruppen.....	28
5.6.2. Unterricht Lehrvortrag via PowerPoint-Präsentation	29
5.6.3. Unterricht via Lehrvideo	30
5.7. Lernerfolgskontrolle 1	30
5.8. Lernerfolgskontrolle 2	31
5.9. Stichprobengröße und Statistik.....	33
5.10. Verwendete Materialien	33
6. Ergebnisse	36
6.1. Studiengruppe Präsentation (PowerPoint).....	36
6.1.1. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT..	36
6.1.2. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM..	36

6.1.3. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT	37
6.1.4. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM	37
6.1.5. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT	37
6.1.6. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM	37
6.1.7. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT	37
6.1.8. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM	38
6.2. Studiengruppe Lehrvideo	38
6.2.1. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT..	38
6.2.2. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM..	38
6.2.3. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT	38
6.2.4. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM	39
6.2.5. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT	39
6.2.6. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM	39
6.2.7. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT	39
6.2.8. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM	39
6.3. Studiengruppe Praktische Übung (Unterricht in Kleinstgruppen).....	40
6.3.1. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT..	40
6.3.2. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM..	40
6.3.3. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT	40
6.3.4. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM	41
6.3.5. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT	41
6.3.6. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM	41

6.3.7. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT	41
6.3.8. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM	41
6.4. Vergleich der Ausbildungsformen	42
6.4.1. Vergleich des Insertionserfolges bei LT und LM unabhängig von der Lehrmethode	43
6.4.2. Vergleich des Insertionserfolg LT in Abhängigkeit der Lehrmethode.....	44
6.4.3. Multivariate Analyse Insertionszeit LT.....	48
6.4.4. Multivariate Analyse Insertionszeit LM.....	49
6.4.5. Multivariate Analyse Insertionszeit LT / LM in Abhängigkeit der Lehrmethode zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$	50
6.4.6. Multivariate Analyse Insertionszeit LT / LM in Abhängigkeit der Lehrmethode zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$	51
6.4.7. Analyse subjektiver Score-Werte der Probanden	52
6.4.8. Multivariate Analyse subjektiver Score-Werte für LT	53
6.4.9. Multivariate Analyse subjektiver Score-Werte für LM.....	54
6.4.10. Multivariate Analyse subjektiver Score-Werte LT / LM unabhängig der Lehrmethode zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$	55
6.4.11. Multivariate Analyse subjektiver Score-Werte LT / LM abhängig von der Lehrmethode zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$	56
7. Diskussion	58
7.1. Vergleich der Lehrmethoden.....	59
7.2. Militärmedizinischer Kontext.....	63
7.3. Limitation.....	68
7.4. Fazit für die Praxis	69
8. Literaturverzeichnis	70
9. Eidesstattliche Versicherung.....	75
10. Anteilserklärung	76
11. Lebenslauf	77
12. Publikationen.....	80
13. Danksagung.....	81

1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Einschluss der Teilnehmer, Randomisierung und Aufteilung der drei Ausbildungsmethoden inklusive der zwei Testphasen	32
Abbildung 2 Übersicht Studienmaterial: Ambu-Beutel, Larynxmasken, Larynxtubus und Blockerspritze, Silikonspray.....	34
Abbildung 3 Phantom, Laerdal.....	35
Abbildung 4 Multivariate Analyse der Insertionszeiten in Sekunden (sec) bei der Nutzung des Larynxtubus (LT) zu beiden Messzeitpunkten unter Nutzung aller drei Ausbildungsmethoden. Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).....	48
Abbildung 5 Multivariate Analyse der Insertionszeiten in Sekunden (sec) bei der Nutzung des Larynxmaske (LM) bei beiden Messzeitpunkten. Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).	49
Abbildung 6 Multivariate Analyse der Insertionszeiten in Sekunden (sec) im Vergleich zwischen Larynxmaske und Larynxtubus zum Zeitpunkt t1(0d) in Abhängigkeit von den Lehrmethoden. Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).	50
Abbildung 7 Multivariate Analyse der Insertionszeiten in Sekunden (sec) im Vergleich zwischen Larynxmaske und Larynxtubus zum Zeitpunkt t2(+90d) in Abhängigkeit von der Lehrmethode. Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).	51
Abbildung 8 Multivariate Analyse der subjektiv erhobenen Scoring Werte bei der Nutzung des Larynxtubus (LT) an beiden Messzeitpunkten unter Nutzung der drei Lehrmethoden (PÜ: Praktisches Üben). Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).....	53

Abbildung 9 Multivariate Analyse der subjektiv erhobenen Scoring Werte bei der Nutzung des Larynxmaske (LM) an beiden Messzeitpunkten (PÜ: Praktisches Üben). Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).54

Abbildung 10 Multivariate Analyse der Scores im Vergleich zwischen Larynxmaske und Larynxtracheostomie zum Zeitpunkt t1(0d) in Abhängigkeit von der Lehrmethode (PÜ: Praktisches Üben). Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).55

Abbildung 11 Multivariate Analyse der Scores im Vergleich zwischen Larynxmaske und Larynxtracheostomie zum Zeitpunkt t2(+90d) in Abhängigkeit von der Lehrmethode (PÜ: Praktisches Üben). Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).56

2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anzahl der Probanden und deren Verteilung auf die Studiengruppen.....	36
Tabelle 2 Objektiver und subjektiver Erfolg bei den Lernerfolgskontrollen zu den Zeitpunkten t1(0d) und t2(+90d) (Studiengruppe Präsentation) (n-Zahl).....	38
Tabelle 3 Objektiver und subjektiver Erfolg bei den Lernerfolgskontrollen zu den Zeitpunkten t1(0d) und t2(+90d) (Studiengruppe Lehrvideo) (n-Zahl)	40
Tabelle 4 Objektiver und subjektiver Erfolg bei den Lernerfolgskontrollen zu den Zeitpunkten t1(0d) und t2(+90d) (Studiengruppe Praktische Übung) (n-Zahl).....	42
Tabelle 5 Vergleich der prozentualen Erfolgsraten in Abhängigkeit von der Lehrmethode einschließlich des 95%- Konfidenzintervalls beider supraglottischer Atemwegshilfen (LT/ LM) zum Zeitpunkt t ₁ (0d)	42
Tabelle 6 Vergleich der prozentualen Erfolgsraten in Abhängigkeit von der Lehrmethode einschließlich des 95%- Konfidenzintervalls beider supraglottischer Atemwegshilfen (LT/ LM) zum Zeitpunkt t ₂ (+90d)	43
Tabelle 7 Darstellung des prozentualen Ausbildungserfolges einschließlich des 95%-Konfidenzintervalls beider supraglottischer Atemwegshilfen (LT/ LM) zum Zeitpunkt t ₁ (0d)	43
Tabelle 8 Darstellung des prozentualen Ausbildungserfolges einschließlich des 95%-Konfidenzintervalls beider supraglottischer Atemwegshilfen (LT / LM) zum Zeitpunkt t ₂ (+90d).....	44
Tabelle 9 Vergleich der prozentualen Erfolgsrate bei der Insertion des LT in Abhängigkeit von der Lehrmethode zum Zeitpunkt t ₁ (0d).....	44
Tabelle 10 Vergleich der prozentualen Erfolgsrate bei der Insertion des LT in Abhängigkeit von der Lehrmethode zum Zeitpunkt t ₂ (+90d).....	45

Tabelle 11 Darstellung der benötigten Insertionszeiten für die supraglottischen Beatmungshilfen in Abhängigkeit vom Überprüfungszeitpunkt.....47

Tabelle 12 Darstellung der von den Probanden subjektiv erhobenen Scores, die für die verwendeten supraglottischen Beatmungshilfen in Abhängigkeit vom Überprüfungszeitpunkt.52

3. Zusammenfassung

Einleitung

Die Atemwegssicherung gehört zu den wichtigsten notfallmedizinischen Maßnahmen. Eine Möglichkeit stellen supraglottische Atemwegshilfen dar.

Ziel der Studie war es zu evaluieren, in welchem Umfang der längerfristige Ausbildungserfolg bei der Nutzung supraglottischer Atemwegshilfen von der Wahl der Luftbrücke sowie von der jeweiligen Unterrichtsmethode abhängt.

Methodik

Es handelt sich um eine monozentrische, prospektive, randomisierte Studie am Beatmungsphantom. Für die Untersuchung wurden 285 Soldaten ohne notfallmedizinische Kenntnisse im Gebrauch der beiden supraglottischen Atemwegshilfen Larynxmaske und Larynxtubus ausgebildet. Dazu wurden diese randomisiert in drei Gruppen unterteilt (jeweils $n = 95$). Abzüglich von 63 Probanden, die die Studie abbrachen, ergab sich so letztlich folgende Gruppenzusammensetzung: Gruppe 1 ($n_1 = 61$) erhielt eine Ausbildung im theoretischen Gruppen- und praktischen Einzelunterricht am Phantom. Gruppe 2 ($n_2 = 82$) wurde anhand eines Lehrvortrags geschult und Gruppe 3 ($n_3 = 79$) sah einen Ausbildungsfilm mit gleichem Inhalt. Zum Abschluss der Ausbildung (Zeitpunkt $t_{1(0d)}$) wurde der Erfolg der jeweiligen Maßnahme überprüft. Als positiver Versuch wurde die korrekte Insertion der Atemwegshilfe in das Phantom innerhalb von 60 sec definiert. Diese Erfolgskontrolle wurde nach 90 Tagen wiederholt (Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$), ohne dass die Probanden vorher Kenntnis davon hatten.

Ergebnisse

Das praktische Training zeigte die höchsten Erfolgsquoten, wenn die supraglottischen Atemwegshilfen unmittelbar nach der Unterweisung platziert wurden ($t_{1(0d)}$): Vortrag 68%, Ausbildungsfilm 74%, praktisches Training 94% (praktisches Training vs. Vortrag und praktisches Training vs. Ausbildungsfilm $p < 0.001$). Neunzig Tage nach der Unterweisung ($t_{2(+90d)}$) ergab sich im Gruppenvergleich ein ähnliches Bild, allerdings mit etwas niedrigeren Erfolgsquoten, vor allem in der Gruppe mit praktischem Training:

Vortrag 63%, Ausbildungsfilm 66%, praktisches Training 78% (praktisches Training vs. Vortrag: $p = 0,019$ und praktisches Training vs. Ausbildungsfilm: $p = 0.025$). Unmittelbar nach der Unterweisung war das praktische Training ebenfalls überlegen im Hinblick auf die Platzierungszeit, die Urteilsfähigkeit bezüglich der richtigen Maskenpositionierung und den selbstbewerteten Schwierigkeitsgrad ($p < 0,001$). Diese Effekte waren 3 Monate nach der Unterweisung signifikant reduziert. Ein Vergleich zwischen den supraglottischen Atemwegshilfen zeigte bei allen obengenannten Parametern eine Überlegenheit des Larynxtubus gegenüber der Larynxmaske ($p < 0,001$). Beim Einsatz des Larynxtubus erzielten die Studienteilnehmer außerdem bessere Resultate nach der Präsentation des Ausbildungsfilms als nach dem Vortrag.

Schlussfolgerung

Praktisches Training mit Einzelunterricht ist die effektivste Methode im Hinblick auf Platzierungserfolge und Funktionsfähigkeit von supraglottischen Atemwegshilfen darstellt. Dennoch bleibt die Präsentation eines Ausbildungsfilms eine Option, da so eine möglichst große Zahl medizinischer Laien mit geringem Aufwand in der Platzierung supraglottischer Atemwegshilfen geschult werden kann.

Background

The use of supraglottic airways has been recommended in combat trauma airway management. To ensure an adequate airway management on the battlefield, suitable training concepts are sought to efficiently teach as many soldiers as possible. Our aim was to compare three approaches of teaching laypersons in the handling of supraglottic airways in a manikin model.

Methods

In this prospective randomised blinded study 285 military servicemen without any medical background were divided into three groups and trained in the use of the Laryngeal Mask Airway Supreme (LMA) and the Laryngeal Tube Disposable (LT-D). Three months after the instruction a drop out of 63 study participants was registered. The first group ($n_1 = 61$) underwent a practical training, the second group ($n_2 = 82$) received a theoretical lecture, and the third group ($n_3 = 79$) was shown an instruction video. Immediately after instruction participants were asked to place the supraglottic airway and ventilate the manikin within 60 seconds. The entire test was repeated three months later. Test results were evaluated with regard to success rate, insertion time, ability to judge the correct placement and degree of difficulty.

Results

Practical training showed the highest success rate when placing supraglottic airways immediately after the instruction (lecture: 68%, video: 74%, training 94%); (training vs. lecture and training vs. video, $p < 0.001$) as well as three months later (lecture: 63%, video: 66%, training: 78%); (training vs. lecture, $p = 0.019$ and training vs. video, $p = 0.025$). Immediately after the instruction practical training was also superior in terms of insertion time, ability to judge the correct placement and the self-rated degree of difficulty ($p < 0.001$). These effects were significantly reduced three months after the instruction. In comparison between supraglottic airways LT-D was superior to LMA regarding all the outcome parameters mentioned above ($p < 0.001$). If LT-D was used the study participants achieved better results after the video presentation than after the

lecture.

Conclusions

Our results show that practical training is the most effective instruction method. Nevertheless, the presentation of an instruction video is a promising approach of teaching a maximum number of laypersons with minimal effort to correctly place supraglottic airways. To optimize the success rate of such a concept LT-Ds instead of LMAs should be used for airway management.

4. Einführung und Fragestellung

4.1. Die Einsatzhistorie des Sanitätsdienstes der Bundeswehr im Überblick

Die Einsatzhistorie des Sanitätsdienstes ist mit zahlreichen humanitären Missionen verbunden. So waren bereits 1960 erstmals Sanitätssoldaten im Rahmen der Erdbebenhilfe in Agadir (Marokko) im Auslandseinsatz. Bis heute ist der Sanitätsdienst regelmäßig bei der Bewältigung von Großschadensereignissen im Inland (Flutkatastrophen, Waldbrandbekämpfung, Hochwasserbekämpfung, zum Beispiel 2002 an der Elbe) und im Rahmen von internationalen humanitären Hilfseinsätzen (Erdbeben, Hungerkatastrophen, zuletzt Tsunamikatastrophe 2004/2005 in Südostasien und Erdbebenhilfe in Pakistan 2005) in maßgeblichem Umfang beteiligt [20]. Zusätzlich unterstützt der Sanitätsdienst der Bundeswehr weltweit die Evakuierung deutscher Staatsbürger aus Notlagen. Die nun seit nahezu 30 Jahren andauernde Beteiligung der Bundeswehr an friedenserhaltenden, stabilisierenden und friedens erzwingenden Missionen wie z.B. in Somalia, im Kosovo und in Afghanistan führt jedoch dazu, dass jeder Bundeswehrsoldat unmittelbar mit kriegstypischen Verletzungsmustern unter Gefechtsbedingungen konfrontiert werden kann.

4.2. Kriegstypische Verletzungsmuster

Detaillierte Informationen über kriegstypische Verletzungsmuster stammen vor allem vom Sanitätsdienst der US-Armee. Demnach gibt es neben nicht vermeidbaren Todesfällen eine Reihe von Schädigungsmechanismen, die durch rasche und effiziente Behandlungsmaßnahmen teilweise oder vollständig beherrscht werden könnten. Schätzungen zufolge wären durch adäquate Sofortmaßnahmen ca. 25% der tödlichen Ausgänge vermeidbar. In mehr als 90% der Fälle sind schwere Blutungen ursächlich. Darüber hinaus spielen aber auch traumatische Spannungspneumothoraces und Atemwegsprobleme eine wichtige Rolle [14]. Ähnliche Zahlen gibt es für den zivilen Bereich. Auch hier geht man davon aus, dass annähernd 15% der traumaassoziierten Notfälle einen besseren Outcome hätten, wenn zeitnah die erforderlichen Therapiemaßnahmen eingeleitet würden [19].

Da in einem militärischen Umfeld, vor allem während eines laufenden Gefechts, die schnellstmögliche Versorgung Verwundeter durch sanitätsdienstliches Fachpersonal

(Notarzt, Notfallsanitäter, Rettungsassistent, Rettungssanitäter) wegen der extremen Bedrohungslage nicht immer gewährleistet werden kann, ist die Ausbildung von allen Soldaten in der Durchführung lebensrettender Sofortmaßnahmen sicherzustellen. Innerhalb der Bundeswehr kommt dabei ein gestaffeltes Ausbildungskonzept zur Anwendung.

4.3. Prähospitaler militärischer Notfallversorgung

Die Grundlage bildet die Ausbildung zum Einsatzersthelfer, die für alle Soldaten der Bundeswehr in der Stufe Alpha verpflichtend ist. Vier Module vermitteln grundlegende Kenntnisse in der Selbst- und Kameradenhilfe, die in jährlichen Wiederholungen im Rahmen des Erhalts der individuellen Grundfertigkeiten wiederholt werden müssen. Die Stufe Bravo der Einsatzersthelferausbildung ist eine Erweiterung und dient der qualifizierten Versorgung im Gefecht mit erweiterten Befähigungen, wie der Anlage eines peripheren Venenverweilkatheters oder einer Thoraxentlastungspunktion. Diese Qualifikationsstufe ist jedoch nicht für jeden Soldaten obligatorisch und möglich.

Der nächsthöhere Qualifikationsgrad, zum Combat First Responder (CFR), wird in der Regel nur von den spezialisierten Einsatzkräften der Bundeswehr erlangt. Diese Qualifikationsstufe wird in einen Alpha-, Bravo- und Charly-Teil untergliedert. Erstmals und nur unter Vorbehalt der Notfallkompetenz im Gefecht und außerhalb des zivilen Bereichs wird im Charly-Teil die invasive Atemwegssicherung gelehrt.

Die Lehr-Konzepte sollen ein relativ ausgewogenes Verhältnis zwischen Ausbildungsaufwand und Nutzen sicherstellen. Bezogen auf die Ausbildung der Soldaten im Sanitätsdienst der Bundeswehr bedeutet dies, dass die von ihnen erlernten Techniken und Skills auch nach einem längeren anwendungsfreien Intervall fehlerfrei abrufbar sein sollen.

In den letzten Jahren wurde im Rahmen der Ausbildung zum Ersthelfer-Alpha und Ersthelfer-Bravo (EH-A / EH-B), in Anlehnung an amerikanische Studien und

Erfahrungen, viel Zeit und Mühe in die Ausbildung zum Thema Blutstillung und Aufrechterhaltung eines adäquaten Volumenstatus investiert.

4.4. Prähospitaler nichtärztliches Atemwegsmanagement

Die Ausbildung der Soldaten im Bereich des Atemwegsmanagements ist bislang eher rudimentär, was häufig zu einer defizitären Versorgung respiratorischer Notfälle führt. Um dieses strukturelle Defizit zu beheben, ist es notwendig, möglichst viele Militärangehörige in Techniken des Atemwegsmanagements zu unterweisen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen wesentliche Aspekte berücksichtigt werden. Zum einen stellt sich die Frage, welche Techniken zum Freimachen und Freihalten der Atemwege unter Gefechtsbedingungen praktikabel sind. Außerdem muss geklärt werden, welche Atemwegshilfe in der Hand medizinischer Laien den größten Erfolg verspricht. Das gleiche gilt angesichts der großen Zahl Auszubildender für die Lehrmethode, die mit einem vertretbaren Zeit- und Personalaufwand durchzuführen und möglichst effektiv sein sollte.

Die üblichen Basismaßnahmen, wie das Überstrecken des Kopfes oder die Mund-zu-Mund- bzw. Mund-zu-Nase-Beatmung, sind unter Gefechtsbedingungen nur schwer durchführbar.

Die endotracheale Intubation, die immer noch als Goldstandard für die ärztliche Versorgung respiratorischer Notfälle gilt, stellt aufgrund der hohen technischen Anforderungen keine Option für Soldaten der Ausbildungsstufen EH-A und EH-B im prähospitalen militärischen Umfeld dar [13]. Zum einen ist der erforderliche Ausbildungsaufwand für die große Zahl medizinischer Laien nicht zu leisten. Andererseits bestünden kaum Möglichkeiten, die einmal erworbenen Fähigkeiten regelmäßig anzuwenden. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass durch die unverzichtbare Nutzung einer Lichtquelle zur Larynkoskopie der eigene Standort durch Feindkräfte, besonders nachts, leicht erkennbar ist, was wiederum das Gefährdungspotenzial erhöhen würde.

4.5. Supraglottische Atemwegshilfen

Eine mögliche Alternative zum Endotrachealtubus stellen supraglottische Atemwegshilfen dar [27]. Das charakteristische Merkmal dieser Atemwegshilfen besteht darin, dass sie nicht via Kehlkopf in die Trachea eingeführt, sondern mit ihrem patientenseitigen Ende im Oropharynx platziert werden. Im Bereich um den Larynx kommt es durch verschieden gestaltete Polster (Cuffs) zu einer Abdichtung, so dass das Atemgasgemisch direkt in die Trachea geleitet werden kann. Somit können die supraglottischen Atemwegshilfen sowohl in Spontanatmung als auch für assistierte und kontrollierte Beatmungsmodi eingesetzt werden. Dabei ist es wesentlich, dass die Abdichtung zwischen Pharynx, Larynx und supraglottischer Atemwegshilfe so effektiv ist, dass einem normalen Beatmungsdruck von etwa 20 mbar standgehalten wird und es zu keinem Entweichen des Atemgasgemisches kommt [10, 36]. Die erste supraglottische Atemwegshilfe wurde in den 1980-iger Jahren unter dem Namen Larynxmaske von Brain beschrieben und danach weltweit in den anästhesiologischen Alltag eingeführt [23]. Die Abdichtung erfolgt hierbei über einen Silikon- oder Kunststoff-Cuff, der nach Insertion der Atemwegshilfe mit Luft gefüllt wird und bei entsprechender Ausdehnung eine speziell entwickelte Form annimmt, die den gesamten Larynxbereich umschließt. Dieses Prinzip konnte sich rasch in der Anästhesiologie durchsetzen und ist heute kaum noch aus der klinischen Routine wegzudenken. Zunächst wurde die Larynxmaske ausschließlich als Alternative zur Gesichtsmaske eingesetzt, d.h. bei kurzen Eingriffen ohne die Eröffnung großer Körperhöhlen bei nüchternen Patienten. Vor allem das Gebot der Nüchternheit des Patienten spielte dabei eine große Rolle, weil die Trachea im Gegensatz zur Intubation nicht direkt geblockt ist und somit ein sicherer Aspirationsschutz keinesfalls zu gewährleisten ist. Zudem war die Insertion der ersten Generation noch deutlich schwieriger und erforderte ein gewisses Maß an Geschicklichkeit und Routine. Die Weiterentwicklungen der nachfolgenden Generationen zielten deshalb vor allem auf eine bessere Handhabbarkeit ab. Ein zusätzliches gastrales Lumen, das unmittelbar über dem proximalen Ösophagusausgang aufliegt und Magensaft nach außen drainieren kann, sorgt für einen verbesserten Aspirationsschutz. Zusätzlich kann darüber auch eine Magensonde eingeführt und so die gastrale Entlastung noch sicherer durchgeführt werden. Außerdem kann über dieses Lumen auch ein möglicher im Ösophagus herrschender

Überdruck entlastet werden, der z.B. über eine vorangegangene ineffektive Maskenbeatmung sukzessive aufgebaut wurde. Nicht zuletzt durch den großen Erfolg der Larynxmaske und ihre zunehmende Verbreitung vor allem in der Anästhesie, aber auch in der Notfallmedizin, kam es bald zur Entwicklung und Implementierung neuer supraglottischer Atemwegshilfen. Dazu gehört der Larynxtubus, der ebenfalls luftgefüllte Cuffs nutzt, um den Pharynx wirkungsvoll abzudichten und damit eine effektive Beatmung zu gewährleisten [12, 26]. Im Gegensatz zur Larynxmaske nutzt der Larynxtubus jedoch zwei voneinander getrennte Cuffs, die über eine gemeinsame Leitung geblockt werden. Der proximale Cuff verschließt dabei den gesamten Oropharynx, während der distale Cuff, direkt am ösophagealen Sphinkter anliegt. Der zwischen den beiden aufgeblasenen Cuffs entstehende Raum umgibt den Larynxeingang, so dass über eine Öffnung des Tubusteils, die exakt in diesem Raum mündet, das Atemgas via Larynx in die tiefen Atemwege gelangen kann. Die eng anliegenden Cuffs verhindern dabei, dass das Atemgas in den Ösophagus gepresst wird bzw. über die Mundöffnung entweichen kann [7]. Auch dieser Atemweg wurde im Verlauf weiter modifiziert, wobei auch dabei der verbesserte Aspirationsschutz im Fokus stand. Ähnlich der Larynxmaske wurde auch hier neben dem Beatmungslumen ein zweites Lumen konstruiert, das vom distalen Ende des Larynxtubus in der Position unmittelbar vor bzw. bereits im Inneren des Ösophagus über den Mund des Patienten nach außen führt und möglichen Mageninhalt über den Ösophagus ableiten kann.

Ein weiterer supraglottischer Atemweg steht mit dem Combitubus zur Verfügung, der aus zwei unterschiedlich langen, potenziellen Beatmungslumina besteht und, mit dem Larynxtubus vergleichbar, auch über einen proximalen und einen distalen Cuff verfügt. Dabei befindet sich der eine Cuff am distalen Ende des langen Lumens und der proximale Cuff im Bereich des Oropharynx und schließt beide Lumen mit ein. Das Prinzip des Combitubus besteht darin, dass er blind oral eingeführt wird und das weitere Vorgehen von der Endposition des distalen Endes des langen Lumens abhängt. Mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit kommt dieses im Ösophagus zu liegen. Das führt dazu, dass das zweite Lumen unmittelbar über den Larynxeingang zu liegen kommt. Werden jetzt beide Cuffs geblockt, kann über das kurze Lumen Beatmungsluft unter Druck

eingepresst werden, die dann zwischen den beiden Cuffs gehalten wird und nur über die Larynxöffnung in die Trachea entweichen kann. Im unwahrscheinlichen Falle, dass der lange Tubus blind in die Trachea eingeführt wird, nutzt man den distalen Cuff als intratrachealen Cuff (ähnlich einem Endotrachealtubus). Als letzte Neuentwicklung soll noch die I-gel Maske erwähnt werden. Diese ist im Design der klassischen Larynxmaske ausgesprochen ähnlich, da sie auch aus einem Beatmungslumen und einem Cuff besteht, der den Larynxeingang komplett umschließt. Der wesentliche Unterschied besteht also nicht in der Form des Cuffs sondern vielmehr in dessen Beschaffenheit. Der Cuff besteht aus thermoelastischem Material und muss nicht mehr aufgeblasen werden, sondern er passt sich durch seine Materialeigenschaften dem umgebenden Gewebe an und führt so zu einer effektiven Abdichtung. Auch dieser relativ neue supraglottische Atemweg hat ein zusätzliches gastrales Lumen, um zu einer Entlastung des Ösophagus beitragen zu können. Im Laufe der Zeit und mit zunehmender Erfahrung im klinischen Alltag wurde die Indikation zum Einsatz supraglottischer Atemwegshilfen erweitert.

Darüber hinaus erwiesen sich supraglottische Atemwegshilfen beim schwierigen Atemweg, vor allem in „can't ventilate, can't intubate“ Situationen als wertvolle Instrumente, mit deren Hilfe die Atemwege häufig gesichert und somit eine ausreichende Ventilation und Oxygenierung sichergestellt werden konnten. Folgerichtig wurden supraglottische Atemwegshilfen in den 2011 veröffentlichten Leitlinien „Schwieriges Airwaymanagement“ der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) aufgenommen und deren Einsatz vor der Durchführung einer Koniotomie empfohlen [3].

Aufgrund der Vorteile supraglottischer Atemwegshilfen, wie leichte Handhabung, geringe Invasivität, hohe Erfolgsrate und vertretbares Patientenrisiko, erfolgte deren Einsatz auch frühzeitig in der präklinischen Notfallmedizin. Nach den ersten erfolgreichen präklinischen Einsätzen der supraglottischen Atemwegshilfen, durch erfahrene Notärzte, etablierten sich diese zunehmend auch als Alternative zur endotrachealen Intubation. So wird in den 2015 veröffentlichten Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation der Einsatz dieser Tools explizit empfohlen und mit der

Intubation gleichgestellt [9]. Unklarheit herrscht bislang allerdings über die Intensität, die Art und den Umfang der erforderlichen Ausbildungsmaßnahmen von Personal, welches nicht regelmäßig in der Anästhesie tätig ist bis hin zu medizinischen Laien. Demgegenüber ist das Risikopotenzial endotrachealer Intubationen im Bereich der prähospitalen Notfallmedizin bestens bekannt. So zeigte eine bereits 1998 publizierte Arbeit von Adnet et al. beispielsweise für 691 präklinische endotracheale Intubationen durch erfahrene Notärzte 10,8% mechanische Komplikationen auf [1]. Ebenso beschrieb die Arbeit von Timmermann et al. 6,7% nicht erkannte ösophageale und 10,7% bronchiale Tubusfehlagen durch erfahrene Notfallmediziner [35]. Für nichtärztliches Rettungsdienstpersonal beläuft sich der Anteil misslungener Intubationsversuche, je nach Ausbildung und angewandter Technik, auf bis zu 50% [17, 37].

4.6. Methoden in der Anwenderschulung – ein Überblick

Sicherlich ist eine praktische Unterweisung im OP unter fachärztlicher Aufsicht und wiederholter Repetition die beste Methode, um anwendungsbereites Wissen und praktische Fertigkeiten auf dem Gebiet des Atemwegsmanagements zu vermitteln. Diese intensive Ausbildungsform lässt sich jedoch nicht gleichzeitig für alle potentiellen Anwender sicherstellen. Deshalb ist es zwingend erforderlich über alternative Ausbildungskonzepte nachzudenken, diese zu entwickeln, zu evaluieren und zu implementieren. Mit Hilfe moderner Ausbildungsphantome (Simulationspuppen) können Insertionstechniken realitätsnah dargestellt und geübt werden. Die hierfür erforderliche Ausbildung in Klein(st)gruppen ist jedoch personal- und zeitintensiv und erfordert größere Investitionen in die Simulatortechnik.

Um dem Lehrauftrag angesichts der großen Zahl Auszubildender bei gleichzeitig beschränkten Ressourcen gerecht werden zu können, muss nach alternativen Methoden der Wissensvermittlung gesucht und deren Wirksamkeit geprüft werden. Mögliche Alternativen zum Individualunterricht bzw. dem Frontalunterricht in Klein(st)gruppen sind der Lehrvortrag sowie spezielle Lehrvideos. Sowohl dem Lehrvortrag als auch dem Lehrvideo ist die Nutzung moderner Präsentationsmethoden,

in Form kompakter methodischer und didaktischer Aufbereitung zur Vermittlung wesentlicher Ausbildungsinhalte, gemeinsam. Von entscheidender Bedeutung ist es, bei der Gestaltung der Medien die Kenntnisse und Erfahrungen der Lehrgangsteilnehmer zu berücksichtigen und mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft abzugleichen. Ein wichtiger Faktor für den Erfolg neuer Ausbildungsmethoden ist deren Präsentation. Diese entscheidet wesentlich mit darüber, ob eine solche Methode für die Lehrgangsteilnehmer attraktiv ist und akzeptiert wird. Gerade bei jungen Lehrgangsteilnehmern mit multimedialer Freizeitgestaltung ist die Annahme durchaus berechtigt, dass durch die Präsentation attraktiver Filme deren Aufmerksamkeit in besonderem Maße gewonnen werden kann.

Die sanitätsdienstliche Ausbildung der Bundeswehr sieht sich in besonderer Weise mit den oben genannten Herausforderungen konfrontiert. Der großen Zahl auszubildender Soldaten stehen begrenzte personelle und materielle Ressourcen gegenüber. Um möglichst viele Soldaten erfolgreich ausbilden zu können, konzentrieren sich die Bemühungen, auf eine moderne und effektive Ausbildung mit exakter Definition des Ausbildungszieles. Dabei ist das Beherrschen der Lehrinhalte am Ende der Ausbildung nur ein Erfolgskriterium. Noch entscheidender ist die Nachhaltigkeit der Ausbildung. Ziel ist eine gleichbleibend hohe Erfolgsrate, auch wenn die einmal erlernte Technik in der Zwischenzeit vom Auszubildenden nicht ausgeübt wurde.

Darüber hinaus muss den auszubildenden Soldaten auch ein gewisses Maß an Sicherheit vermittelt werden, um die Notwendigkeit der erforderlichen Therapiemaßnahmen ebenso einschätzen zu können, wie die eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Nur so kann der auszubildende Soldat im Falle eines realen Einsatzes eigenständig die richtigen Entscheidungen treffen.

4.7. Studienziele und Hypothese

In der vorliegenden Studie wurde in einem militärischen Umfeld untersucht, inwieweit medizinische Laien nach einer kurzen Unterweisung in der Lage sind, supraglottische

Atemwegshilfen erfolgreich in einem Beatmungsphantom zu platzieren und darüber eine effektive Beatmung mit einem Beatmungsbeutel durchzuführen. Dieser Test wurde zum einen unmittelbar nach der Unterweisung durchgeführt und zum anderen nach 3 Monaten noch einmal wiederholt. Dabei kamen mit der Larynxmaske und dem Larynxtubus zwei unterschiedliche supraglottische Atemwegshilfen zum Einsatz. Die Erfolgsrate war der primäre Endpunkt.

Die Prämissen für die Unterweisung im Atemwegsmanagement waren, dass die gewählte Methode leicht zu erlernen sein muss, dass diese in bestehende Ausbildungsprogramme ohne großen Zeitaufwand integriert werden kann und dass das vermittelte Wissen nachhaltig abrufbar sein sollte. Dementsprechend wurden folgende drei Unterrichtsmethoden miteinander verglichen:

1. Direktunterweisung in Kleinstgruppen
2. Lehrvortrag via PowerPoint-Präsentation
3. Lehrvideo

Die Ergebnisse der Studie sollen als Entscheidungshilfe dienen, welche Atemwegshilfe für notfallsanitätsdienstlich ausgebildete Soldaten in kämpfenden Verbänden einheitlich beschafft werden sollten und welche Unterrichtsmethode am ehesten die oben genannten Anforderungen erfüllt.

Unsere primäre Hypothese war, dass die Direktunterweisung in Kleinstgruppen effektiver und erfolgreicher ist, als eine PowerPoint-Präsentation oder die Präsentation eines Lehrvideos.

5. Methodik

5.1. Studiendesign

Es handelt sich um eine prospektive, randomisierte, (untersucherseitig) verblindete Studie am Beatmungsphantom.

5.2. Primärer Zielparameter

Primärer Zielparameter war die Erfolgsrate unter den Studienteilnehmern bei der Platzierung der supraglottischen Atemwegshilfen.

5.3. Probanden

Die Probanden der Studie waren Wehrdienstleistende, welche am Anfang ihrer Ausbildung in Verbänden der Bundeswehr standen. Im Rahmen der bestehenden militärischen Zusammenarbeit zwischen dem Bundeswehrkrankenhaus Berlin und dem Lazarettregiment 31 „Berlin“ wurde im Einvernehmen mit dem Kommandeur des Lazarettregiment 31 und mit Billigung vorgesetzter Kommandobehörden und Dienststellen eine Studie konzipiert und initiiert. Das Lazarettregiment 31 wurde 2015 mit dem Sanitätsregiment 32 in Weißenfels in das Sanitätsregiment 1 überführt.

Junge Rekrutinnen und Rekruten, die ihren militärischen Dienst begannen, evaluierte das Studienteam hinsichtlich ihrer medizinischen Vorausbildung. Soldaten ohne medizinische Grundkenntnisse wurden in die Studie eingeschlossen. Im Studienzeitfenster von Januar bis Juni 2010 identifizierte das Team insgesamt 285 Soldaten / Probanden. Innerhalb der ersten zehn Tage nach Beginn der Grundausbildung wurde den zusammengezogenen Soldaten das Studienziel erläutert. Nach der Übernahme durch die für die Ausbildung verantwortlichen Unteroffiziere, erfolgte die Einteilung in Ausbildungszüge der Ausbildungskompanie, das Beziehen der Gemeinschaftsunterkünfte, die Einkleidung der angehenden Soldaten sowie die ärztliche Begutachtung im Rahmen der Einstellungsuntersuchungen.

Im Rahmen einer 2-monatigen Allgemeinen (militärischen) Grundausbildung (AGA) werden allen Soldaten der Bundeswehr möglichst umfangreiche allgemeinmilitärische

Kenntnisse und Fertigkeiten vermittelt. Diese sollen den Soldaten befähigen, gesetzeskonform zu handeln, sich selbst zu verteidigen und auf dem Gefechtsfeld zu überleben. Dazu gehört auch eine Sanitätsausbildung. Diese umfasst neben der „Erste-Hilfe-Ausbildung“, eine Vermittlung militärmedizinisch wichtiger und einfacher Handlungselemente, welche den Erfordernissen des militärischen Einsatzszenarios angepasst sind.

Die letzten vier Wochen im Bereich der Ausbildungskompanie (hier des Lazarettregiment 31) werden dazu verwendet, die Soldaten in Vorbereitung auf ihren zukünftigen speziellen Dienstposten (= Spezialgrundausbildung) sowie zu Wach- und Sicherungssoldaten auszubilden.

In der Regel verlassen die Soldaten nach ihrer AGA die Ausbildungskompanie und werden bedarfsgerecht deutschlandweit versetzt und eingesetzt.

Durch die dreimonatige Gemeinschaftsausbildung im Rahmen der AGA konnte für das vorliegende Projekt eine Teilnahme der Probanden an der zweizeitigen Studie sichergestellt werden. Limitierende Faktoren waren krankheitsbedingte Ausfälle, Entbindung vom Dienst aus disziplinarischen Gründen und vorzeitige Beendigung des Wehrdienstes.

An insgesamt sechs Studientagen erfolgte nach Genehmigung durch das Sanitätskommando III im Rahmen einer Ausbildungsevaluierung die Durchführung der Studie im Zeitraum März bis Juni in der Jägerkaserne Kladow beim Lazarettregiment 31 Berlin.

5.4. Studienteam

Das an der Studie unmittelbar beteiligte Funktionspersonal kam aus der Abt X B, Notfallmedizin und Rettungsdienst des Bundeswehrkrankenhauses Berlin. Zudem unterstützten der Kompaniechef und die Ausbilder des Lazarettregimentes 31 Berlin mit der zeitgerechten Zusammenführung der Ausbildungszüge (Ausbildungsverbund von je ca. 50 Rekrutinnen und Rekruten), sowie der Bereitstellung der Unterrichtsräume

und Lehrmittel die Studie.

Das Funktionspersonal aus dem Bundeswehrkrankenhaus Berlin bestand aus je zwei Lehrrettungsassistenten und zwei medizinischen Dokumentationsassistenten, sowie dem Prüfarzt.

Die Lehrrettungsassistenten waren zu Studienbeginn mindestens fünf Jahre aktiv in der prähospitalen Notfallmedizin auf Rettungsfahrzeugen (Notarzteinsetzfahrzeug / NEF, Rettungstransportwagen / RTW) tätig. Außerdem hatten sie z.T. mehrfach an Auslandseinsätzen der Bundeswehr in Kampfgebieten teilgenommen. Darüber hinaus waren sie seit mindestens drei Jahren als Lehrrettungsassistenten am Rettungszentrum des Bundeswehrkrankenhauses als praktische und theoretische Ausbilder für die überregionale Schulung von Rettungsdienstpersonal (Rettungsassistenten und Rettungssanitäter) tätig und in der fachlichen Verantwortung.

Larynxmaske und Larynxtubus gehören seit Jahren zum täglichen Arbeitsequipment im Bereich der Abt X B, Bundeswehrkrankenhaus Berlin: Beide Atemwegshilfen sind Teil der Standardausstattung aller Rettungsfahrzeuge des Rettungszentrums. Larynxtubus und Larynxmaske wurden durch den ärztlichen Leiter des Rettungsdienstes für die tägliche Anwendung am Notfallpatienten freigegeben. Deren Einsatz wird durch den leitenden Oberarzt überwacht und dokumentiert. Die als Ausbilder im Rahmen der Studie eingesetzten Lehrrettungsassistenten sind gleichzeitig für die Unterweisung und praktische Anwendung im Rahmen ihrer NEF- bzw. RTW-Tätigkeit am Patienten verantwortlich.

Vor dem eigentlichen Studienbeginn wurde das Funktionspersonal durch den Prüfarzt und den Studienleiter in die Aufgabenstellung eingewiesen:

Das Wording, die Bildgebung und der Umfang der Power-Point-Präsentation wurden mit den vortragenden Lehrrettungsassistenten abgestimmt und mehrfach wiederholt, bevor es zur Präsentation vor den Probanden kam.

Auch die Präsentation des Lehrvideos wurde durch einen Lehrrettungsassistenten durchgeführt, welcher bei der Vermittlung der anderen Unterrichtsmethoden mitwirkte. Durch ein professionelles Filmteam des Sanitätsamtes der Bundeswehr wurden zwei Unterrichtsfilme (jeweils für die Insertion des Larynxubus bzw. der Larynxmaske) erstellt. Hierbei wurde darauf geachtet, dass alle später von den Probanden zu benutzenden Materialien im Lehrvideo gezeigt und erklärt werden. Außerdem wurde auf die inhaltliche Kongruenz der drei Unterrichtsmethoden Wert gelegt.

Der Unterricht in Kleinstgruppen (4-6 Soldaten) wurde von denselben Lehrrettungsassistenten durchgeführt, die auch für die PowerPoint- und Lehrvideo-Präsentation verantwortlich waren. Zur Dokumentation des Ausbildungserfolges wurden zudem zwei medizinische Dokumentationsassistenten (MedDokAssistenten) der Abteilung XB herangezogen, welche die anonymisierten Daten der Probanden aufnahmen (Personenkennziffern) und diese beim Wiederholungsversuch den Probanden zur Ergebnisfindung zuordneten.

Mittels Stoppuhr wurden durch die MedDokAssistenten die Zeiten für die Insertion von Larynxmaske bzw. Larynxubus gemessen und sekundengenau dokumentiert (siehe Anhang).

Als Prüfarzt fungierte ein langjähriger Facharzt für Anästhesiologie, der am Bundeswehrkrankenhaus in Berlin als Leiter für die Abteilung Notfallmedizin und Rettungsdienst verantwortlich ist und als Stützpunktleiter des NAW 1305 eingesetzt wurde. Er ist mit allen gängigen Narkoseverfahren vertraut, einschließlich der Narkoseführung mit supraglottischen Atemwegshilfen. Die Unterweisung von ärztlichem und nichtärztlichem Personal im Bereich der Anästhesiologie und der Notfallmedizin gehört zu seinen wichtigsten Aufgaben. Darüber hinaus verfügt er über die Zusatzbezeichnung Notfallmedizin, ist regelmäßig im Rettungsdienst aktiv und wurde zum „Leitenden Notarzt“ der Stadt Berlin bestellt.

Sowohl zum Prüfzeitpunkt $t_{1(0d)}$ (unmittelbar nach der Unterweisung) als auch zum Prüfzeitpunkt $t_{2(+90d)}$ (nach 3 Monaten) kam exakt dasselbe Personal zum Einsatz.

5.5. Freiwilligkeit und Datenschutz

Die Teilnahme an dieser Studie war freiwillig. Die Probanden konnten jederzeit ohne Angabe von Gründen die Teilnahme verweigern. Eine Verweigerung hatte keinen Einfluss auf den weiteren militärischen Werdegang der Soldaten. Auch die „stille Verweigerung“, d.h. ohne Information der anderen Teilnehmer, war vorgesehen. Dazu wurden diese Soldaten mit in den Unterrichtsraum gebeten, mussten allerdings später keine Prüfung ablegen. Ziel dieser Maßnahme war es, einem negativen Gruppendruck vorzubeugen.

Der Studieneinschluss der Probanden erfolgte erst, nachdem diese mündlich wie schriftlich (siehe Anhang: Informationsmappe) über das Wesen, die Bedeutung und die Tragweite der wissenschaftlichen Untersuchung informiert wurden. Anschließend bot der Prüfarzt im persönlichen Gespräch die Möglichkeit, konkrete Fragen zu Inhalt und Ablauf der Studie zu stellen. Die Studienteilnehmer unterzeichneten eine schriftliche Einverständniserklärung (siehe Anhang: Einwilligungserklärung) über die Verarbeitung der anonymisierten Studienergebnisse auf elektronischen Datenträgern. Die Einwilligungserklärungen aller 285 Soldaten liegen dem Prüfarzt vor.

Auch darüber, dass die Teilnahme freiwillig sei und zu jedem Zeitpunkt der Ausschluss aus der Studie möglich ist, informierte der Studienarzt. Die datenschutzrechtlichen Bestimmungen wurden erläutert; diese lagen an den Studientagen zur ständigen Einsichtnahme aus. Die personenbezogenen Daten waren nur dem Prüfarzt bekannt und wurden nicht weitergegeben.

Vor Beginn der Studie wurden alle Soldatinnen und Soldaten gemeinschaftlich im Hörsaal begrüßt und sowohl über das Studienziel, den möglichen Nutzen für die Allgemeinheit und das soldatische Handeln innerhalb der medizinischen Kameradenhilfe, sowie über die Durchführung der Untersuchung informiert. Der Prüfarzt räumte allen Soldatinnen und Soldaten die Möglichkeit ein, im Bedarfsfall

kurzfristig mit ihm kommunizieren zu können.

5.6. Unterrichtung der Probanden

Gemäß dem Design der Studie wurden die Soldatinnen und Soldaten im Gebrauch der beiden Atemwegshilfen Larynxmaske und Larynxtubus mit unterschiedlichen Unterrichtsformen ausgebildet (Abbildung 2).

Dazu wurden die Teilnehmer zum Zeitpunkt ($t_{1(0d)}$) in die nachfolgend genannten drei Gruppen unterteilt, wobei die Zuteilung zu einer der Gruppen dem Zufallsprinzip folgte (Randomisierung):

- 1/3 der Probanden erhielt eine praktische Ausbildung am Phantom in Kleinstgruppen (Gruppe 1, n = 61).
- 1/3 der Probanden erhielt einen theoretischen Lehrvortrag mit Power-Point-Präsentation (Gruppe 2, n = 82).
- 1/3 der Probanden bekam ein kurzes Lehrvideo demonstriert (Gruppe 3, n = 79).

Der Lehrinhalt, welcher gruppenspezifisch vermittelt wurde, bestand im Präparieren und Einlegen beider Atemwegshilfen, jeweils unter Beachtung der atemwegstypischen Besonderheiten in das Beatmungsphantom und die anschließende Überprüfung der Wirksamkeit.

5.6.1. Unterricht in Kleinstgruppen

Das Wording der zu vermittelnden Lehrinhalte durch das Ausbildungspersonal wurde vorab exakt festgelegt und war nahezu analog dem Inhalt des Lehrvideos.

Die Probanden der Gruppe 1 (n = 61) erhielten neben dem theoretischen und praktischen Gruppenunterricht in einer Kleinstgruppe auch die praktische

Einzelunterweisung durch das Ausbildungspersonal. Der zeitliche Umfang dieses 3-stufigen Ausbildungsgangs belief sich auf jeweils 10 Minuten pro Stufe.

Zunächst wurde am Kopfschnittmodell die besondere Anatomie des Kehlkopfbereiches erläutert. Darauf aufbauend wurde dann die Funktionsweise beider supraglottischer Atemwegshilfen, einschließlich deren Besonderheiten, sowie deren Handhabung vor und während der Insertion, erklärt. Danach erfolgte die praktische Einweisung in das Beatmungsphantom, einschließlich der Insertion des Larynxtubus bzw. der Larynxmaske und die korrekte Anwendung der Blockerspritze vor (Luftentzug der LM), sowie nach der Insertion (LM bzw. LT). Nach korrekter Insertion erfolgte die Blockung des Larynxtubus (rote Markierung = 80 ml) und der Larynxmaske (30 ml) unter Zuhilfenahme der Blockerspritze. Die Erfolgskontrolle mittels eines bereitliegenden Ambubeutels wurde ebenfalls gezeigt. Das Heben und Senken des Phantombrustkorbs wurden als Erfolgsparameter dargelegt.

Danach wurden die Probanden individuell in der Vorbereitung des Larynxtubus bzw. der Larynxmaske für die Insertion unterrichtet. Die Insertion der Atemwegshilfen wurde bei Bedarf ebenso unterstützt wie die Blockung. Die konsekutive Erfolgskontrolle erfolgte mittels Konnektion des Ambubeutels an die Atemwegshilfen und sichtbares Heben und Senken des (Phantom-)Brustkorbs. Abschließend erfolgte die selbständige Verwendung der Atemwegshilfen.

5.6.2. Unterricht Lehrvortrag via PowerPoint-Präsentation

Die Erstellung der PowerPoint Präsentation erfolgte mit Hilfe des Software- Programms Power-Point 2003, OEM Software MicrosoftOffice SBE 2003 w/BCM Non-OSB, Product Key: B4QYQ-MM9GP-KVRRV-3R24G-DCGHG)

Die Probanden der Gruppe 2 (n = 82) wurden nach einem 15 minütigen Power-Point-Lehrvortrag, bestehend aus 16 Folien, in welchem die anatomischen Besonderheiten der oberen Atemwege dargestellt und die supraglottischen Atemwegshilfen mit deren Wirkmechanismus sowie deren Besonderheiten bei der Insertion und Blockung erklärt

wurden, mit der Erfolgskontrolle am Beatmungsphantom konfrontiert.

Dazu erfolgte unmittelbar nach dem Lehrvortrag die Bereitstellung der erforderlichen Materialien (LT+LM+Blockerspritze+Ambubeutel) und die Bitte an die Probanden, das Erlernte sofort umzusetzen.

Die Durchführung der Lernerfolgskontrolle erfolgte in Gegenwart des Prüfarztes, des Lehrrettungsassistenten und des MedDokAssistenten. Die anderen Mitglieder der Studiengruppe befanden sich außerhalb der Sicht- und Hörweite in einem separaten Raum.

5.6.3. Unterricht via Lehrvideo

Das Lehrvideo für die Insertion des Larynxtrachealtubus umfasste vier Minuten 30 Sekunden. Das Lehrvideo für die Insertion der Larynxmaske umfasste drei Minuten.

Beide Lehrvideos wurden auf CD-Rom gespeichert und den Probanden mit Hilfe eines CD-Players und eines Beamers im Hörsaal gezeigt. Die Gruppe 3 (n = 79) wurde nach der Vorstellung von Studienzielen, Durchführungsmodalitäten und der Abklärung von Freiwilligkeit und Datenschutz sofort nach beiden Lehrvideopräsentationen mit der Lernerfolgskontrolle konfrontiert.

Diese erfolgte jeweils einzeln in Gegenwart des Prüfarztes, des Lehrrettungsassistenten und des MedDokAssistenten. Die anderen Probanden der Gruppe befanden sich außer Sicht- und Hörweite in einem separaten Raum.

5.7. Lernerfolgskontrolle 1

Unmittelbar nach den Unterweisungen erfolgte in allen Studiengruppen die praktische Überprüfung des Lehrerfolges am Beatmungsphantom (Abbildung 3). Dabei sollten die Lehrgangsteilnehmer aller drei Studiengruppen in der Lage sein, innerhalb von maximal 60 Sekunden die Atemwegshilfe einzuführen und eine Beatmung mit einem Beatmungsbeutel durchzuführen. Da die Überprüfung des Lernerfolges unmittelbar nach der Unterrichtung der jeweiligen Methode erfolgte, wird sie hier als

Lernerfolgskontrolle 1 in Abgrenzung zur zweiten, später durchgeführten Lernerfolgskontrolle bezeichnet.

Die MedDokAssistenten erfassten, jeweils getrennt für LT und LM, die Zeit, die für die Insertion der Atemwegshilfe nötig war, einschließlich der Erfolgskontrolle. Die Zeiten wurden ebenso dokumentiert wie die subjektive Bewertung des Beatmungserfolges (Heben und Senken des Phantomb Brustkorbs) durch den Probanden selbst. Danach wurden die Probanden befragt, welchen Schwierigkeitsgrad sie jeweils der Insertion der LM bzw. des LT beimessen (von 1= sehr einfach bis 10= sehr schwer).

Durch den Studienarzt wurden darüber hinaus Fehlversuche aufgrund einer falschen Platzierung des Atemweges mit dem Ergebnis einer ineffektiven Beatmung dokumentiert.

Allen Unterrichtsmethoden war gemeinsam, dass die Durchführung der Maßnahme in Gegenwart des Prüfarztes, des Lehrrettungsassistenten und des MedDokAssistenten erfolgte. Die anderen Mitglieder der Gruppe befanden sich in dieser Zeit außerhalb der Sicht- und Hörweite in einem separaten Raum.

5.8. Lernerfolgskontrolle 2

Nach drei Monaten wurden die Probanden, ohne vorher darüber informiert worden zu sein, nochmals gebeten, die praktische Übung durchzuführen (Abbildung 1). Dies geschah ohne weitere Unterweisungen oder ergänzende Erläuterungen. Die Erfolgskriterien waren die gleichen wie bei der Lernerfolgskontrolle 1. Es wurde aufgezeichnet, ob die Probanden mit der jeweiligen Atemwegshilfe das Phantom beatmen konnten. Außerdem wurde dokumentiert, wie lange und wie viele Versuche für die Insertion des Larynx tubes bzw. der Larynxmaske benötigt wurden.

Ziel war es herauszufinden, ob drei Monate nach der eigentlichen Ausbildung die

Maßnahmen des Atemwegsmanagements noch beherrscht wurden und ob es unterschiedliche Erfolgsraten in Abhängigkeit von der Ausbildungsmethode gab.

Auch hier wurde erneut die Insertionszeit gemessen, der objektive bzw. subjektive Erfolg ermittelt und nach dem Schwierigkeitsgrad der Maßnahme gefragt.

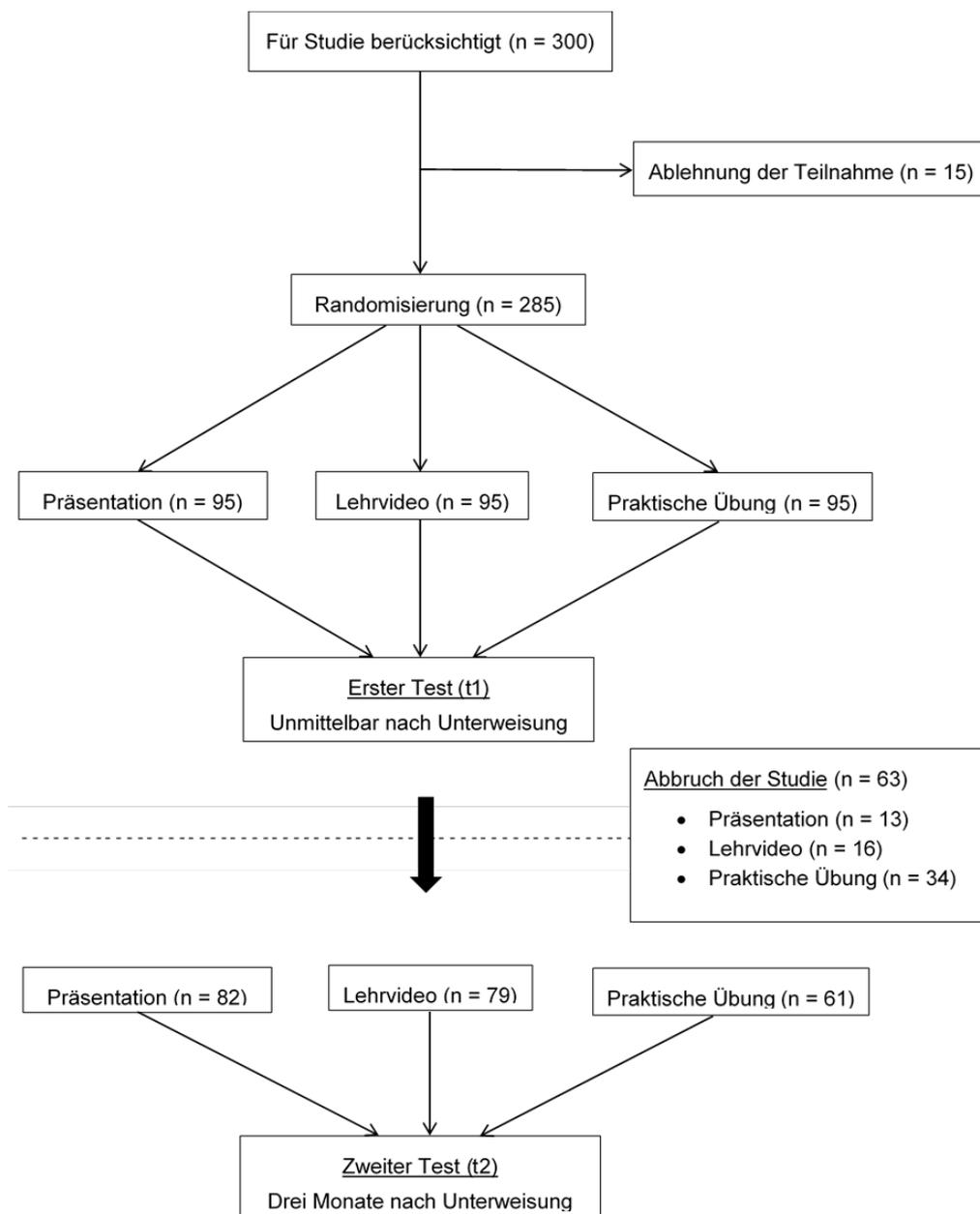


Abbildung 1 Einschluss der Teilnehmer, Randomisierung und Aufteilung der drei Ausbildungsmethoden inklusive der zwei Testphasen

5.9. Stichprobengröße und Statistik

Die Stichprobengröße wurde berechnet für einen α -Fehler von 0,05 und eine (\pm SD) statistische Power von 80% (β -Fehler von 0,2), um eine 20%-Differenz bei den Insertionserfolgen der verschiedenen Anwendungsmethoden zu erkennen. Ein Unterschied zwischen 10% und 20% wurde als klinisch relevant angesehen. Als Ergebnis einer Pilotstudie, die wir zuvor durchgeführten hatten ($n = 30$), vermuteten wir eine Erfolgsrate von 90% der Studienteilnehmer nach der praktischen Ausbildung. Es wurde berechnet, dass mindestens 90 Studienteilnehmer pro Gruppe in unsere Studie inkludiert werden müssen. Um mögliche Abbrecher nach dem dreimonatigen Follow-up zu kompensieren, schlossen wir insgesamt 95 Teilnehmer pro Studiengruppe ein. In der Untersuchung werden deskriptive statistische Parameter verwendet. Die Ergebnisse werden als Mittelwert dargestellt (\pm SD). Die Daten wurden unter Verwendung des χ^2 -Tests und Fisher-exact-Tests ausgewertet. Um die Übereinstimmung in den Wahrscheinlichkeitsverteilung zu überprüfen, wendeten wir den Kolmogorow-Smirnow-Test an. Bei einer Normalverteilung der Daten nutzen wir den Doppelten t-Test, um die Daten zwischen den Gruppen zu vergleichen. Sofern sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen fanden, wendeten wir den Wilcoxon-Mann-Whitney-Test an, oder analysierten die entsprechenden Abweichungen. Ein p-Wert $<0,05$ wurde als statistisch signifikant angesehen. Statistische Analysen wurden mit Systat 11 für Windows durchgeführt. (SigmaStat 11.0 und SigmaPlot 11.0, Systat Software, Inc., San Jose, CA).

5.10. Verwendete Materialien

Larynxtubus: Nr. 4 PN: 600243.004, Fa. VBM Medizintechnik GmbH, D-72172 Sulza a.N. Blockerspritze

Larynxmaske: Nr.: 4 REF Fa. Ambu / A / S, DK- 2750 Ballerup

Silikonspray: C 321400000atNo 556000, Lot04/05/F Fa. Silikonspray Williy-Rüsch GmbH, D-71394 Kernen

Ambu-Beutel: Fa. Laerdal, REF. CatNo: 845011 Kopfschnittmodell

Phantom: Sim Man Fa. Laerdal, Puchheim.

Anatomische Besonderheiten bezogen auf den Atemweg:
Möglichkeit zur Beutel-Maske-Beatmung, oro- und nasopharyngeale Atemwegssicherung, Larynxmasken- und Larynxtubennutzung.



Abbildung 2 Übersicht Studienmaterial: Ambu-Beutel, Larynxmasken, Larynxtubus und Blockerspritze, Silikonspray

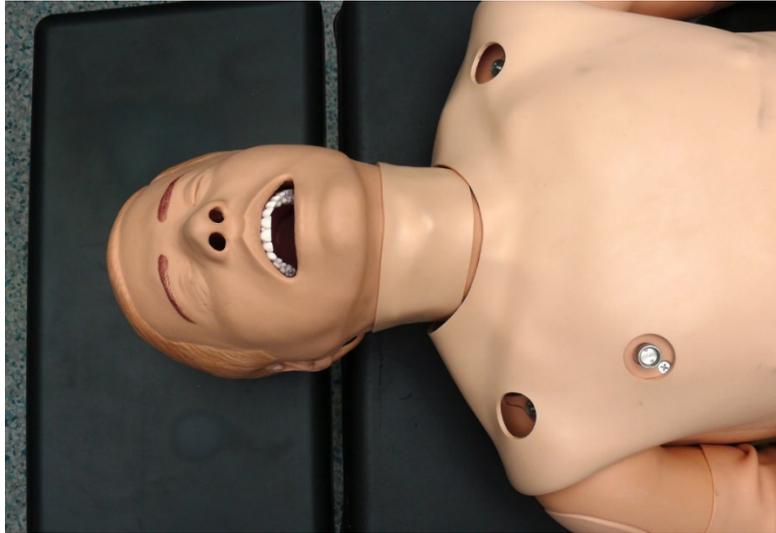


Abbildung 3 Phantom, Laerdal

6. Ergebnisse

Insgesamt erfüllten 285 Probanden die Einschlusskriterien und nahmen initial nach erfolgter Aufklärung und Einwilligung an der Studie teil. Dreiundsechzig Probanden wurden im weiteren Verlauf ausgeschlossen, da sie aus unterschiedlichen Gründen nicht an der zweiten Leistungsprüfung nach drei Monaten ($t_{2(+90d)}$) teilnehmen konnten. Im Einzelnen wurden 13 Rekruten krankheitsbedingt ausgeschlossen und 4 Soldaten mussten den Militärdienst aus disziplinarischen Gründen vorzeitig beenden. Bei 46 weiteren Armeeangehörigen endete die Dienstzeit aus anderen Gründen bereits innerhalb der ersten drei Monate.

Dementsprechend flossen die Ergebnisse von 222 Probanden in die Studie ein. Diese verteilten sich wie folgt auf die drei Studiengruppen (Tabelle 1).

Tabelle 1 Anzahl der Probanden und deren Verteilung auf die Studiengruppen

	<i>Präsentation</i>	<i>Lehrvideo</i>	<i>Praktische Übung</i>
Absolute Anzahl Probanden (n)	82	79	61
Relativer Anteil (%)	37	36	27

6.1. Studiengruppe Präsentation (PowerPoint)

6.1.1. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 82% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 74% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 2).

6.1.2. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 54% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 51% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch subjektiven Erfolg (Tabelle 2).

6.1.3. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 2% der Gesamtteilnehmer einen objektiven, jedoch keinen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielte 1% der Gesamtteilnehmer einen objektiven, jedoch keinen subjektiven Erfolg (Tabelle 2).

6.1.4. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 15% der Gesamtteilnehmer einen objektiven, jedoch keinen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 12% der Gesamtteilnehmer einen objektiven, jedoch keinen subjektiven Erfolg (Tabelle 2).

6.1.5. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 5% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven Erfolg, jedoch keinen objektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielte 1% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven Erfolg, jedoch keinen objektiven Erfolg (Tabelle 2).

6.1.6. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 11% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven Erfolg, jedoch keinen objektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 12% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven Erfolg, jedoch keinen objektiven Erfolg (Tabelle 2).

6.1.7. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 11% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 23% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 2).

6.1.8. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach t_{1(0d)} und t_{2(+90d)} bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt t_{1(0d)} erzielten 21% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt t_{2(+90d)} erzielten 24% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 2).

Tabelle 2 Objektiver und subjektiver Erfolg bei den Lernerfolgskontrollen zu den Zeitpunkten t_{1(0d)} und t_{2(+90d)} (Studiengruppe Präsentation) (n-Zahl)

	1:1	0:0	1:0	0:1	Summe
LT - t₁ (0d)	67	9	2	4	82
LT - t₂ (+ 90d)	61	19	1	1	82
LM - t₁ (0d)	44	17	12	9	82
LM - t₂ (+ 90d)	42	20	10	10	82

objektiver und subjektiver Erfolg (1:1); nur objektiver Erfolg (1:0); nur subjektiver Erfolg (0:1); weder objektiver noch subjektiver Erfolg (0:0); LT: Larynxtracheostomie; LM: Larynxmaske; t_{1(0d)}: unmittelbar nach der Unterweisung; t_{2(+90d)}: 90 Tage nach der Unterweisung

6.2. Studiengruppe Lehrvideo

6.2.1. Objektiver und subjektiver Erfolg nach t_{1(0d)} und t_{2(+90d)} bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt t_{1(0d)} erzielten 91% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt t_{2(+90d)} erzielten 80% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 3).

6.2.2. Objektiver und subjektiver Erfolg nach t_{1(0d)} und t_{2(+90d)} bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt t_{1(0d)} erzielten 56% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt t_{2(+90d)} erzielten 52% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 3).

6.2.3. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach t_{1(0d)} und t_{2(+90d)}

bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielte 1% der Gesamtteilnehmer einen objektiven, jedoch keinen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielte kein Teilnehmer dieses Ergebnis (Tabelle 3).

6.2.4. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 4% der Gesamtteilnehmer einen objektiven, jedoch keinen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 3% der Gesamtteilnehmer einen objektiven, jedoch keinen subjektiven Erfolg (Tabelle 3).

6.2.5. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielte 1% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven Erfolg, jedoch keinen objektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielte ebenfalls 1% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven Erfolg, jedoch keinen objektiven Erfolg (Tabelle 3).

6.2.6. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielte 5% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven Erfolg, jedoch keinen objektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 13% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven Erfolg, jedoch keinen objektiven Erfolg (Tabelle 3).

6.2.7. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 6% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 19% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 3).

6.2.8. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 35% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 33% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 3).

Tabelle 3 Objektiver und subjektiver Erfolg bei den Lernerfolgskontrollen zu den Zeitpunkten $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ (Studiengruppe Lehrvideo) (n-Zahl)

	1:1	0:0	1:0	0:1	Summe
LT - t_1 (0d)	72	5	1	1	79
LT - t_2 (+ 90d)	63	15	0	1	79
LM - t_1 (0d)	44	28	3	4	79
LM - t_2 (+ 90 d)	41	26	2	10	79

objektiver und subjektiver Erfolg (1:1); nur objektiver Erfolg (1:0); nur subjektiver Erfolg (0:1); weder objektiver noch subjektiver Erfolg (0:0); LT: Larynxtracheostomie; LM: Larynxmaske; $t_1(0d)$: unmittelbar nach der Unterweisung; $t_{2(+90d)}$: 90 Tage nach der Unterweisung

6.3. Studiengruppe Praktische Übung (Unterricht in Kleinstgruppen)

6.3.1. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 98% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 90% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 4).

6.3.2. Objektiver und subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 90% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 72% der Gesamtteilnehmer sowohl einen objektiven als auch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 4).

6.3.3. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Von den 61 Probanden der Studiengruppe praktische Übung gab es weder zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$, noch zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ bei einem Teilnehmer dieses Ergebnis (Tabelle 4).

6.3.4. Objektiver Erfolg bei fehlendem subjektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ erzielten 10% der Gesamtteilnehmer einen objektiven, jedoch keinen subjektiven Erfolg. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 3% der Gesamtteilnehmer einen objektiven, jedoch keinen subjektiven Erfolg (Tabelle 4).

6.3.5. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ als auch zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 2% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven Erfolg, jedoch keinen objektiven Erfolg (Tabelle 4).

6.3.6. Subjektiver Erfolg bei fehlendem objektivem Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Von den 61 Probanden der Studiengruppe praktische Übung gab es zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ bei keinem Teilnehmer dieses Ergebnis. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 7% der Gesamtteilnehmer einen subjektiven, aber keinen objektiven Erfolg (Tabelle 4).

6.3.7. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion des LT

Von den 61 Probanden der Studiengruppe praktische Übungen gab es zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ bei keinem Teilnehmer dieses Ergebnis. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 8% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 4).

6.3.8. Weder objektiver noch subjektiver Erfolg nach $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bei der Insertion der LM

Von den 61 Probanden der Studiengruppe praktische Übungen gab es zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ bei keinem Teilnehmer dieses Ergebnis. Zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ erzielten 25% der Gesamtteilnehmer weder einen objektiven noch einen subjektiven Erfolg (Tabelle 4).

Tabelle 4 Objektiver und subjektiver Erfolg bei den Lernerfolgskontrollen zu den Zeitpunkten $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ (Studiengruppe Praktische Übung) (n-Zahl)

	1:1	0:0	1:0	0:1	Summe
LT - t1 (0d)	60	0	0	1	61
LT - t2 (+ 90d)	55	5	0	1	61
LM - t1 (0d)	55	0	6	0	61
LM - t2 (+ 90d)	40	15	2	4	61

objektiver und subjektiver Erfolg (1:1); nur objektiver Erfolg (1:0); nur subjektiver Erfolg (0:1); weder objektiver noch subjektiver Erfolg (0:0); LT: Larynxtracheostomie; LM: Larynxmaske; $t_{1(0d)}$: unmittelbar nach der Unterweisung; $t_{2(+90d)}$: 90 Tage nach der Unterweisung

6.4. Vergleich der Ausbildungsformen

Zunächst erfolgte die Analyse der Lehrmethoden zu den Zeitpunkten $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$. Hierzu wurden die Ergebnisse beider supraglottischer Atemwegshilfen (LT und LM) zusammen betrachtet, um einen Vergleich der Erfolgsraten der verschiedenen Lehrmethoden untereinander zu ermöglichen (Tabelle 5 und Tabelle 6).

Die Ergebnisse zeigten zum Zeitpunkt t_1 , wie auch zum Zeitpunkt t_2 , einen signifikanten Vorteil der Lehrmethode Praktisches Üben. Für den Vergleich des Lehrerfolges des Lehrvideos und der Präsentation in Form eines Lehrvortrages besteht zum Zeitpunkt t_1 und t_2 kein signifikanter Unterschied.

Tabelle 5 Vergleich der prozentualen Erfolgsraten in Abhängigkeit von der Lehrmethode einschließlich des 95%-

Konfidenzintervalls beider supraglottischer Atemwegshilfen (LT/ LM) zum Zeitpunkt t_1 (0d)

Ausbildungsform	Gesamtanzahl Probanden	Gesamtanzahl Erfolge t_1 (0d)	Erfolgsrate	95%-Konfidenzintervall	95%-Konfidenzintervall
Präsentation	164 (82 + 82)	111 (67 + 44)	67.7%	[60.2%, 74.4%]	< 0.001 vs. PÜ 0.534 vs. Lehrvideo
Lehrvideo	158 (79 + 79)	116 (72 + 44)	73.4%	[66.0%, 79.7%]	
Praktische Übung (PÜ)	122 (61 + 61)	115 (60 + 55)	94.3%	[88.4%, 97.4%]	< 0.001 vs. Lehrvideo

(Präs: Präsentation; PÜ: Praktisches Üben; $p < 0.05$ signifikant)

Auffallend ist, dass die Verminderung des Insertionserfolges der supraglottischen Atemwegshilfe zum Zeitpunkt $t_{2(+90)}$ nach der Lehrmethode Präsentation mit 5% am geringsten ausfällt. Der stärkste Abfall des Insertionserfolgs wird nach 90 Tagen bei der Lehrmethode Lehrvideo beobachtet.

Tabelle 6 Vergleich der prozentualen Erfolgsraten in Abhängigkeit von der Lehrmethode einschließlich des 95%-Konfidenzintervalls beider supraglottischer Atemwegshilfen (LT/ LM) zum Zeitpunkt t_2 (+90d)

Ausbildungsform	Gesamtanzahl Probanden	Gesamtanzahl Erfolge t_2 (+90d)	Erfolgsrate	95%-Konfidenzintervall	p-Wert (zweiseitig)
Präsentation	164 (82 + 82)	103 (61 + 42)	62.8%	[55.2%, 69.8%]	0.007 vs. PÜ 0.642 vs. Lehrvideo
Praktische Übung (PÜ)	122 (61 + 61)	95 (55 + 40)	77.9%	[69.7%, 84.4%]	0.033 vs. Lehrvideo
Lehrvideo	158 (79 + 79)	104 (63 + 41)	65.8%	[58.1%, 72.8%]	

(Präs: Präsentation; PÜ: Praktisches Üben; $p < 0.05$ signifikant)

6.4.1. Vergleich des Insertionserfolges bei LT und LM unabhängig von der Lehrmethode

In einem weiteren Ansatz wurden alle Ausbildungsergebnisse zu den Zeitpunkten $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ bezüglich des Einflusses der verwendeten supraglottischen Atemwegshilfen unabhängig von der Lehrmethode untersucht (Tabelle 7 und Tabelle 8).

Tabelle 7 Darstellung des prozentualen Ausbildungserfolges einschließlich des 95%- Konfidenzintervalls beider

supraglottischer Atemwegshilfen (LT/ LM) zum Zeitpunkt t_1 (0d)

	Gesamtanzahl Probanden	Gesamtanzahl Erfolge $t_{1(0d)}$	Erfolgsrate	95%-Konfidenzintervall	p-Wert (zweiseitig)
LT	222 (82 +61 +79)	199 (67 + 72 + 60)	89.6%	[84.9%, 93.1%]	< 0.001
LM	222 (82 + 61 +79)	143 (44 + 44 + 55)	64.4%	[57.9%, 70.4%]	< 0.001

(LT: Larynxtracheostomie, LM: Larynxmaske; $p < 0.05$ signifikant)

Bezüglich des Insertionserfolges, unabhängig von der Lehrmethode, zeigte der Larynxtracheostomie zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$, wie auch zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$, gegenüber der Larynxmaske einen signifikanten Vorteil. Bei beiden supraglottischen Atemwegshilfen kam es diesbezüglich zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ zu einer Verminderung des Insertionserfolges, der sich auf jeweils 9% belief.

Tabelle 8 Darstellung des prozentualen Ausbildungserfolges einschließlich des 95%- Konfidenzintervalls beider supraglottischer Atemwegshilfen (LT / LM) zum Zeitpunkt t_2 (+90d)

	Gesamtanzahl Probanden	Gesamtanzahl Erfolge $t_{2(+90d)}$	Erfolgsrate	95%-Konfidenzintervall	p-Wert (zweiseitig)
LT	222 (82 + 61 + 79)	179 (61 + 55 + 63)	80.6%	[74.9%, 85.3%]	< 0.001
LM	222 (82 + 61 + 79)	123 (42 + 40 + 41)	55.4%	[48.8%, 61.8%]	< 0.001

(LT: Larynxtracheostomie, LM: Larynxmaske; $p < 0.05$ signifikant)

6.4.2. Vergleich des Insertionserfolges LT in Abhängigkeit der Lehrmethode

Im Folgenden untersuchten wir die Erfolgsrate der Insertion des Larynxtracheostomie in Abhängigkeit von der Lehrmethode zum Zeitpunkt t_1 (0d) und zum Zeitpunkt t_2 (+90d) (Tabelle 9 und Tabelle 10).

Tabelle 9 Vergleich der prozentualen Erfolgsrate bei der Insertion des LT in Abhängigkeit von der Lehrmethode zum

Zeitpunkt t_1 (0d)

Ausbildungsform	Gesamtanzahl Probanden	Gesamtanzahl Erfolge t_1 (0d)	Erfolgsrate	95%-Konfidenzintervall	p-Wert (zweiseitig)
Präsentation	82	67	81.7%	[71.9%, 88.7%]	0.002 vs. PÜ 0.108 vs. Lehrvideo
Praktische Übung	61	60	98.4%	[90.4%, 100.0%]	0.134 vs. Lehrvideo
Lehrvideo	79	72	91.1%	[82.6%, 95.9%]	

(Präs: Präsentation; PÜ: Praktische Übung; $p < 0.05$ signifikant)

Mit Hilfe dieses Vergleiches wurde deutlich, dass auch in der singulären Betrachtung des Larynx tubes das praktische Üben die überlegene Lehrmethode ist. Die Erfolgsrate lag hierbei zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ bei 98,4%. Wohingegen zum selben Zeitpunkt die Erfolgsrate der Lehrmethode Präsentation bei 81,7% lag.

Im direkten Vergleich der Lehrmethoden praktisches Üben und Lehrvideo konnte diese eindeutige Signifikanz zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ nicht nachgewiesen werden. Die Erfolgsrate der Insertion des LT nach der Methode des Lehrvideos lag bei 91,1%.

Tabelle 10 Vergleich der prozentualen Erfolgsrate bei der Insertion des LT in Abhängigkeit von der Lehrmethode zum Zeitpunkt t_2 (+90d)

Ausbildungsform	Gesamtanzahl Probanden	Gesamtanzahl Erfolge t_2 (+90d)	Erfolgsrate	95%-Konfidenzintervall	p-Wert (zweiseitig)
Präsentation	82	61	74.4%	[63.9%, 82.7%]	0.018 vs. PÜ 0.458 vs. Lehrvideo
Praktische Übung	61	55	90.2%	[79.8%, 95.8%]	0.106 vs. Lehrvideo
Lehrvideo	79	63	79.7%	[69.5%, 87.2%]	

(Präs: Präsentation; PÜ: Praktisches Üben; $p < 0.05$ signifikant)

Bei der Untersuchung des Insertionserfolges in Abhängigkeit von der Lehrmethode, zeigte das praktische Üben signifikante Vorteile gegenüber der Präsentation. Im Vergleich zum Lehrvideo zeigte die Methode des praktischen Übens lediglich eine Tendenz der verbesserten Insertionsergebnisse. Eine Signifikanz für eine höhere Erfolgsrate bei der Insertion von Larynxtuben nach der Lehrmethode Praktisches Üben konnte nicht nachgewiesen werden. Ein signifikanter Unterschied des Insertionserfolges bei der Betrachtung der Lehrmethode Praktisches Üben zur Lehrmethode Lehrvideo zu Gunsten ersterer Methode zeigte sich nur, wenn man LT und LM gemeinsam betrachtete. Die Auswertung der Insertionszeiten sind in Tabelle 11 aufgelistet.

Tabelle 11 Darstellung der benötigten Insertionszeiten für die supraglottischen Beatmungshilfen in Abhängigkeit vom Überprüfungszeitpunkt.

		LT	LT	LM	LM	
		t ₁ (0d)	t ₂ (+90d)	t ₁ (0d)	t ₂ (+90d)	
Ausbildungsform	Präsentation	Mittelwert	38,43	46,85	44,17	50,21
		Standardabweichung	14,53	21,09	19,68	24,21
		Median	35,00	41,50	40,00	44,50
		Minimum	15,00	20,00	,00	13,00
		Maximum	83,00	120,00	105,00	120,00
		<u>Gültige</u>	<u>82</u>	<u>82</u>	<u>82</u>	<u>82</u>
		<u>Anzahl</u>				
	Praktische Übung	Mittelwert	24,95	40,84	30,36	43,15
		Standardabweichung	5,74	16,73	7,09	16,05
		Median	25,00	40,00	30,00	40,00
		Minimum	14,00	18,00	16,00	17,00
		Maximum	40,00	120,00	50,00	92,00
		<u>Gültige</u>	<u>61</u>	<u>61</u>	<u>61</u>	<u>61</u>
		<u>Anzahl</u>				
	Lehrvideo	Mittelwert	47,95	43,52	70,92	56,27
		Standardabweichung	17,39	14,08	30,41	20,51
		Median	45,00	42,00	60,00	53,00
		Minimum	24,00	3,00	32,00	13,00
		Maximum	150,00	92,00	150,00	120,00
		<u>Gültige</u>	<u>79</u>	<u>75</u>	<u>79</u>	<u>79</u>
		<u>Anzahl</u>				
Gesamt	Mittelwert	38,11	44,02	49,90	50,42	
	Standardabweichung	16,60	17,81	27,52	21,45	
	Median	35,00	41,00	42,50	46,00	
	Minimum	14,00	3,00	,00	13,00	
	Maximum	150,00	120,00	150,00	120,00	
	<u>Gültige Anzahl</u>	<u>222</u>	<u>218</u>	<u>222</u>	<u>222</u>	

(LT t₁(0d): Larynxtubus unmittelbar nach Ausbildung, LT t₂(+90): Larynxtubus 90 Tage nach Ausbildung, LM t₁(0d): Larynxmaske unmittelbar nach Ausbildung, LM t₂(+90d): Larynxmaske 90 Tage nach Ausbildung)

6.4.3. Multivariate Analyse Insertionszeit LT

In einer anschließend durchgeführten multivariaten Analyse wurde zuerst die Insertionszeit des Larynx tubes betrachtet (Abbildung 4).

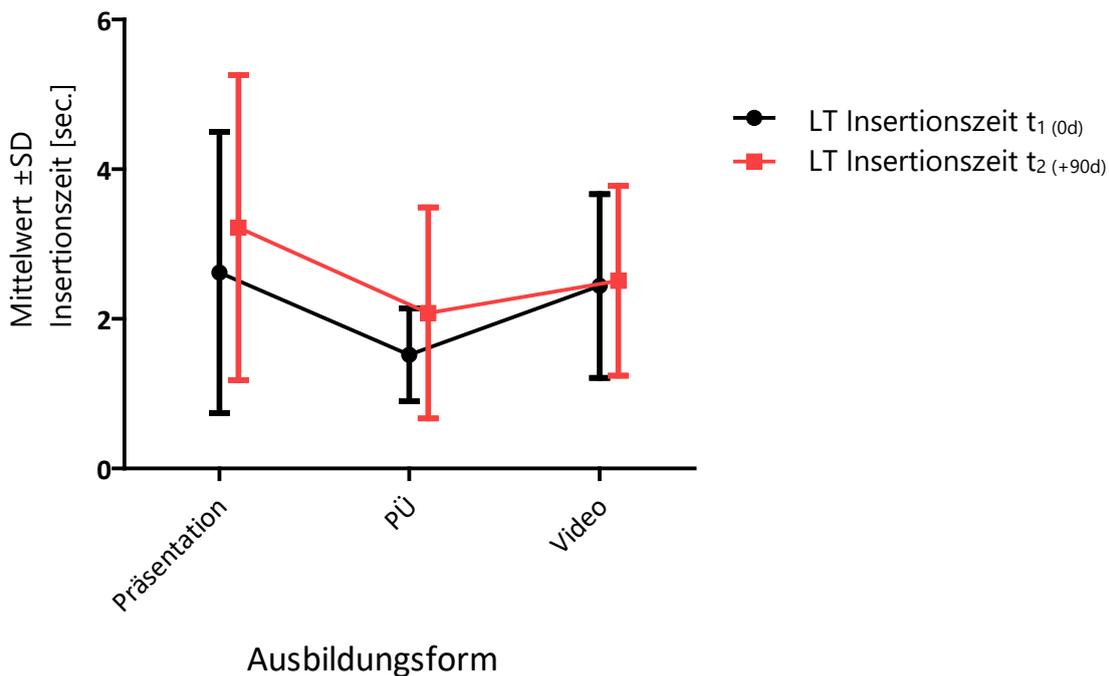


Abbildung 4 Multivariate Analyse der Insertionszeiten in Sekunden (sec) bei der Nutzung des Larynx tubes (LT) zu beiden Messzeitpunkten unter Nutzung aller drei Ausbildungsmethoden. Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).

Innerhalb der multivariaten Analyse zeigt sich, dass die mittlere Insertionszeit (LT) zum Zeitpunkt nach 90 Tagen statistisch signifikant größer ist als die zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ ($p < 0.001$) und dass gleichzeitig die mittleren Insertionszeiten (LT) mit der Lehrmethode praktisches Üben statistisch signifikant kleiner sind als die Zeiten sowohl nach der Ausbildungsform Präsentation ($p < 0.001$) als auch nach der Ausbildungsform Lehrvideo ($p < 0.001$). Die mittleren Insertionszeiten (LT) zwischen den Ausbildungsformen Präsentation sowie Lehrvideo unterscheiden sich nicht signifikant

voneinander ($p = 0.133$).

6.4.4. Multivariate Analyse Insertionszeit LM

Anschließend erfolgte die gleiche Berechnung unter Nutzung der Larynxmaske (Abbildung 5).

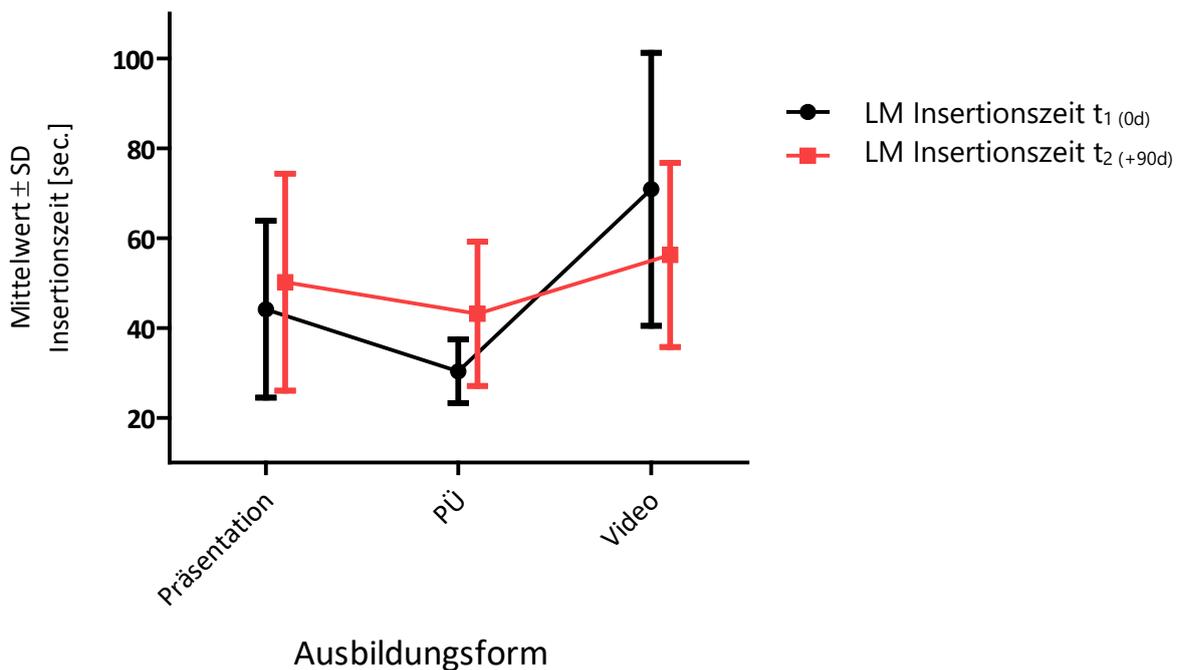


Abbildung 5 Multivariate Analyse der Insertionszeiten in Sekunden (sec) bei der Nutzung der Larynxmaske (LM) bei beiden Messzeitpunkten. Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).

Innerhalb der multivariaten Analyse konnte nachgewiesen werden, dass sich einerseits bei der Anwendung der Larynxmaske die mittleren Insertionszeiten zwischen den beiden Zeitpunkten nicht statistisch signifikant voneinander unterscheiden ($p = 0.509$) und dass andererseits die mittleren Insertionszeiten des Praktischen Übens statistisch signifikant kleiner sind, als die sowohl im Rahmen der Präsentation ($p < 0.001$) als auch im Rahmen Lehrvideo ($p < 0.001$) erzielten Werte. Im direkten Vergleich zwischen den Ausbildungsformen Präsentation und Lehrvideo ergibt sich ein signifikanter Unterschied mit kürzeren Zeiten für die Präsentation ($p < 0.001$).

6.4.5. Multivariate Analyse Insertionszeit LT / LM in Abhängigkeit der Lehrmethode zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$

In einem weiteren Arbeitsschritt erfolgte der Vergleich von Larynxmaske und Larynxtrachealkanüle zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ unter Nutzung aller drei Lehrmethoden (Abbildung 6). Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).

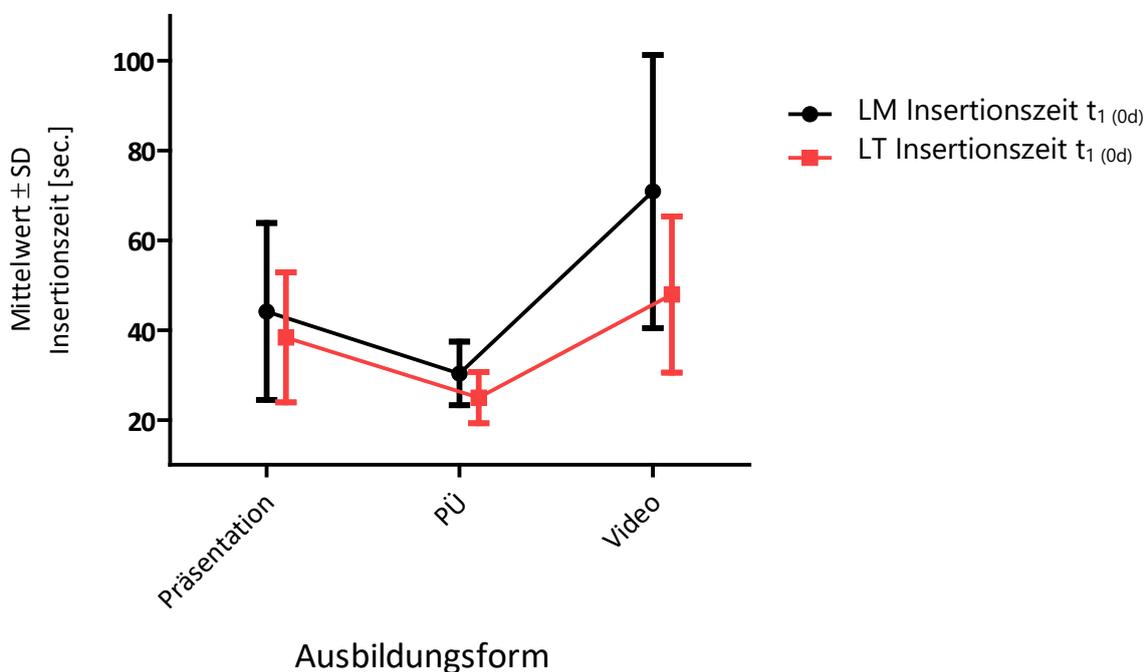


Abbildung 6 Multivariate Analyse der Insertionszeiten in Sekunden (sec) im Vergleich zwischen Larynxmaske und Larynxtrachealkanüle zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ in Abhängigkeit von den Lehrmethoden. Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).

Die multivariate Analyse ergibt, dass sich zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ die mittleren Insertionszeiten zwischen Larynxmaske und Larynxtrachealkanüle zugunsten einer kürzeren Insertionszeit für den Larynxtrachealkanüle statistisch signifikant voneinander unterscheiden ($p < 0.001$). Des Weiteren kann festgestellt werden, dass sich die mittleren Insertionszeiten aller drei Ausbildungsformen statistisch signifikant voneinander unterscheiden (jeweils $p < 0.001$), wobei die kürzesten Zeiten für das Praktische Üben

erzielt wurden, gefolgt von Präsentation und Lehrvideo.

6.4.6. Multivariate Analyse Insertionszeit LT / LM in Abhängigkeit der Lehrmethode zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$

Abschließend erfolgte noch der Vergleich zwischen LT und LM zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ (Abbildung 7).

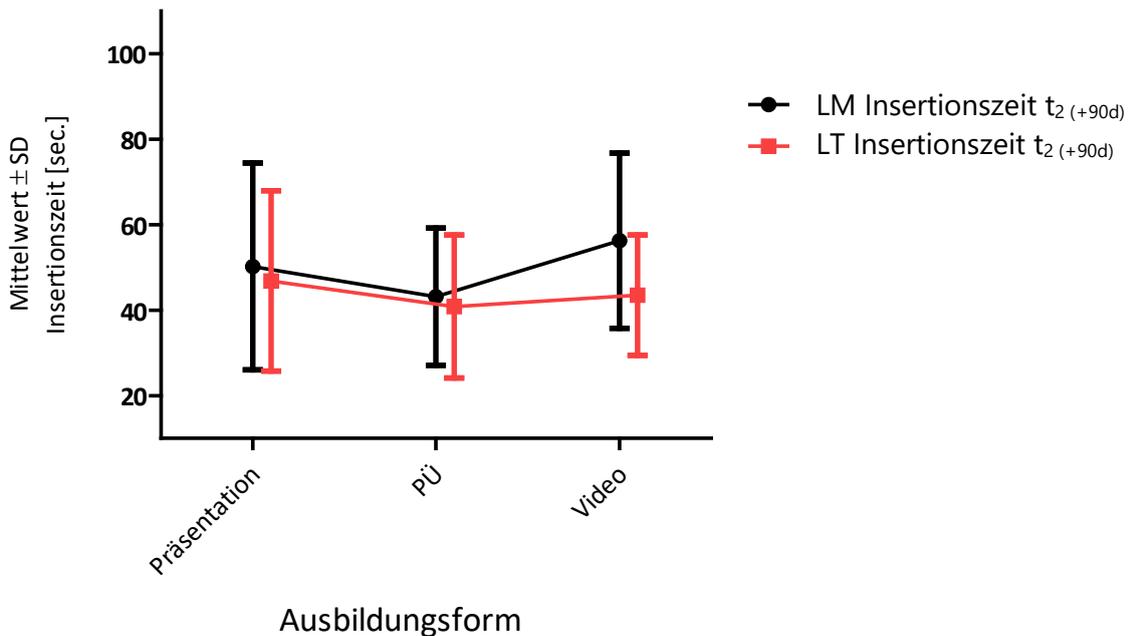


Abbildung 7 Multivariate Analyse der Insertionszeiten in Sekunden (sec) im Vergleich zwischen Larynxmaske und Larynxtrubus zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ in Abhängigkeit von der Lehrmethode. Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).

Die multivariate Analyse ergibt, dass sich zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ die mittleren Insertionszeiten zwischen Larynxmaske und Larynxtrubus zugunsten einer kürzeren Insertionszeit für den Larynxtrubus statistisch signifikant voneinander unterscheiden ($p < 0.001$). Des Weiteren kann festgestellt werden, dass sich die mittleren Insertionszeiten des Praktischen Übens statistisch signifikant sowohl von Präsentation ($p = 0.01$) als auch von Lehrvideo ($p = 0.004$) unterscheiden. Die Insertionszeiten der beiden letztgenannten Methoden unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($p = 0.669$). Zusammenfassend erweist sich die Ausbildungsform Praktisches Üben bezüglich der Insertionszeiten als überlegen gegenüber den beiden anderen Lehrmethoden. Der

Larynxtubus zeigt sich bzgl. der Insertionszeiten als überlegen gegenüber den Larynxmaske.

6.4.7. Analyse subjektiver Score-Werte der Probanden

In einer weiteren Auswertungsreihe wurden die von den Probanden subjektiv eingeschätzten Score-Werte analysiert (Tabelle 12).

Tabelle 12 Darstellung der von den Probanden subjektiv erhobenen Scores, die für die verwendeten supraglottischen Beatmungshilfen in Abhängigkeit vom Überprüfungszeitpunkt.

		LT	LT	LM	LM
		Score	Score	Score	Score
		$t_{1(0d)}$	$t_{2(+90d)}$	$t_{1(0d)}$	$t_{2(+90d)}$
Präsentation	Mittelwert	2,62	3,22	3,71	3,91
	Standardabweichung	1,88	2,04	2,32	2,23
	Median	2,00	2,50	3,00	4,00
	Minimum	1,00	1,00	1,00	1,00
	Maximum	10,00	10,00	10,00	11,00
	<u>Gültige Anzahl</u>	<u>82</u>	<u>82</u>	<u>79</u>	<u>82</u>
Praktische Übung	Mittelwert	1,52	2,08	2,79	3,36
	Standardabweichung	,62	1,41	1,53	2,30
	Median	1,00	2,00	3,00	2,00
	Minimum	1,00	1,00	1,00	1,00
	Maximum	3,00	10,00	8,00	10,00
	<u>Gültige Anzahl</u>	<u>61</u>	<u>61</u>	<u>61</u>	<u>61</u>
Lehrvideo	Mittelwert	2,44	2,51	3,72	3,63
	Standardabweichung	1,23	1,27	1,83	1,99
	Median	2,00	2,00	3,00	3,00
	Minimum	1,00	1,00	1,00	1,00
	Maximum	6,00	8,00	9,00	10,00
	<u>Gültige Anzahl</u>	<u>79</u>	<u>73</u>	<u>79</u>	<u>73</u>
Gesamt	Mittelwert	2,26	2,66	3,46	3,66
	Standardabweichung	1,46	1,70	1,98	2,18
	Median	2,00	2,00	3,00	3,00
	Minimum	1,00	1,00	1,00	1,00
	Maximum	10,00	10,00	10,00	11,00
	<u>Gültige Anzahl</u>	<u>222</u>	<u>216</u>	<u>219</u>	<u>216</u>

(LT $t_{1(0d)}$: Larynxtubus unmittelbar nach Ausbildung, LT $t_{2(+90d)}$: Larynxtubus 90 Tage nach Ausbildung, LM $t_{1(0d)}$: Larynxmaske unmittelbar nach Ausbildung, LM $t_{2(+90d)}$: Larynxmaske 90 Tage nach Ausbildung)

6.4.8. Multivariate Analyse subjektiver Score-Werte für LT

Im Rahmen der multivariaten Analyse wurden die Score-Werte für den Larynxtracheostoma (LT) im Verlauf der beiden verschiedenen Messzeitpunkte bei Anwendung aller drei Lehrmethoden betrachtet (Abbildung 8).

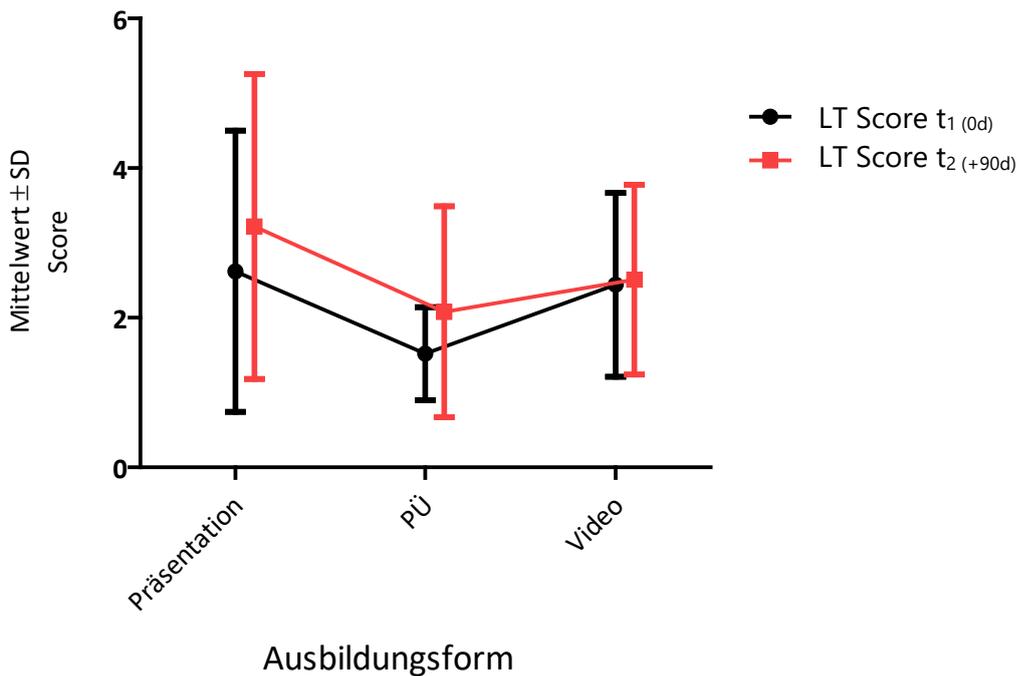


Abbildung 8 Multivariate Analyse der subjektiv erhobenen Scoring Werte bei der Nutzung des Larynxtracheostoma (LT) an beiden Messzeitpunkten unter Nutzung der drei Lehrmethoden (PÜ: Praktisches Üben). Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).

Innerhalb einer multivariaten Analyse zeigt sich, dass der mittlere Score für den Larynxtracheostoma zum Zeitpunkt t₂(+90d) statistisch signifikant größer ist als der zum Zeitpunkt t₁(0d) ($p < 0.001$) und dass der mittlere Score für das Praktische Üben statistisch signifikant kleiner ist als der mit der Ausbildungsmethode Präsentation ($p < 0.001$) bzw. Lehrvideo ($p < 0.001$) generierte Wert. Zwischen Präsentation und Lehrvideo besteht ebenfalls ein signifikanter Unterschied ($p = 0.041$) zugunsten eines niedrigeren Scores für die Videoausbildung.

6.4.9. Multivariate Analyse subjektiver Score-Werte für LM

Die gleiche Berechnung wurde für die Score Werte durchgeführt, die im Umgang mit der Larynxmaske erhoben wurden (Abbildung 9).

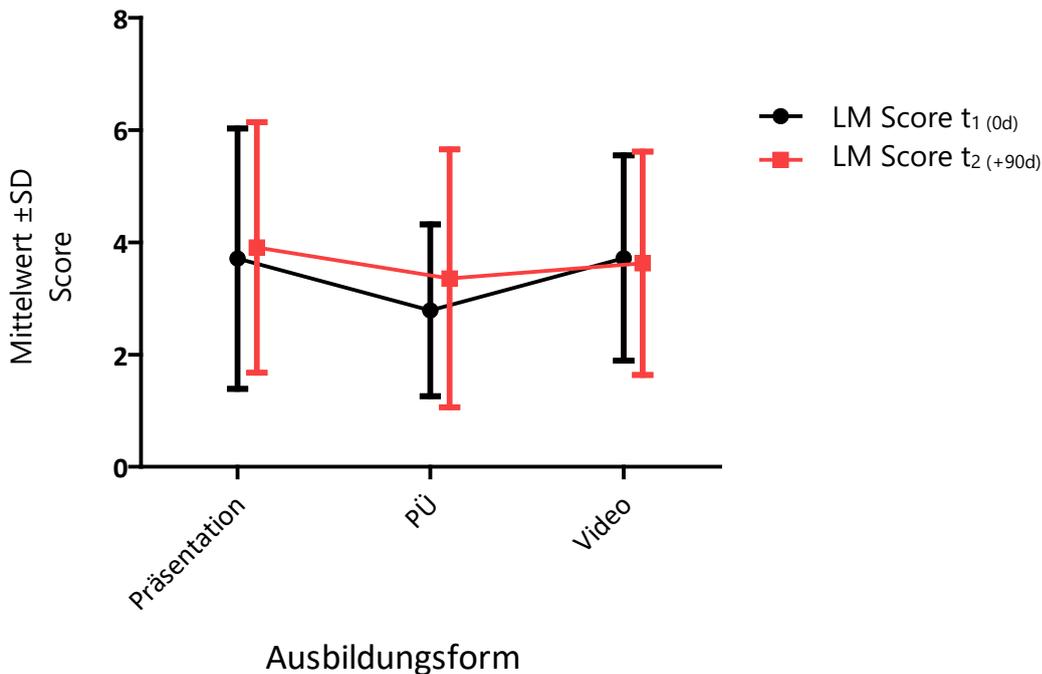


Abbildung 9 Multivariate Analyse der subjektiv erhobenen Scoring Werte bei der Nutzung des Larynxmaske (LM) an beiden Messzeitpunkten (PÜ: Praktisches Üben). Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).

Die multivariate Analyse der mittleren Scores für die Larynxmaske zeigt, dass kein Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten $t_{1(0d)}$ und $t_{2(+90d)}$ besteht ($p = 0.170$). Der mittlere Score nach dem praktischen Üben ist statistisch signifikant kleiner als bei der Nutzung der Methode Präsentation ($p = 0.006$) bzw. Lehrvideo ($p = 0.034$). Die mittleren Scores zwischen den Ausbildungsformen Präsentation sowie Lehrvideo unterscheiden sich ebenfalls signifikant voneinander ($p = 0.547$).

6.4.10. Multivariate Analyse subjektiver Score-Werte LT / LM unabhängig der Lehrmethode zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$

Anschließend erfolgte der Vergleich zwischen Larynxmaske und Larynxtrachealkanüle zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ unter Nutzung aller drei Lehrmethoden (Abbildung 10).

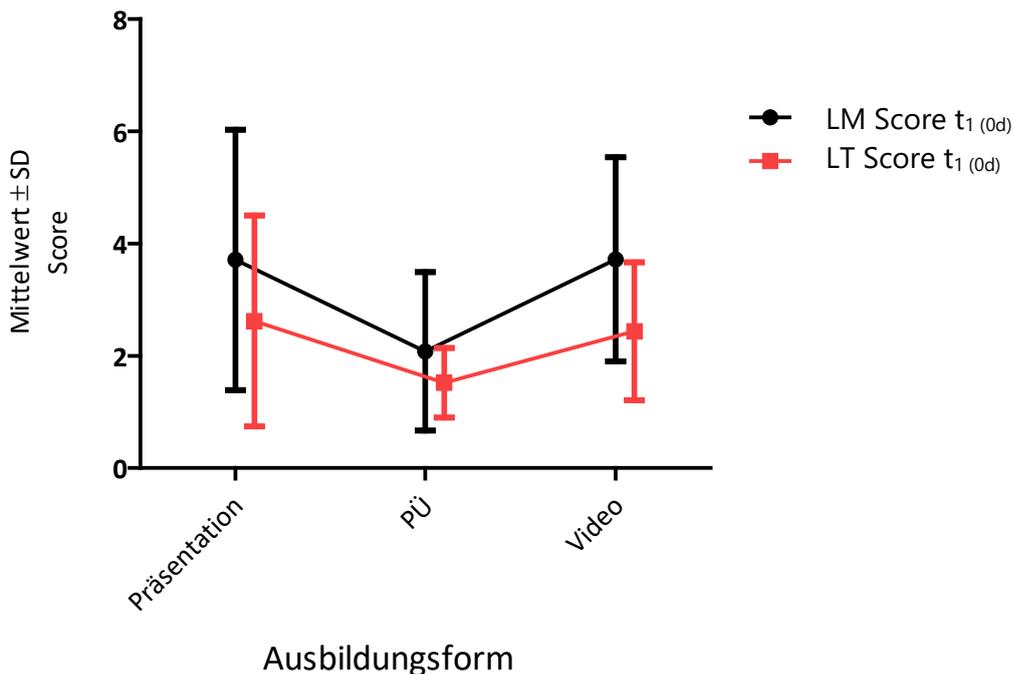


Abbildung 10 Multivariate Analyse der Scores im Vergleich zwischen Larynxmaske und Larynxtrachealkanüle zum Zeitpunkt $t_{1(0d)}$ in Abhängigkeit von der Lehrmethode (PÜ: Praktisches Üben). Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).

Diese multivariate Analyse ergibt, dass sich die mittleren Scores (Larynxmaske vs Larynxtrachealkanüle) statistisch signifikant voneinander unterscheiden ($p < 0.001$). Dabei erreicht der Larynxtrachealkanüle die niedrigeren Score Werte. Bezogen auf die Lehrmethoden finden sich beim Praktischen Üben statistisch signifikant niedrigere Ergebnisse für den mittleren Scores im Vergleich zu den beiden anderen Ausbildungsformen (jeweils $p < 0.001$). Die mittleren Scores der Ausbildungsformen Präsentation und Lehrvideo unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander ($p = 0.777$).

6.4.11. Multivariate Analyse subjektiver Score-Werte LT / LM abhängig von der Lehrmethode zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$

In einem letzten Analyseschritt wurden LT und LM in Abhängigkeit der Ausbildungsformen hinsichtlich der erzielten Score-Werte zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ im Rahmen einer multivariaten Varianzanalyse bewertet (Abbildung 11).

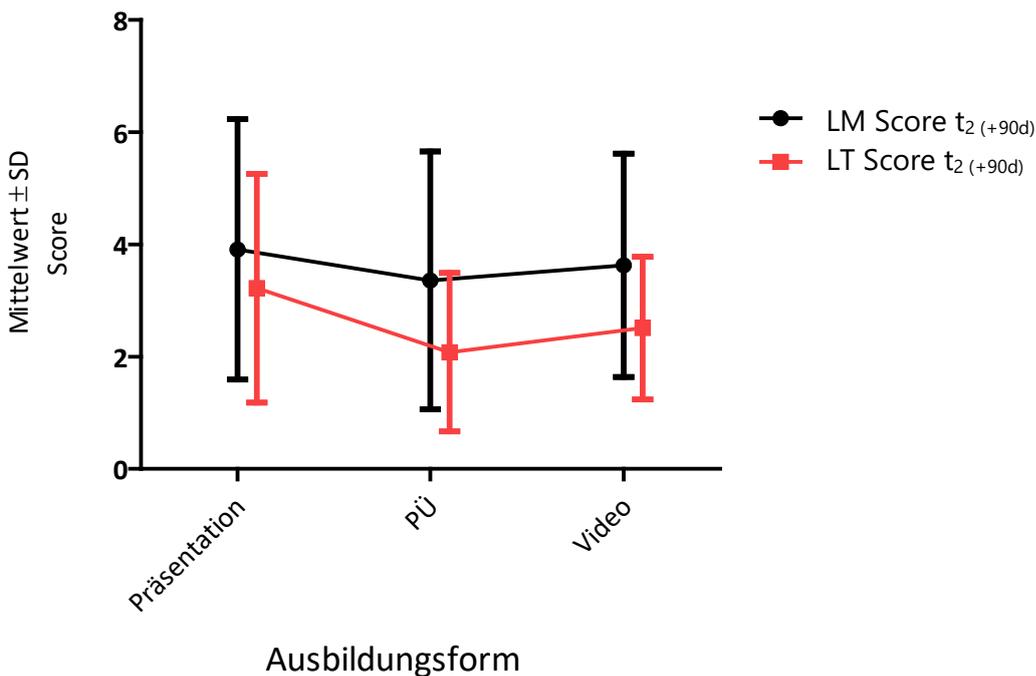


Abbildung 11 Multivariate Analyse der Scores im Vergleich zwischen Larynxmaske und Larynxtracheostomie zum Zeitpunkt $t_{2(+90d)}$ in Abhängigkeit von der Lehrmethode (PÜ: Praktisches Üben). Darstellung als Mittelwerte einschließlich der Standardabweichung (SD).

Diese multivariate Analyse ergibt, dass sich die mittleren Scores (Larynxmaske vs. Larynxtracheostomie) statistisch signifikant voneinander unterscheiden ($p < 0.001$). Dabei erreicht der Larynxtracheostomie die niedrigeren Score Werte. Bezogen auf die Lehrmethoden finden sich beim Praktischen Üben statistisch signifikant niedrigere Ergebnisse für den mittleren Score im Vergleich zur Ausbildungsform Präsentation ($p < 0.001$). Zur Ausbildungsform Lehrvideo zeigt sich kein statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0.153$). Die mittleren Scores der Ausbildungsformen Präsentation und Lehrvideo unterscheiden sich ebenfalls statistisch signifikant voneinander ($p = 0.04$).

Zusammenfassend ergeben sich bei der Ausbildungsform Praktisches Üben deutlich niedrigere und damit bessere Score Werte als in den beiden anderen Ausbildungsgruppen. Insgesamt erzielt der Larynxtubus niedriger Score Werte als die Larynxmaske.

7. Diskussion

Die endotracheale Intubation galt lange Zeit als Goldstandard in der präklinischen Notfallversorgung. Nicht zuletzt deshalb, weil man aufgrund der endotrachealen Blockung von einem größtmöglichen Aspirationsschutz ausging [4, 22]. Eine untergeordnete Rolle spielt dabei stets, dass Erfolg und Misserfolg der endotrachealen Intubation stark von der Situation sowie von der Erfahrung und der Übung des Anwenders abhängen [32]. Selbst für Geübte ist die endotracheale Intubation unter Notfall- oder Reanimationsbedingungen deutlich schwieriger durchführbar, als unter elektiven Bedingungen [33, 34].

In der vorliegenden Studie wurden deshalb mit dem Larynxtubus und der Larynxmaske zwei supraglottische Atemwegshilfen unter der Prämisse eingesetzt, dass deren sachgerechte Anwendung medizinischen Laien deutlich schneller vermittelbar ist, als die endotracheale Intubation. Dabei wurde auch die Frage untersucht, welche der beiden supraglottischen Atemwegshilfen sich besser für diesen Zweck eignet. Das Hauptaugenmerk der Studie lag jedoch auf dem Vergleich dreier Unterrichtsmethoden, nämlich der Direktunterweisung in Kleinstgruppen, der PowerPoint-Präsentation sowie der Präsentation eines Lehrvideos. Ziel war es eine Methode zu finden, die ohne großen Zeit- und Personalaufwand in bestehende Ausbildungsprogramme integrierbar ist. Insbesondere im militärischen Umfeld ist es von Bedeutung, dass Lehr-Konzepte ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Ausbildungsaufwand und Nutzen sicherstellen. Zudem ist es wichtig, dass das vermittelte Wissen zum Atemwegsmanagement durch die Soldatinnen und Soldaten nachhaltig abrufbar ist. Bisherige Untersuchungen zu diesem Thema, die im Zivilbereich durchgeführt wurden, vereinen praktische Übungen und die Vorführung eines Lehrvideos [16, 25] oder die Kombination von Vortragspräsentation und praktischer Übung [13, 15]. Ergebnisse über den Vergleich der einzelnen Methoden liegen jedoch bislang nicht vor. Wir untersuchten am Phantommodell die Abhängigkeit des Insertionserfolges von der Art der gewählten Atemwegshilfe (Larynxtubus oder Larynxmaske) sowie von der Lehrmethode (Präsentation, Lehrvideo, praktisches Üben). Unter Nutzung eines ähnlichen Studiendesigns konnten Ruetzler et al. bereits die Überlegenheit supraglottischer

Atemwegshilfen gegenüber der endotrachealen Intubation zeigen. Die Probanden waren in der genannten Studie keine medizinischen Laien, sondern Sanitäter, die jedoch ungeübt im Atemwegsmanagement waren. Die Kontrollen nach der Intervention erfolgten ebenfalls zu den Zeitpunkten $t_{1(+0d)}$ und $t_{2(+90d)}$. Untersucht wurde letztlich der Insertionserfolg, wobei sechs supraglottische Atemwegshilfen mit der endotrachealen Intubation verglichen wurden. Dabei imponierten die supraglottischen Atemwegshilfen zu beiden Zeitpunkten (t_1 und t_2) mit einem hundertprozentigen Insertionserfolg, während dieser bei der endotrachealen Intubation nur bei 78% (t_1) bzw. 58% (t_2) lag. Lehrmethode für beide Techniken war ein 45-minütiges Lehrvideo mit anschließender Demonstration am Phantommodell [25]. Die höhere Erfolgsquote bei der Insertion der supraglottischen Atemwegshilfen im Vergleich zu unseren Ergebnissen führen wir auf die Tatsache zurück, dass wir mit medizinischen Laien gearbeitet haben, während in der Studie von Ruetzler Mitarbeiter des Sanitätsdienstes zum Einsatz kamen, deren medizinische Vorerfahrungen sich möglicherweise positiv ausgewirkt haben. Mit unserer Untersuchung konnten wir zeigen, dass selbst Personen ohne jeglichen medizinischen Hintergrund durch effektive Lehrmethoden mit vertretbarem Aufwand selbst nach drei Monaten eine supraglottische Atemwegshilfe noch erfolgreich platzieren können.

7.1. Vergleich der Lehrmethoden

Gemessen am Insertionserfolg konnten wir in unserer Studie zeigen, dass die Lehrmethode „Praktische Übung“ der Vortragspräsentation signifikant überlegen war. Dies traf sowohl auf den Zeitpunkt t_1 (unmittelbar nach der Unterweisung) als auch auf den Zeitpunkt t_2 (nach drei Monaten) zu. Außerdem war dieser Effekt beim Larynxtubus und der Larynxmaske zu beobachten, allerdings war dieser bei der Larynxmaske geringer ausgeprägt. Das spricht dafür, dass die Vorteile der praktischen Übung insbesondere beim für Laien offensichtlich leichter handhabbaren Larynxtubus zum Tragen kommen. Die Insertionserfolge nach Zeigen eines Lehrvideos waren zum Zeitpunkt T_1 nur geringfügig schlechter als nach der praktischen Übung und ebenfalls signifikant besser als nach der Vortragspräsentation. Auffällig war allerdings bei Anwendung der Larynxmaske, dass sich der Insertionserfolg 3 Monate (T_2) nach der

praktischen Übung deutlich schlechter gegenüber der Ausgangssituation (T1) darstellte, als dies nach dem Zeigen eines Lehrvideos bzw. nach der Vortragspräsentation der Fall war. Auch dies spricht dafür, dass die praktische Übung zwar unabhängig von der supraglottischen Atemwegshilfe eine besonders steile Lernkurve ermöglicht. Allerdings flacht diese Lernkurve im Fall der Larynxmaske auch sehr schnell wieder ab, wenn diese Übung nicht regelmäßig wiederholt wird. Insofern ist der Nachhaltigkeitseffekt im Hinblick auf die Platzierung der Larynxmaske bei allen drei Lehrmethoden als vergleichbar zu bewerten, wenn man berücksichtigt, dass die Erfolgsquote primär nach der praktischen Übung am größten war. Auch die Resultate hinsichtlich der Insertionszeit, der Selbstbewertung des Schwierigkeitsgrades und der subjektiven Erfolgsbeurteilung dokumentieren alle ausnahmslos die größere Komplexität beim Einsatz der Larynxmaske, was diese in der Handhabung für medizinische Laien als weniger geeignet erscheinen lässt als den Larynxtubus. Die erforderliche Zeit für das Einsetzen der Larynxmaske war länger und der Schwierigkeitsgrad wurde von den Studienteilnehmern als höher bewertet, verglichen mit der Anwendung des Larynxtubus. In Bezug auf die Selbsteinschätzung der erfolgreichen Platzierung war die Häufigkeit von falsch positiven und falsch negativen Bewertungen durch die Studienteilnehmer bei der Platzierung der Larynxmaske höher. Insgesamt schätzten die Studienteilnehmer den eigenen Insertionserfolg bei der Larynxmaske tendenziell schlechter ein als beim Larynxtubus, auch wenn der Erfolg objektiv gegeben war. Der Schwierigkeitsgrad bei der Platzierung wurde durchgängig von den Probanden bei der Larynxmaske höher eingeschätzt als beim Larynxtubus. Der Schwierigkeitsgrad unmittelbar nach der Unterweisung (t_1) wurde als geringer eingeschätzt als nach drei Monaten (t_2). Dies alles belegt, dass die Handhabung der Larynxmaske für Laien offensichtlich mehr technische Schwierigkeiten bereithält, als die Anwendung des Larynxtubus.

Trotz der genannten Unterschiede zwischen Larynxmaske und Larynxtubus konnten wir zeigen, dass es mit Hilfe supraglottischer Atemwegshilfen auch Laien möglich ist, diese nach kurzer Einweisung erfolgreich zu platzieren. Durch effektive Lehrmethoden kann der Mangel an theoretischem Wissen und praktischen Fertigkeiten in kurzer Zeit kompensiert werden. Dies trifft insbesondere auf die Anwendung des Larynxtubus zu,

mit Abstrichen jedoch auch auf den Einsatz der Larynxmaske. Unsere Probanden zeigten unabhängig von der Lehrmethode in 89,6% eine erfolgreiche Insertion bei der erstmaligen Anwendung. Damit stehen unsere Daten im Einklang mit Schalk et al. und Wiese et al., welche eine erfolgreiche Insertion von supraglottischen Atemwegshilfen bei der primären Anwendung in 96,8% (Schalk et al) und 92,4% (Wiese et al) der Fälle beschrieben. Im Gegensatz zu unserer Studie dauerte hier die Schulung jeweils 90-min und die Anwendung geschah im Rahmen der präklinischen Rettungsmedizin (z.B. bei Reanimationen) [28, 38]. Auch wenn die Untersuchungsergebnisse dieser beiden Arbeitsgruppen aufgrund des etwas anderen Studiendesigns nur bedingt mit den unseren vergleichbar sind, untermauern sie dennoch die Aussage, dass mit einem kurzen und effektiven Schulungsprogramm ungeübten Anwendern ein wirkungsvolles und sicheres Airwaymanagement mittels supraglottischer Atemwegshilfen beigebracht werden kann.

Jokela und Mitarbeiter untersuchten in Finnland anhand der Lehrmethode Videodemonstration den Insertionserfolg bei der Anwendung von Larynxtubus und Larynxmaske innerhalb einer Gruppe ungeübter Einsatzsanitäter. Die Ergebnisse dieser Studie waren vergleichbar mit unseren Resultaten. Während alle Probanden den Larynxtubus erfolgreich etablieren konnten, wurde die Larynxmaske in 90% der Fälle nach Lehrvideodemonstration erfolgreich platziert [16]. Anders als in der Untersuchung von Ruetzler wurden in der Studie von Jokela Larynxmasken der neusten Generation, wie die i-gel[®] nicht berücksichtigt. Eine Reihe anderer Autoren kam zu vergleichbaren Resultaten, die letztlich alle die Ergebnisse unserer Studie bestätigten. Demnach wurde der Larynxtubus in den meisten Studien schneller und mit einer höheren Erfolgsquote platziert als die Larynxmaske oder auch der Combitubus (85-90%). So konnten Kalver et al. zeigen, dass Berufsanfänger in der Anästhesie nach kurzer Unterweisung in 89% der Fälle in der Lage waren, einen Larynxtubus erfolgreich zu platzieren. Auch die Studien von Cook et al und Gaitarri et al bestätigen diese Zahlen [11, 15, 18]. Wrobel und Mitarbeiter beschrieben den Unterschied in den Lernkurven zwischen der Larynxmaske und dem Larynxtubus, zu Gunsten von Letzterem. Asai konnte am Beatmungsphantom eine 100%ige Erfolgsquote für den Larynxtubus bei der

Anwendung durch ungeübte Feuerwehrschüler zeigen [5, 6, 8].

Es kann ebenfalls als bewiesen angesehen werden, dass sämtliche supraglottischen Atemwegshilfen bereits mit vergleichsweise geringem Schulungs- und Trainingsaufwand durch Personen mit wenig Erfahrung im Airwaymanagement schneller und erfolgreicher platziert werden können, als Endotrachealtuben [24, 29, 30].

Die praktische Übung in Kleinstgruppen hat sich in unserer Studie als Erfolgsgarant dafür erwiesen, medizinische Laien in kürzester Zeit in die Lage zu versetzen, supraglottische Atemwegshilfen sicher in einem Beatmungsphantom platzieren zu können. Dies betraf sowohl die Erstanwendung, als auch den nochmaligen Einsatz nach 3 Monaten, auch wenn der Ausbildungseffekt bei der Larynxmaske zu diesem Zeitpunkt deutlich abgeschwächt war. Unserer Meinung nach gibt es zwei Gründe für die Überlegenheit der praktischen Übung unter intensiver Supervision. Erstens hängt der Erfolg mit der längeren Netto-Ausbildungszeit zusammen. Die Probanden dieser Gruppe waren doppelt oder sogar dreimal so lange in der Ausbildungsmaßnahme wie die Probanden der anderen beiden Gruppen (8 Minuten vs. 15 Minuten vs. 30 Minuten). Dadurch gab es in der Interaktion mit den Ausbildern mehr Gelegenheit Fragen zu stellen und bei den praktischen Fertigkeiten korrigierend einzugreifen. Außerdem ist es bei dieser Lehrmethode wohl eher möglich, auf verschiedene Lerntypen einzugehen. Psychologen haben ein Modell entwickelt, um die verschiedenen Lerntypen besser zu verstehen. Sie identifizierten vier primäre Arten von Lernenden: Visuell, auditiv, lesend/schreibend und kinästhetisch. Die meisten Menschen sind jedoch gemischte Typen mit unterschiedlichen Vorlieben. Die praktische Übung scheint durch das hohe Maß an Interaktion die Lehrmethode zu sein, die den unterschiedlichsten individuellen Bedürfnissen der Lernenden am ehesten gerecht werden kann. Der große Nachteil dieser Lehrmethode ist jedoch der vergleichsweise hohe Ressourcenaufwand im Sinne von Personal und Zeit. Diesbezüglich sind sowohl die Vortragspräsentation als auch das Lehrvideo von Vorteil. Angesichts der ebenfalls guten Ergebnisse in der Lehrvideo-Gruppe, sowohl beim Larynxtubus, als auch bei der Larynxmaske, stellt diese Methode bei knappen Ressourcen einen guten Kompromiss dar.

7.2. Militärmedizinischer Kontext

Unmittelbar nach der Durchführung unserer Studie wurde der politische Entschluss gefasst, die Wehrpflicht auf unbestimmte Zeit auszusetzen. Seither können sich Frauen und Männer für einen bis zu 23 Monate andauernden freiwilligen Wehrdienst (FWDL) entscheiden. Außerdem besteht die Möglichkeit als Soldat auf Zeit (SaZ) in der Bundeswehr zu dienen und sich darüber für ein Dienstverhältnis als Berufssoldat zu qualifizieren.

Mit dem Aussetzen der Wehrpflicht und der damit geschaffenen Option zum Freiwilligen Wehrdienst veränderte sich die Ausbildungsstruktur der Soldaten in seinen Grundzügen nicht. Es besteht weiterhin die Pflicht, sowohl für FWDL- als auch SaZ-Soldaten, in einer Allgemeinen Grundausbildung soldatische Grundkenntnisse zu erlangen. Ausbildungsbestandteil ist dabei auch die sanitätsdienstliche Grundausbildung. Die für alle Soldaten verpflichtende Ausbildung zum Einsatzersthelfer A ist in diesem Ausbildungsabschnitt bereits implementiert. Die Anwendung supraglottischer Atemwegshilfen ist dabei kein Ausbildungsbestandteil. Um erweiterte Kenntnisse im Umgang mit einsatztypischen Verletzungen zu erlangen, müssen spezialisierte Lehrgänge besucht werden, die in den meisten Fällen den länger verpflichteten Soldaten vorbehalten sind. Vor allem Soldaten in kämpfenden Verbänden, die keine sanitätsdienstliche Fachausbildung haben, werden in speziell zugeschnittenen Kursen trainiert. Diese Kurse orientieren sich am allgemein etablierten c(x)ABCDE-Schema zur initialen Patientenuntersuchung und Behandlung. Dabei steht die Versorgung von einfach zu behebbenden Ursachen im Vordergrund. So ist jeder Soldat geübt in der Anwendung eines Tourniquets und dem Freimachen der Atemwege im Sinne einer Reklination des Kopfes und Atemwegskontrolle. Erweiterte Maßnahmen, wie die Nutzung von Atemwegshilfen, Etablierung intravenöser Zugänge oder Anwendung von Medikamenten, ist höher qualifiziertem, aber dennoch originär nichtmedizinischem Personal vorenthalten. Je nach Qualifizierungsgrad müssen solche Verfahren in speziellen Praktika erlernt werden. Die Anwendung solcher Maßnahmen ist danach nur im Rahmen einer Einsatzverwendung erlaubt.

Die Durchführung invasiver Maßnahmen wie der Platzierung von Atemwegshilfen ist nur einem sehr begrenzten Kreis von Soldaten vorbehalten. Autark operierende Spezialeinheiten erlernen demnach Kompetenzen, um eine Grundversorgung fernab jeder ärztlichen Hilfe sicherstellen zu können. Den Kompetenzerhalt sichern diese Soldaten durch regelmäßige Fortbildungen und Übungsmaßnahmen in entsprechend qualifizierten Einrichtungen. Gerade für diese Spezialkräfte ist ein einfach zu erlernendes Verfahren zur Atemwegssicherung von entscheidender Bedeutung.

Die im Februar 2019 aktualisierte S1-Leitlinie „Prähospitales Atemwegsmanagement“ geht detailliert auf die Anwendung der unterschiedlichen Verfahren zur Atemwegssicherung ein [39]. Darin wird die endotracheale Intubation zwar immer noch als Goldstandard genannt, aber nur dann, wenn ein möglichst hoher first-pass-Effekt vorausgesetzt werden kann. Um das zu erreichen ist die regelmäßige Anwendung des Verfahrens notwendig. Außerdem sind möglichst optimale Umgebungsbedingungen Voraussetzung für den Intubationserfolg. Gerade das ist jedoch im Kontext der militärmedizinischen Versorgung häufig nicht gegeben.

Dementsprechend empfiehlt die Leitlinie mindestens 100 erfolgreich durchgeführte Intubationen und weitere 10 pro Jahr zur Kompetenzerhaltung, allerdings nur 45 Anwendungen von supraglottischen Verfahren und weitere 3 pro Jahr zur Kompetenzerhaltung. In der Leitlinie wird klar Position bezogen, dass das alleinige Üben am Phantom nicht ausreicht, um die notwendigen Kompetenzen in der Atemwegssicherung via supraglottischen Atemwegshilfen zu erlangen. Die Leitlinie gibt jedoch keine Empfehlung, welche Art der supraglottischen Atemwegshilfe prähospital eingesetzt werden sollte.

Die Spezialkräfte, die eine erweiterte sanitätsdienstliche Ausbildung erhalten, erlernen bislang in den klinischen Praktika zumeist den Umgang mit der Larynxmaske direkt am Patienten. Demgegenüber wird auf Rettungsmitteln der Bundeswehr (Notarzteinsatzfahrzeuge, Rettungshubschrauber, Rettungstransportwagen), die in die regionalen Rettungsdienstnetzwerke eingebunden sind, häufig der Larynxtubus als supraglottische Atemwegshilfe vorgehalten. Insofern kann bei einzelnen Anwendern eine Transferleistung in dem Sinne notwendig sein, dass die erlernten innerklinischen

Skills mit dem Tool „Larynxmaske“ nun auf das prähospital Tool „Larynxtubus“ zu übertragen sind. Derzeit fehlen aber Crossover-Studien, die nachweisen können, dass dies im gewünschten Ausmaß gelingt [39].

Neben den praktischen Schulungen, können aber auch Vortragspräsentationen und Lehrvideos ein geeignetes Hilfsmittel sein, um Skills in der Atemwegssicherung zu erwerben oder aufrechtzuerhalten. Vor allem das Lehrvideo hat in unserer Studie akzeptable Langzeiteffekte gezeigt. Somit ermöglicht diese Unterrichtsmethode ein effektives Training für eine große Anzahl an Soldaten in relativ kurzer Zeit und bietet daher die gewünschte Effizienz. Die konsequente Umsetzung eines solchen Ausbildungskonzepts würde die medizinische Versorgung in den genannten Einheiten wesentlich verbessern.

Ein wichtiger Aspekt in der Diskussion ist die Tatsache, dass in unserer Studie lediglich die Klassik-Variante der Larynxmaske zum Einsatz kam. Andere Modelle, der neueren Generation, wurden nicht berücksichtigt. Jiwon et al. publizierten 2017 eine Metaanalyse randomisierter kontrollierter Studien, die den Insertionserfolg der i-gel®-Maske, einer Entwicklung der jüngsten Generation, mit dem anderer supraglottischer Atemwegshilfen verglichen. Insgesamt fanden 14 Studien Berücksichtigung. Im Ergebnis hatte die i-gel®-Maske signifikant kürzere Insertionszeiten als alle anderen supraglottischen Atemwegshilfen mit Ausnahme der LMA Supreme, der aura-i und der air-Q. Der Vorteil der i-gel®-Maske liegt in ihrem Material und der damit verbundenen Platzierungstechnik begründet. Die i-gel®-Maske ist den anatomischen Verhältnissen im Rachenraum nachempfunden. Ihr thermoelastisches Material passt sich unter dem Einfluss von Körperwärme den anatomischen Gegebenheiten des Rachenraums an. Dadurch entfällt das Insufflieren von Luft und die Blockung des Cuff. Dem Insertionsvorteil gegenüber den meisten anderen supraglottischen Atemwegshilfen wurde von den Autoren der Meta-Analyse jedoch die klinische Relevanz abgesprochen [2]. Da die i-gel®-Maske in unserer Studie nicht zur Anwendung kam, können wir nicht einschätzen, ob diese Atemwegshilfe vergleichbare oder sogar bessere Ergebnisse

erzielt hätte, als dies mit dem Larynxtubus der Fall war. Betrachtet man das ganze unter dem militärmedizinischen Aspekt, so könnte die Temperaturabhängigkeit der i-gel®-Maske unter extremen Witterungsbedingungen bei Kampfeinsätzen zum Problem werden. Dieser mögliche Funktionsverlust ist jedoch spekulativ und bislang durch keinerlei Studien belegt.

In unserer Untersuchung hat sich der Larynxtubus im Vergleich zur Larynxmaske eindeutig als das geeignetere Instrument für den Einsatz durch medizinische Laien erwiesen. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass der Larynxtubus in letzter Zeit aufgrund funktioneller Probleme und wegen beschriebener Komplikationen in die Kritik geraten ist. So untersuchte eine Studie der Universitätsklinik Wien den Einfluss des Atemwegsmanagements bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand. Primärer Endpunkt war das 30-Tage-Überleben. Im Ergebnis zeigten Patienten, die über einen Larynxtubus beatmet wurden, ein schlechteres Outcome als Patienten mit einer Beutel-Masken-Beatmung oder einer endotrachealen Intubation. Störfaktoren bei der Beutel-Masken-Beatmung wurden dabei allerdings nicht näher betrachtet [31]. Warum die Nutzung des Larynxtubus mit einem schlechteren Outcome assoziiert sein kann, wird kontrovers diskutiert. Einerseits wird innerklinisch die Atemwegssicherung meistens via Larynxmaske oder via endotracheale Intubation trainiert. Beides ist insbesondere in der operativen Medizin und der Anästhesie als Goldstandard zu betrachten. Insofern besitzt der geübte Kliniker genügend Erfahrung, um beide Techniken souverän zu beherrschen. Diese Skills sind möglicherweise für die Handhabung des Larynxtubus nicht im gleichen Maße vorhanden. Das schlechtere Outcome könnte daher durch fehlende Übung mit dieser Methode erklärt werden. Andererseits ist es denkbar, dass die Beutel-Masken-Beatmung als effektive Überbrückung bis zur endotrachealen Intubation eingesetzt wurde, so dass diese Patienten selbst im Falle eines Herz-Kreislauf-Stillstandes aufgrund der optimalen Sauerstoffzufuhr bessere Chancen auf eine Restitution der Kreislauffunktion hatten, als wenn dies nicht geschehen wäre. Bei den Patienten, die mit einem Larynxtubus versorgt wurden muss unterstellt werden, dass die Ventilation/Oxygenierung aufgrund mangelnder Erfahrung im Airwaymanagement nicht im gleichen Maße effektiv erfolgt ist, wie in der

Vergleichsgruppe. Außerdem konnte gezeigt werden, dass nicht die Oxygenierung, sondern die Effektivität der Herz-Druck-Massage maßgeblich für das Outcome der Patienten nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand ist. In das ILCOR Update 2017 ist daher als eine von sechs Empfehlungen die passive Oxygenierung zugunsten der kontinuierlichen Herz-Druck-Massage aufgenommen worden [21]. Dementsprechend soll eine adäquate Oxygenierung mit oro- oder nasopharyngealen Atemwegshilfen und einer Sauerstoffmaske mit hohem Gasfluss erzielt werden.

Angesichts der jeweiligen Vor- und Nachteile von Larynxtubus und Larynxmaske bleibt unter den besonderen militärmedizinischen Bedingungen zu prüfen, welche supraglottische Atemwegshilfe am ehesten dem Anforderungsprofil der Bundeswehr entspricht. Unsere Studie hat dazu einen wertvollen Beitrag geleistet. In Würdigung unserer Untersuchungsergebnisse scheint uns der Larynxtubus für die Zwecke der Bundeswehr das geeignete Instrument zu sein.

Obwohl die meisten Behandlungsgrundsätze und Leitlinien der präklinischen Notfallmedizin sowohl für den zivilen als auch für den militärischen Sektor Gültigkeit haben, gibt es Unterschiede zwischen beiden Bereichen, die mit der Art der Erkrankungen, mit den Schädigungsmustern sowie mit einsatztaktischen Gesichtspunkten zu tun haben. Während in der zivilen Notfallmedizin vor allem internistische und neurologische Krankheitsbilder dazu führen, dass supraglottische Atemwegshilfen zum Einsatz gelangen, sind es in der Militärmedizin fast ausnahmslos Traumafolgen, die ein qualifiziertes Airwaymanagement notwendig machen. Deshalb wird das speziell ausgebildete, nichtärztliche militärische Personal für Gefechtssituationen trainiert. Leider gibt es kaum Literatur zum Thema Atemwegssicherung bei Traumata im Gefecht, da es in der Natur der Sache liegt, dass unter diesen Bedingungen systematische Untersuchungen kaum möglich sind. Insofern bleiben nur Fallbeschreibungen und retrospektive Analysen für den Erkenntnisgewinn. So kann man davon ausgehen, dass die Indikation zur Atemwegssicherung im Rahmen eines Gefechts aufgrund eines traumatischen Herzkreislaufstillstandes oder einer Verletzung der Atemwege getroffen wird. Für diesen Fall gibt das Committee on Tactical Combat Casualty Care in seinen Guidelines folgendes Vorgehen vor: Der Verwundete

soll eine Position einnehmen, die es ihm erlaubt, frei zu atmen. Weiterhin soll versucht werden, via Chin Lift die Atemwege freizuhalten. Sofern notwendig, soll eine Absaugung genutzt werden. Sollten diese Maßnahmen keinen Erfolg haben, folgt im Algorithmus nun der Einsatz eines nasopharyngealen Tubus oder einer supraglottischen Atemwegshilfe, sofern der Verwundete bewusstlos ist. Sollten diese Maßnahmen erfolglos und eine Ventilation / Oxygenierung nicht möglich sein, folgt in diesem Schema nun die Koniotomie. Diese Leitlinie weicht bewusst von der Leitlinie im zivilen Sektor ab, unter Verzicht auf eine endotracheale Intubation [40].

7.3. Limitation

Da es sich bei der vorliegenden Studie um eine Untersuchung am Beatmungsphantom handelt, müssen verschiedene Aspekte bei der Bewertung der Resultate Berücksichtigung finden, die auf die spezielle „ex-vivo“-Situation zurückzuführen sind. Obwohl Studien am Phantom ein wertvolles Instrument im Airwaymanagement-Training sein können, ist die direkte Übertragung der gesammelten Erkenntnisse auf klinische Situationen am Menschen nicht ohne weiteres möglich [26,27]. In unserem Falle sind die Ergebnisse, die quasi unter kontrollierten Laborbedingungen erzielt wurden, nur mit Einschränkungen auf die medizinische Versorgungssituation unter den Bedingungen von Kampfeinsätzen übertragbar. Das liegt vor allem an der Vielzahl der optischen und akustischen Störfaktoren unter Gefechtsbedingungen sowie an der großen mentalen Belastung der die Soldaten ausgesetzt sind.

Letztlich muss auch berücksichtigt werden, dass selbst hochwertigste Beatmungsphantome nicht in der Lage sind, die biologische Beschaffenheit der menschlichen Atemwege adäquat zu simulieren. Insofern kann sich die Zeit, die notwendig ist, um eine Atemwegshilfe in eine Phantompuppe einzubringen, signifikant von der Platzierungszeit im Menschen unterscheiden. Um einen maximalen Trainingseffekt am Simulator zu erzielen, sollten sich die Anwender dieser Einschränkungen bewusst sein. Das gleiche gilt, wenn neues Equipment am Beatmungsphantom getestet und bewertet werden soll.

Ungeachtet dessen scheinen solche Phantome ein akzeptables Niveau an klinischer Reproduzierbarkeit bei der Platzierung supraglottischer Atemwegshilfen zu

gewährleisten. Das gilt insbesondere für ungeübte Personen.

7.4. Fazit für die Praxis

Mit der Einführung supraglottischer Atemwegshilfen in die Anästhesie und die präklinische Notfallmedizin wurde vor allem dem weniger geübten Anwender ein Instrument für ein wirkungsvolles Atemwegsmanagement an die Hand gegeben, für das es deutlich weniger praktische Erfahrung benötigt, wie für die Laryngoskopie und die endotracheale Intubation [4]. Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass praktisches Training im Vergleich zur Präsentation eines PowerPoint-Vortrags oder dem Zeigen eines Lehrvideos die überlegene Lehrmethode ist. Von den beiden supraglottischen Atemwegshilfen, die zum Einsatz kamen, hat sich der Larynxtubus in Bezug auf alle Zielparameter wie Insertionserfolg, Insertionszeit, Selbstbewertung des Platzierungserfolges und Schwierigkeitsgrad im Vergleich mit der Larynxmaske als überlegen erwiesen. Defizite bei der Nachhaltigkeit des erlernten Wissens gab es vor allem bei der Anwendung der Larynxmaske. Wenngleich in letzter Zeit zunehmend von einer Verwendung des Larynxtubus abgeraten und die Larynxmaske empfohlen wird, müssen militärmedizinische Besonderheiten geltend gemacht werden. Dazu gehört, dass eine qualifizierte Schulung für Angehörige von Spezialeinheiten, die im Gefecht ohne ärztliche Unterstützung ein effektives Atemwegsmanagement leisten müssen, eher auf Basis des Larynxtubus möglich scheint. Aufgrund dieser Überlegungen sprechen wir uns dafür aus, die initiale prähospitalen Atemwegssicherung im militärmedizinischen Setting mit dem Larynxtubus durchzuführen. Wenn man also den Larynxtubus als Instrument der Wahl in der Hand von medizinischen Laien priorisiert, dann liefern auch die Vortragspräsentation und die Präsentation eines Lehrvideos akzeptable Ergebnisse im Sinne des Platzierungserfolges. Ausbildungskonzepte, die darauf abzielen, eine große Anzahl von Personen ohne medizinischen Hintergrund in kürzester Zeit in der Anwendung von supraglottischen Atemwegshilfen zu unterrichten, können auch von diesen beiden Lehrmethoden profitieren. Besonders die Videopräsentation hat diesbezüglich Vorteile bei der Nachhaltigkeit des erlernten Wissens gezeigt. Solche Konzepte sind sowohl für die Militärmedizin als auch für die zivile Notfallmedizin vielversprechend.

8. Literaturverzeichnis

1. Adnet, F., Jouriles, N. J., Le Toumelin, P., Hennequin, B., Taillandier, C., Rayeh, F., Couvreur, J., Nougère, B., Nadiras, P., Ladka, A., & Fleury, M. (1998) Survey of out-of-hospital emergency intubations in the French prehospital medical system: a multicenter study. *Annals of emergency medicine* 32:454-460
2. An, J., Nam, S. B., Lee, J. S., Lee, J., Yoo, H., Lee, H. M., & Kim, M. S. (2017) Comparison of the i-gel and other supraglottic airways in adult manikin studies: Systematic review and meta-analysis. *Medicine* 96: e5801
3. Anonymous (2013) 8.3 Algorithmus - schwieriges Atemwegsmanagement. In: Dornberger I (ed) *Schwieriges Atemwegsmanagement bei Erwachsenen und Kindern*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart
4. Apfelbaum, J. L., Hagberg, C. A., Caplan, R. A., Blitt, C. D., Connis, R. T., Nickinovich, D. G., Hagberg, C. A., Caplan, R. A., Benumof, J. L., Berry, F. A., Blitt, C. D., Bode, R. H., Cheney, F. W., Connis, R. T., Guidry, O. F., Nickinovich, D. G., Ovassapian, A., & American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway (2013) Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway - An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 118:251-270
5. Asai, T., Hidaka, I., & Kawachi, S. (2002) Efficacy of the laryngeal tube by inexperienced personnel. *Resuscitation* 55:171-175
6. Asai T., Kawashima A., Hidaka I., & Kawachi, S. (2002) The laryngeal tube compared with the laryngeal mask: insertion, gas leak pressure and gastric insufflation. *British journal of anaesthesia* 89:729-732
7. Asai T., Murao K., Shingu K. (2000) Efficacy of the laryngeal tube during intermittent positive-pressure ventilation. *Anaesthesia* 55:1099-1102
8. Asai T., Shingu K. (2005) The laryngeal tube. *British journal of anaesthesia* 95:729-736
9. Böttiger B. W., Dirks B. (2015) Wiederbelebung: Viele Änderungen im Detail. *Dtsch Arztebl International* 112: A-1780-A-1780
10. Brimacombe J., Keller C., Puhlinger F. (1999) Pharyngeal mucosal pressure and perfusion: a fiberoptic evaluation of the posterior pharynx in anesthetized adult

- patients with a modified cuffed oropharyngeal airway. *Anesthesiology* 91:1661-1665
11. Cook T. M., Cranshaw J. (2005) Randomized crossover comparison of ProSeal Laryngeal Mask Airway with Laryngeal Tube Sonda during anaesthesia with controlled ventilation. *British journal of anaesthesia* 95:261-266
 12. Dörge, V., Ocker, H., Wenzel, V., & Schmucker, P (2000) The laryngeal tube: a new simple airway device. *Anesthesia and analgesia* 90:1220-1222
 13. Dörge, V., Wenzel, V., Knacke, P., & Gerlach, K. (2003) Comparison of different airway management strategies to ventilate apneic, nonpreoxygenated patients. *Critical care medicine* 31:800-804
 14. Eastridge, B. J., Mabry, R. L., Seguin, P., Cantrell, J., Tops, T., Uribe, P., Mallett, O., Zubko, T., Oetjen-Gerdes, L., Rasmussen, T. E., Butler, F. K., Kotwal, R. S., Holcomb, J. B., Wade, C., Champion, H., Lawnick, M., Moores, L., & Blackbourne, L. H. (2012) Death on the battlefield (2001– 2011): Implications for the future of combat casualty care. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 73:S431-S437
 15. Hüter, L., Schwarzkopf, K., Rödiger, J., Preussler, N. P., & Schreiber, T. (2009) Students insert the laryngeal tube quicker and more often successful than the esophageal-tracheal combitube in a manikin. *Resuscitation* 80:930-934
 16. Jokela, J., Nurmi, J., Genzwuerker, H. V., & Castrén, M. (2012) Laryngeal Tube and Intubating Laryngeal Mask Insertion in a Manikin by First-Responder Trainees after a Short Video-Clip Demonstration. *Prehospital and Disaster Medicine* 24:63-66
 17. Karch, S. B., Lewis, T., Young, S., Hales, D., & Ho, C. H. (1996) Field intubation of trauma patients: complications, indications, and outcomes. *The American journal of emergency medicine* 14:617-619
 18. Klaver, N. S., Kuizenga, K., Ballast, A., & Fidler, V. (2007) A comparison of the clinical use of the Laryngeal Tube S and the ProSeal Laryngeal Mask Airway by first month anaesthesia residents in anaesthetised patients. *Anaesthesia* 62:723-727
 19. Kleber, C., Giesecke, M. T., Tsokos, M., Haas, N. P., & Buschmann, C. T. (2013) Trauma-related Preventable Deaths in Berlin 2010: Need to Change Prehospital Management Strategies and Trauma Management Education. *World Journal of Surgery* 37:1154-1161

- 20.** Nagler F., Germany (2007) Die Bundeswehr 1955 bis 2005: Ruckblenden - Einsichten - Perspektiven. De Gruyter Oldenbourg, Munchen
- 21.** Olasveengen T.M., De Caen A.R., Mancini M.E., Maconochie I.K., Aickin R., Atkins D.L., Berg R.A., Bingham R.M., Brooks S.C., Castren M., Chung S.P., Considine J., Couto T.B., Escalante R., Gazmuri R.J., Guerguerian A.M., Hatanaka T., Koster R.W., Kudenchuk P.J., Lang E., Lim S.H., Lofgren B., Meaney P.A., Montgomery W.H., Morley P.T., Morrison L.J., Nation K.J., Ng K.C., Nadkarni V.M., Nishiyama C., Nuthall G., Ong G.Y., Perkins G.D., Reis A.G., Ristagno G., Sakamoto T., Sayre M.R., Schexnayder S.M., Sierra A.F., Singletary E.M., Shimizu N., Smyth M.A., Stanton D., Tijssen J.A., Travers A., Vaillancourt C., Van de Voorde P., Hazinski M.F., Nolan J.P.; ILCOR Collaborators. (2017) 2017 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. *Circulation* 136: e424-e440
- 22.** Papakitsos G., Papakitsou T., Kapsali A. (2010) Use of the laryngeal tube by paramedics during prehospital resuscitation: an observational study. *Critical Care* 14:P310-P310
- 23.** Reutter S., Frost A. (2013) Sicherung der Atemwege – Indikationen, Methoden und Hilfsmittel. *Lege artis* 3:40-44
- 24.** Ruetzler, K., Gruber, C., Nabecker, S., Wohlfarth, P., Priemayr, A., Frass, M., Kimberger, O., Sessler, D. I., & Roessler, B. (2011) Hands-off time during insertion of six airway devices during cardiopulmonary resuscitation: a randomised manikin trial. *Resuscitation* 82:1060-1063
- 25.** Ruetzler, K., Roessler, B., Potura, L., Priemayr, A., Robak, O., Schuster, E., & Frass, M. (2011) Performance and skill retention of intubation by paramedics using seven different airway devices--a manikin study. *Resuscitation* 82:593-597
- 26.** Russi C.S., Wilcox C.L., House H.R. (2007) The laryngeal tube device: a simple and timely adjunct to airway management. *The American journal of emergency medicine* 25:263-267
- 27.** Schalk, R., Auhuber, T., Haller, O., Latasch, L., Wetzel, S., Weber, C. F., Ruesseler, M., & Byhahn, C. (2012) [Implementation of the laryngeal tube for prehospital airway management: training of 1,069 emergency physicians and

paramedics]. *Der Anaesthesist* 61:35-40

28. Schalk, R., Byhahn, C., Fausel, F., Egner, 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
29. Schalk, R., Scheller, B., Habler, O. P., Meier, J., Meininger, D., & Byhahn, C. (2008) Disposable laryngeal tube suction—A randomized comparison of two insertion techniques performed by novice users in anaesthetised patients. *Resuscitation* 76:364-368
30. Silsby, J., Jordan, G., Bayley, G., & Cook, T. M. (2006) Evaluation of four airway training manikins as simulators for inserting the LMA Classic*. *Anaesthesia* 61:576-579
31. Sulzgruber, P., Datler, P., Sterz, F., Poppe, M., Lobmeyr, E., Keferböck, M., Zeiner, S., Nürnberger, A., Schober, A., Hubner, P., Stratil, P., Wallmueller, C., Weiser, C., Warenits, A. M., Zajicek, A., Ettl, F., Magnet, I., Uray, T., Testori, C., & van Tulder, R. (2017) The impact of airway strategy on the patient outcome after out-of-hospital cardiac arrest: A propensity score matched analysis. *European heart journal. Acute cardiovascular care* 7:423-431
32. Thierbach A., Piepho T., Kleine-Weischede B., Haag G., Maybauer M., & Werner C., (2006) Vergleich zwischen Larynx-tubus-S und endotrachealer Intubation. *Anaesthesist* 55:154–159
33. Thierbach A., Piepho T., Wolcke B., Küster S., Dick W. (2004) Präklinische Sicherung der Atemwege: Erfolgsraten und Komplikationen. *Anaesthesist* 53:543-550
34. Timmermann, A., Eich, C., Russo, S. G., Natge, U., Bräuer, A., Rosenblatt, W. H., & Braun, U. (2006) Prehospital airway management: a prospective evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. *Resuscitation* 70:179-185
35. Timmermann, A., Russo, S. G., Eich, C., Roessler, M., Braun, U., Rosenblatt, W. H., & Quintel, M. (2007) The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesthesia and analgesia* 104:619-623

36. Ulrich-Pur, H., Hrska, F., Krafft, P., Friehs, H., Wulkersdorfer, B., Köstler, W. J., Rabitsch, W., Staudinger, T., Schuster, E., & Frass, M. (2006) Comparison of mucosal pressures induced by cuffs of different airway devices. *Anesthesiology* 104:933-938
37. Wang, H. E., Kupas, D. F., Paris, P. M., Bates, R. R., Costantino, J. P., & Yealy, D. M. (2003) Multivariate predictors of failed prehospital endotracheal intubation. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 10:717-724
38. Wiese, C. H., Semmel, T., Müller, J. U., Bahr, J., Ocker, H., & Graf, B. M. (2009) The use of the laryngeal tube disposable (LT-D) by paramedics during out-of-hospital resuscitation-an observational study concerning ERC guidelines 2005. *Resuscitation* 80:194-198
39. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-040l_S1_Praehospitales-Atemwegsmanagement_2019-03_1.pdf
40. <https://books.allogy.com/web/tenant/8/books/b729b76a-1a34-4bf7-b76b-66bb2072b2a7/>

9. Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Michael Benker, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema:

Vergleichende Untersuchung am Beatmungsphantom über den zeitabhängigen Erfolg medizinischer Laien beim Einsatz von Larynxtrachealkanüle LTS® und Larynxmaske LMA Supreme™ in Abhängigkeit von der Ausbildungsmethode - Eine prospektiv-randomisierte Studie mit Rekruten des Sanitätsdienstes der Bundeswehr

selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet. Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte. Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

10. Anteilserklärung

Michael Hans Jürgen Benker hatte folgenden Anteil an der folgenden Publikation:

Autoren:

Mario Hensel, MD, PhD, COL Willi Schmidbauer, MC German Army, COL Michael Benker, MC German Navy, Paula Schmieder; Thoralf Kerner, MD, PhD

Titel:

Comparative Assessment of Three Approaches of Teaching Nonmedically Trained Persons in the Handling of Supraglottic Airways: A Randomized Controlled Trial

Zeitschrift:

MILITARY MEDICINE, Volume 182, Issue 3-4, March-April 2017, Pages e1774–e1781

Erscheinungsjahr:

2017

Anteile:

Wesentlich war der Promovend bei der Erstellung des Studienkonzepts, bei der Koordination und praktischen Durchführung der Untersuchung, bei der Erstellung der Flow-Chart (MILITARY MEDICINE, Vol. 182, March/April 2017, S e1776) bei der Literaturrecherche sowie bei der finalen Manuskriptüberarbeitung beteiligt.

Unterschrift, Datum und Stempel des/der erstbetreuenden Hochschullehrers/in

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin

11. Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

12. Publikationen

Titel:

Comparative Assessment of Three Approaches of Teaching Nonmedically Trained Persons in the Handling of Supraglottic Airways: A Randomized Controlled Trial

Autoren:

Mario Hensel, MD, PhD, COL Willi Schmidbauer, MC German Army, COL Michael Benker, MC German Navy, Paula Schmieder; Thoralf Kerner, MD, PhD

Zeitschrift:

MILITARY MEDICINE

Jahr:

2017

13. Danksagung

Ich bedanke mich bei Herrn Prof Dr. T. Kerner und Herr Dr. W. Schmidbauer für die Überlassung des Themas dieser Dissertationsschrift sowie die Unterstützung im Rahmen einer nicht immer stressfreien berufsbegleitenden Promotion. Auch und gerade Herrn Prof. Dr. Hensel, mit dessen Unterstützung Publikationen möglich wurden und dessen Rat in der finalen Dissertationsschrift in Tat umgesetzt werden konnte.

Mein Dank gilt Herrn Stabsfeldwebel S. Fabrizio bei der Mithilfe der Anfertigung der Power-Point-Präsentation sowie des Lehrvideos. Diesen wie auch den Hauptfeldwebeln R. Bohndorf und F. Blumentritt sowie Oberbootsmann Weise für die Unterstützung bei der Studiendurchführung in der Blücher Kaserne. Und besonders all den freiwillig an dieser Studie teilnehmenden Soldatinnen und Soldaten der allgemeinen Grundausbildung des Lazarettregimentes 31 „Berlin“ des Ausbildungsjahrganges 2010.

Herrn Dr. Ulrich Gauger danke ich für die ergebnisoffene und sachgerechte Durchführung der statistischen Aufarbeitung des umfangreichen Datenmaterials. Ein herzliches Dankeschön gilt den Kolleginnen und Kollegen sowie Freunde die mich bei der Anfertigung dieser Schrift mit wissenschaftlich-administrativen Rat unterstützten sowie dazu notwendige - stets konstruktive - Kritik übten.

Ich widme diese Arbeit meinem verstorbenen Vater sowie meiner Mutter, deren steten Unterstützung in allen Lebenslagen und deren Liebe ich mich erfreuen durfte und darf.