

Aus der Klinik für Anästhesiologie
der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. med. Peter Schmucker

**Einfluss verschiedener Atemschutzmasken auf die
simulierte anästhesiologische Notfallversorgung von
Opfern chemischer, biologischer, radiologischer oder
nuklearer Substanzen**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
-Aus der Medizinischen Fakultät-

Vorgelegt von

Jan Runte
aus Paderborn

Lübeck 2007

1. Berichterstatter/ Berichterstatterin: Priv.-Doz. Dr. med. Jan Schumacher

2. Berichterstatter/ Berichterstatterin: Prof. Dr. med. Elke Muhl

Tag der mündlichen Prüfung: 06.12.2007

Zum Druck genehmigt: Lübeck, den 06.12.2007

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach
- Dekan der Medizinischen Fakultät -

Für Ose und Broder

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	6
2.	Material und Methoden	10
2.1	Studienbedingungen	10
2.1.1	Probanden	10
2.1.2	Atemschutzmasken	11
2.1.2.1	Bi-okuläre Atemschutzmaske M2000	11
2.1.2.2	Panorama Atemschutzmaske CDR4500	12
2.1.3	Patientensimulator	13
2.2	Studienprotokoll	16
2.3	Statistik	22
3.	Ergebnisse	23
3.1	Probanden	23
3.2	Behandlungszeiten	23
3.3	Fragebogen	26
3.3.1	Visuelle Orientierung	27
3.3.2	Tragekomfort	28
3.3.3	Atemwiderstand	28
3.3.4	Zusammenfassung des Fragebogens	28
4.	Diskussion	30
4.1.	Methodendiskussion	30
4.1.1	Probanden	30
4.1.2	Behandlungszeiten	30
4.1.3	Atemschutzmasken	31
4.1.4	Patientensimulator	32
4.1.5	Studienprotokoll	32

4.2	Diskussion der Studienergebnisse	33
4.2.1	Geschichtliche Entwicklung	33
4.2.2	Politische Reaktionen auf die aktuelle Gefahrenlage	33
4.2.3	Einsatzregeln bei CBRN-Schadensereignissen	34
4.3	Unterschiede der Atemschutzmasken	34
4.4	Limitationen der Studie	36
5.	Zusammenfassung	38
6.	Literaturverzeichnis	39
7.	Danksagung	44
8.	Lebenslauf	45

1. Einleitung

Expositionsmöglichkeiten von medizinischem Personal gegenüber giftigen chemischen, biologischen, radiologischen oder nuklearen (CBRN) Substanzen [1] bestehen bei Unfällen, spontanen natürlichen Epidemien sowie kriminellen und terroristischen Aktivitäten. Insbesondere nach den Anschlägen mit dem Nervengas Sarin in Japan und Anthraxsporen in den USA haben fast alle Länder ihre Katastrophenschutzpläne aktualisiert und angepasst.

Im Juni 1994 verübte die japanische Aum-Sekte in Matsumoto einen Giftgasanschlag in der freien Atmosphäre, bei dem sieben Menschen an den Folgen der Sarinintoxikation verstarben [2]. Im darauf folgenden Jahr verübte diese terroristische Organisation einen Giftgasanschlag in den geschlossenen Räumen des U-Bahn-Systems in Tokio. Dabei wurde von fünf Ōmu-Shinrikyō-Mitgliedern (Aum-Sekte) zur morgendlichen Hauptverkehrszeit in fünf verschiedenen Pendlerzügen Sarin freigesetzt. Die austretenden Dämpfe verbreiteten sich in den betroffenen U-Bahnen und circa 15 U-Bahn-Stationen [3,4]. Durch den Anschlag starben insgesamt 12 Menschen und es gab etwa 1000 Verletzte. Hierbei kam es nicht nur zu einer Tötung und Schädigung von Zivilpersonen durch primäre Intoxikation am Anschlagort, sondern auch zu einer Schädigung von medizinischem Personal durch spätere sekundäre Intoxikation [5]. In einem Tokioter Krankenhaus, wo viele der Opfer behandelt wurden, entwickelten dreizehn der fünfzehn Ärzte, die die Sarin-Opfer behandelten, selbst Symptome einer sekundären Nervengasintoxikation [6]. In einem anderen großen Krankenhaus in Tokio mussten 25 Rettungshelfer, die sekundär dem Sarin ausgesetzt waren, aufgrund ihrer Symptome behandelt werden [7]. Die Übertragung einer subletalen Dosis dieses persistierenden Nervengases über die Kleidung der Opfer auf das medizinische Personal [8] führte zu Symptomen, die das uneingeschränkte Arbeiten behinderten oder unmöglich machten. Störungen wie schwerwiegende Miosis mit aufgehobener Akkomodationsmöglichkeit oder Sehbeeinträchtigung durch Tränenfluss beeinträchtigten die Ärzte in der Ausführung ihrer Tätigkeiten [9].

Die Folgen dieser Anschläge zeigen, wie ausgesprochen schlecht vorbereitet und ausgestattet das präklinische und innerklinische Notfallversorgungsprogramm war [10,11]. Bei Unfällen oder Anschlägen mit persistierenden toxischen Substanzen

ist die vorrangige Dekontamination der Opfer die wichtigste Einsatztaktik von Feuerwehr und medizinischen Rettungskräften. Diese Entgiftung hat unbedingt vor der Aufnahme in einer Behandlungseinheit zu erfolgen, um eine Verschleppung des Giftstoffes (Kontaminationsverschleppung) und eine sekundäre Intoxikation von anderen Patienten und medizinischem Personal zu vermeiden.

Der Anschlag von Tokio hat zwei Dinge gezeigt: Viele der verstorbenen Opfer hätten durch Basismaßnahmen der Notfallmedizin wie Intubation und Beatmung überlebt. Ferner können bei einem Massenansturm von Vergifteten die Dekontaminationsmaßnahmen fehlen oder unzureichend [12,13] und prä- und innerklinisches Personal durch sekundäre Intoxikation gefährdet sein.

Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden die Katastrophenschutzpläne sowie die medizinischen Versorgungspläne für Opfer von CBRN Substanzen überarbeitet. Somit soll eine schnellere, sicherere und effektivere Patientenversorgung bei größtmöglichem Schutz des medizinischen Personals gewährleistet werden [14-28].

Das britische Gesundheitsministerium beispielsweise hat im Dezember 2006 veranlasst, dass medizinische Rettungskräfte und bestimmtes Klinikpersonal der Aufnahmestationen mit persönlicher Atemschutzausrüstung ausgestattet werden. Ziel ist es, ein Opfer schnellstmöglich notfallmedizinisch zu versorgen und insbesondere die Atemwege zu sichern, dabei aber die Eigengefährdung des Personals zu minimieren. Dieses Konzept stellt dahingehend eine Neuerung dar, da es erlaubt, ohne vorherige Dekontaminierung den Opfern alle Maßnahmen der erweiterten lebensrettenden Maßnahmen zukommen zu lassen, also mit geringstmöglicher zeitlicher Verzögerung.

Abhängig von den chemischen bzw. biologischen Eigenschaften des Gefahrstoffes bestehen prinzipiell zwei Komponenten des Individualschutzes, die gemeinsam oder einzeln zur Anwendung kommen können: Atemschutz- und Hautschutzmaßnahmen. Die meisten CBRN Substanzen werden über das Respirationssystem aufgenommen, jedoch besteht bei einigen auch die Möglichkeit, über intakte Haut einzudringen. Daher ist zunächst das vornehmliche

Ziel, das Respirationssystem zu schützen [29]. Verschiedenste Systeme stehen hierfür zur Verfügung, wobei das gängigste das filtrierende Atemschutzsystem ist, welches mit einem Filter arbeitet [30]. Die Filter eines solchen Atemschutzsystems werden über ein Drehgewinde an der Atemschutzmaske angebracht und filtern Gase, Aerosole und Dämpfe. Die Schutzwirkung variiert je nach verwendetem Filter. Es stehen verschiedene Filter zur Verfügung, die sich in ihrer Kapazität und damit in der Dauer der Verwendbarkeit sowie in ihren Eigenschaften, verschiedenste Stoffe zu filtern, unterscheiden. Allen Filtern gemein ist die Eigenschaft, dass sie Gase und Dämpfe aus der Umgebungsluft durch Anlagerung an Sorptionsmittel (beispielsweise imprägnierte Aktivkohle) entfernen und Partikel durch einen Mikroglassfaser-Filter filtern. Sie können zwar gefährliche Stoffe aus der Atemluft herausfiltern, aber nicht einem Sauerstoffmangel entgegenwirken [29].

Diese Atemschutzsysteme benötigen eine Maske, die das gesamte Gesicht umschließt. Daraus resultieren ein Verlust des peripheren Gesichtsfeldes und eine Erhöhung des Atemwiderstandes. Diese beiden Aspekte können einen signifikanten Einfluss auf die Handlungsmöglichkeiten des Trägers haben.

Eine Atemschutzmaske mit zwei getrennten Sichtfenstern (bi-okuläre Atemschutzmaske, Abb. 1) hat den Vorteil, dass sie flexibler ist, longitudinal gefaltet werden kann und somit platzsparender verstaubar ist. Diese Art der Schutzmaske wird hauptsächlich vom Militär verwendet, da hier vor allem das Packmaß und die Mobilität von vorrangiger Bedeutung sind.

Zivile Einrichtungen wie beispielsweise die Feuerwehr oder die chemische Industrie verwenden hingegen überwiegend Atemschutzmasken, die mit einem großflächigem Sichtfenster ausgestattet sind (Panoramaschutzmaske, Abb. 2). Durch den fehlenden Steg in der Mitte ist sie allerdings unflexibler und weniger adaptionsfähig. Sie ist nicht faltbar und benötigt dadurch größeren Stauraum.

Ziel dieser Arbeit war, den spezifischen Einfluss von zwei modernen Atemschutzmasken auf das anästhesiologische Notfallmanagement eines CBRN Substanzen kontaminierten Opfers zu simulieren.

Hierbei sollten folgende Fragen untersucht werden:

- Gibt es einen zeitlichen Unterschied in der simulierten Notfallversorgung zwischen dem Tragen einer Atemschutzmaske und ohne Atemschutz?
- Gibt es einen zeitlichen Unterschied zwischen den beiden verschiedenen Atemschutzmasken bei der simulierten Notfallversorgung?
- Bietet eine der Masken einen Vorteil in Bezug auf Tragekomfort, Atemwiderstand und visueller Orientierung?

2. Material und Methoden

2.1 Studienbedingungen

2.1.1 Probanden

Nach Genehmigung der Studie durch die Ethikkommission der Universität zu Lübeck und nach Zustimmung zur Durchführung der Studie am Lübecker Anästhesie- und Reanimationssimulator (LARS) durch den Leiter des LARS PD Dr. med. W. Eichler und den Direktor der Klinik für Anästhesiologie Prof. Dr. med. P. Schmucker wurde mit der Studie begonnen.

Im Zeitraum von Dezember 2006 bis Februar 2007 nahmen 22 Anästhesisten und Anästhesistinnen (im Folgenden geschlechtsübergreifend als Anästhesisten bezeichnet), alle in der Klinik für Anästhesiologie des UKSH – Campus Lübeck beschäftigt, an der Studie teil. Alle Teilnehmer wurden vor Versuchsbeginn schriftlich und mündlich über den Ablauf des Versuches aufgeklärt.

Einschlusskriterien zur Teilnahme an der Studie waren die Zugehörigkeit zum Fachgebiet Anästhesiologie und eine mindestens einjährige Erfahrung im Umgang mit Narkoseeinleitung und -ablauf, Intubation sowie den Richtlinien zur erweiterten Reanimation. Die Teilnahme war freiwillig.

Folgende Ausschlusskriterien wurden festgelegt:

- Asthma bronchiale
- Klaustrophobie
- Höhergradige Fehlsichtigkeit

Bei höhergradiger Fehlsichtigkeit besteht die Möglichkeit, eine individuell angepasste Maskenbrille einzusetzen. Diese speziellen Einsätze werden von den Herstellern von Atemschutzmasken angeboten.

2.1.2 Atemschutzmasken

2.1.2.1 Bi-okuläre Atemschutzmaske M2000

Die bi-okuläre Atemschutzmaske M2000 der Firma Dräger Safety, Lübeck, (Abb. 1) Deutschland ist eine Vollgesichts-Atemschutzmaske, die primär für militärische Zwecke entwickelt wurde. Sie ist in drei verschiedenen Größen erhältlich (S, M, L). Für die Studie kam die Größe M zum Einsatz, die allen Probanden passte. Durch den mittig platzierten Steg ist es möglich, die Maske zu falten und damit einfacher zu verstauen und mit sich zu führen. Die Maske besteht aus einem Halo-Butyl-Gummigemisch, welches hohe Flexibilität bei uneingeschränkter Sicherheit aufweist. Die Maske weist eine Sprechmembran auf, die eine nahezu uneingeschränkte Kommunikation mit klarer Sprachverständigung zulässt.

Zur optimalen Positionierung der Maske bietet sie eine 6-Punkt-Textilbänderung, bei der 4 Schnallen individuell eingestellt werden können. Die textile Halterung am Hinterkopf soll dadurch hohen Tragkomfort bieten und für einen druckfreien und angenehmen Sitz der Maske sorgen.

Eine spezielle Trinkvorrichtung lässt die Zufuhr von Flüssigkeit zu, ohne dass die Maske abgenommen werden muss.

Für Personen mit Fehlsichtigkeit besteht die Möglichkeit, spezielle Brillengläser einzusetzen.

Die Maske ist konzipiert zum persönlichen Schutz vor chemischen und biologischen Kampfstoffen sowie radionuklearen Partikeln und entspricht den Regularien der amerikanischen NIOSH (National Institute For Occupational Safety and Health) und der europäischen EN 136 Klasse 2 Verordnung (*).



Abb. 1: Atemschutzmaske M2000 (mit Atemfilter), Dräger Safety, Lübeck, Deutschland

2.1.2.2 Panorama Atemschutzmaske CDR4500

Auch diese Vollgesichts-Atemschutzmaske stammt von Dräger Safety, Lübeck, Deutschland (Abb. 2). Sie ist primär für den Einsatz bei Feuerwehren zum Schutz in der Brandbekämpfung konzipiert. Im Gegensatz zur M2000 verfügt sie über ein Panoramavisier ohne Steg in der Mitte. Dadurch ist eine uneingeschränkte Sicht möglich.

Genau wie die oben erwähnte M2000-Maske ist das Material ein Halo-Butyl-Gummigemisch. Im Gegensatz zur M2000 weist diese Maske ein großes Polyamid-Panorama-Visier auf. Der Vorteil liegt hier in einer verbesserten Sicht, dafür lässt sich die Maske nicht falten und benötigt mehr Platz zum Verstauen.

(*) DIN EN 136 [31]: Vollmasken, die das komplette Gesicht umschließen und damit vollen Schutz für die Augen bieten. Nach DIN EN 136 werden diese Masken in drei Klassen eingeteilt, abhängig von der mechanischen Festigkeit und der Beständigkeit gegen Einwirkungen von Flammen und Wärmestrahlung:

Klasse 1: Vollmasken für Anwendungsbereiche mit geringer Beanspruchung

Klasse 2: Vollmasken für normale Anwendungsbereiche

Klasse 3: Vollmasken für speziellen Einsatz (DIN EN 136 Teil 10)

Die Positionierung wird hier über 5 Schnallen gewährleistet. Die Riemen sind bei dieser Maske allerdings nicht aus Textil, sondern ebenfalls aus Gummi. Auch bei dieser Maske wird dieselbe Sprachmembran wie bei der M2000 verwendet. Ebenfalls ist es möglich, Fehlsichtigkeit durch das Einsetzen von Brillengläsern auszugleichen.

Auch sie ist konzipiert zum persönlichen Schutz vor chemischen und biologischen Stoffen sowie vor radionuklearen Partikeln.

Die Sicherheitsaspekte dieser Maske entsprechen denen der M2000. Auch sie entspricht den Regularien der amerikanischen NIOSH und der europäischen EN 136 Verordnung, hier der Klasse 3 (*).



Abb. 2: Atemschutzmaske CDR4500 (ohne Atemfilter), Dräger Safety, Lübeck, Deutschland

2.1.3 Patienten-Simulator

Die Studie wurde durchgeführt am ECS Patientensimulator (Emergency Care Simulator®) der Firma METI, Sarasota, USA (Abb. 3).

Dieser Simulator bietet die Möglichkeit, ein Notfallszenario realistisch zu imitieren. Im universitären Alltag wird der Simulator für den Studentenunterricht und zur Ausbildung von Assistenzärzten und Pflegepersonal genutzt.

Der Lübecker Anästhesie- und Reanimationssimulator (LARS) ist ein elektronisch und pneumatisch betriebener Simulator in Lebensgröße, mit dem sich vielfältige

Simulationen realistisch darstellen lassen. In Tabelle 1 sind einige der Funktionen des LARS vorgestellt.

<p>Atemwegsfunktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realistischer Intubationskopf mit flexibler Zunge, Kehlkopfknorpel, Epiglottis, epiglottischer Falte, Stimmbändern, Trachea und Ösophagus (*) • Simulierte Lungen für Spontanatmung und realistische Thoraxbewegung (*) • Möglichkeit der konventionellen Maskenbeatmung mit Beatmungsbeutel (*) • Expiratorischer CO₂-Flow zur Überprüfung der korrekten Tubuslage in der Trachea (*) • Zugang für transtracheale Jet-Ventilation, Nadel- oder chirurgische Koniotomie zur Trachea, für Atemwegszugang • Möglichkeit der Intubation mit folgenden Atemwegstechniken: endotrachealer Tubus (*), Combitubus, Larynxmaske, Fiberoptik, nasopharyngealer Tubus, retrograde Intubation sowie Intubation durch Transilluminationstechnik • Zeichen der Spontanatmung • Thoraxexkursion (unabhängige Bewegungen links und rechts) (*) • Luftstrom und Atemgeräusche bei Ausatmung • CO₂ -Ausatmung • Physiologisch sinnvolle, variable oder definierbare Atemfrequenz
<p>Kreislauffunktionen und i.v.-Arm</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Punktion der peripheren Venen des Handrückens, des Unterarms und der Ellenbeuge • Rückfluss von Blut bei Punktion • i.v.-Applikation von Medikamenten oder Infusionen (*)

	<ul style="list-style-type: none"> • Areale für subkutane oder intramuskuläre Medikamentengabe
Notfallmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Beatmung, maschinell oder mit Beatmungsbeutel (*) • Thoraxkompressionen (*) • Manschettendruckabhängige Pulsation der Arteria brachialis
Kardiale Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiche EKG-Rhythmen-Datenbank • Verwendung von Defibrillatoren kann simuliert werden (*) • Kardiales Monitoring (z.B.: Blutdruck, Herzauswurfleistung) (*) • 5-Kanal-EKG-Monitoring (*) • Pulsoxymetrie (*) • Möglichkeit der Konnektion von externen Herzschrittmachern, mit variabler Ansprechschwelle • Die Schrittmacherimpulse verändern realistisch den Blutdruck und die Herzfrequenz. • Das EKG und die Herzfrequenz können auf einem separaten Monitor angezeigt werden

Tabelle 1: Übersicht der Funktionen des LARS

Mit (*) markierte Abschnitte sind Funktionen, die im Rahmen der Studie verwendet wurden.

Im Rahmen dieser Studie wurden die Funktionen verwendet, die zu den erweiterten lebensrettenden Maßnahmen (ALS) zählen. Hierzu gehören die Anlage von EKG-Elektroden, einer Blutdruckmanschette und der Pulsoxymetrie zur Überwachung des Kreislaufs. Des Weiteren wurden verwendet: die Maske-Beutel-Beatmung, die endotracheale Intubation sowie die maschinelle Beatmung zur Therapie der Ateminsuffizienz. Im Rahmen der Notfallversorgung wurde der i.v.-Arm zur Applikation von Medikamenten genutzt. Abschließend wurden in

Rahmen der Studie noch die Defibrillation und die manuelle Thoraxkompression verwendet.

Die Simulationspuppe befand sich auf einer Trage. Es wurde das akute Eintreffen eines Patienten in den Schockraum nach Kontamination mit einer chemischen, biologischen oder radionuklearen (CBRN) Substanz imitiert.



Abb. 3: Ausbildung von Medizinstudenten am Lübecker Anästhesie- und Reanimationssimulator (LARS)

2.2 Studienprotokoll

Das Notfall-Szenario wurde durchgeführt am Lübecker Anästhesie- und Reanimationssimulator (LARS). Es besteht eine räumliche Unterteilung in einen Behandlungsraum, einen Kontrollraum und einen Besprechungsraum. Der Behandlungsraum weist eine vergleichbare Ausstattung auf wie der Schockraum des UKSH – Campus Lübeck. Neben dem Patientensimulator, der auf einer Trage

platziert ist, befindet sich dort ein Anästhesie-Arbeitsplatz (Sulla 808V®, Dräger, Lübeck) sowie ein Notfallwagen mit der Standardausstattung des Schockraums (Notfallmedikamente, endotracheale Tuben, Laryngoskop mit verschiedenen Spateln, Spritzen, Material zum Legen eines intravenösen Zugangs). Zur externen elektrischen Kardioversion und Defibrillation steht ein Lifepak® 5 (Medtronic, Düsseldorf) zur Verfügung.

Der Ablauf wurde über die Videoanlage des Kontrollraums aufgezeichnet, so dass später die Zeiten der einzelnen Abschnitte ausgewertet werden konnten.

Der diagnostische Algorithmus sowie das Studienprotokoll wurden nach den Richtlinien der European Resuscitation Council (ERC) für die erweiterte Wiederbelebung (ALS – advanced life support) ausgewählt. Der Algorithmus wurde jeweils zu zweit (ein Anästhesist und ein Assistent) durchgeführt. Beide Personen wurden zunächst in die Handhabung der verschiedenen Atemschutzmasken eingewiesen und der Ablauf erklärt. Nach dem Aufsetzen der Atemschutzmaske wurden die beiden Probanden zum Simulator gebracht. Der Gesamtablauf des Szenarios wurde in fünf Abschnitte unterteilt.

Nach Diagnosestellung der „Nichtansprechbarkeit“ und Apnoe begann der erste Teil des Szenarios. Das Atemwegsmanagement wurde vom Anästhesisten mithilfe der Beutelbeatmung unter Verwendung von 100% Sauerstoff durchgeführt. Währenddessen war es die Aufgabe des Assistenten, Pulsoxymetrie, EKG (Abb. 4) und nichtinvasive Blutdruckmessung anzulegen. Als Endzeit wurde die erfolgreiche Anlage der Blutdruckmanschette gewertet.

Der zweite Teil beinhaltete den Anschluss einer Infusionslösung an den intravenösen Zugang sowie die Injektion von Atropin, Fentanyl, Thiopental und Succinylcholin durch den Assistenten, siehe Abb. 5.

Der dritte Abschnitt umfasste die endotracheale Intubation durch den Anästhesisten. Die erfolgreiche Intubation - Erfolgskontrolle war das Heben und Senken des Brustkorbs sowie die Messung des endtidalen CO₂ - stellte den Endpunkt dieses Teils dar (siehe Abb. 6).

Die Diagnose von Kammerflimmern und die damit notwendige Defibrillation mit 360 J (monophasisch) war der vierte Teil des Ablaufs. Die Zeit bis zur Defibrillation wurde aufgezeichnet (siehe Abb. 7).



Abb. 4: Anbringen des EKG



Abb. 5: Maskenbeatmung und Injektion der
Medikamente



Abb. 6: Endotracheale Intubation



Abb. 7: Defibrillation

Der letzte Abschnitt umfasste dann die manuelle Herz-Druck-Massage über einen Zeitraum von 60 Sekunden.

Zur Übersicht sind die einzelnen Abschnitte in Tabelle 2 zusammengefasst.

	Aufgabe Anästhesist	Aufgabe Assistent
Abschnitt 1	<ul style="list-style-type: none"> • Atemwegsmanagement • Einbringen Guedeltubus • Manuelle Beatmung mit dem Masken-Beutel-System 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation von Pulsoxymetrie, nichtinvasiver Blutdruckmessung und EKG
Abschnitt 2	<ul style="list-style-type: none"> • Beatmung mit dem Masken-Beutel-System 	<ul style="list-style-type: none"> • Infusion anschließen • Injektion der Medikamente
Abschnitt 3	<ul style="list-style-type: none"> • Endotracheale Intubation 	<ul style="list-style-type: none"> • Hilfe bei endotrachealer Intubation
Abschnitt 4	<ul style="list-style-type: none"> • Defibrillation 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Defibrillators
Abschnitt 5	<ul style="list-style-type: none"> • Herz-Druck-Massage 	<ul style="list-style-type: none"> • Herz-Druck-Massage

Tabelle 2: Ablauf des Szenarios

Die Zeit bis zur Beendigung der einzelnen Abschnitte wurde jeweils registriert und später ausgewertet.

Dieses Szenario wurde mit beiden Masken sowie zur Kontrolle ohne Maske durchlaufen. Die Reihenfolge wurde randomisiert, um den Bias zu eliminieren. Mittels zufallsgenerierter Zahlen wurde jeweils die Reihenfolge, ob und welcher Atemschutz zu tragen ist, festgelegt. Direkt vor Versuchsbeginn wurde die Reihenfolge bekannt gegeben.

Direkt im Anschluss an den Versuch bekamen die Probanden im Besprechungsraum getrennt voneinander den Fragebogen (Abb. 8) ausgehändigt und gaben ihre Beurteilungen der beiden verschiedenen Atemschutzmasken ab. Analysiert wurden folgende drei Qualitäten: visuelle Orientierung, Tragekomfort und Atemwiderstand.

Fragebogen „Simulatorstudie“		
Name: _____		
Alter: _____ Jahre in der Anästhesie / Intubationserfahrung: _____		
Benutzerkomfort		
Visuelle Orientierung	„Panoramamaske“	„Bi-okuläre Maske“
Gut		
Mittel		
Schlecht		
Tragekomfort / Passform	„Panoramamaske“	„Bi-okuläre Maske“
Gut		
Mittel		
Schlecht		
Atemwiderstand	„Panoramamaske“	„Bi-okuläre Maske“
Gut		
Mittel		
Schlecht		
Kommentar, Anmerkungen:		

Abb. 8: Fragebogen

2.3 Statistik

Alle Ergebnisse sind als Mittelwerte \pm Standardabweichung dargestellt. Die Normalverteilung der Zeiten der einzelnen Abschnitte wurde überprüft mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests. Der Vergleich der einzelnen Zeiten zwischen den Gruppen wurde analysiert durch einen einfachen ANOVA-Test. Als signifikant wurde ein p-Wert $<0,05$ definiert. Die Kalkulation der Effektgröße durch eine mögliche Verzögerung der Behandlung erfolgte gemäß Hartmann [32].

Die statistischen Berechnungen wurden mittels SPSS® (statistical package for social sciences, SPSS software products, Chicago, USA) durchgeführt. Die Diagramme wurden mit Sigmaplot® (Jandel GmbH, Erkrath, Deutschland) und Microsoft Excel® (Microsoft Inc., USA) erstellt.

3. Ergebnisse

3.1 Probanden

Insgesamt nahmen 22 Anästhesisten an der Studie teil. Von diesen 22 Probanden waren 6 Frauen und 16 Männer. Im Durchschnitt waren sie 35,5 ($\pm 5,5$) Jahre alt und wiesen eine Anästhesieerfahrung von 7,4 ($\pm 5,3$) Jahren auf. Die Anzahl der Fachärzte in der Gesamtgruppe betrug 9, die der Nicht-Fachärzte entsprechend 13. Zur Übersicht siehe Tabelle 3.

Kein Teilnehmer musste das Szenario aus irgendeinem Grund vorzeitig beenden. Es kam zu keinem Zeitpunkt bei einem der Teilnehmer zu Zeichen von Erschöpfung, Angst, Atemschwierigkeiten oder generellem Unwohlsein.

Keiner der Studienteilnehmer hatte zuvor Erfahrungen mit Atemschutzmasken und deren Umgang gehabt.

Gesamtzahl Probanden	22
Frauen / Männer	6 / 16
Nicht-Fachärzte / Fachärzte	13 / 9
Durchschnittliches Alter (Jahre)	35,5 ($\pm 5,5$)
Erfahrung in der Anästhesie (Jahre)	7,4 ($\pm 5,3$)

Tabelle 3: Übersicht der Studienteilnehmer
(Zahlen der Zeilen 1-3 als Gesamtanzahl, Zeilen 4-5 Mittelwert \pm Standardabweichung)

3.2 Behandlungszeiten

Die Gesamtzeit des Szenarios betrug $121 \pm 7,8$ Sekunden in der Kontrollgruppe. In der Gruppe der Panoramamaske wurde eine durchschnittliche Zeit von $126 \pm 6,7$ Sekunden und in der Gruppe der bi-okulären Maske schließlich 128 ± 8 Sekunden festgestellt (Mittelwert \pm Standardabweichung). Die einzelnen Zeiten der verschiedenen Abschnitte sind in Tabelle 4 und Abbildung 9 abgebildet.

	Kontrolle (Sek \pm SD)	Panoramamaske CDR4500 (Sek \pm SD)	Bi-okuläre Maske M2000 (Sek \pm SD)	p
Monitoring und Beutelbeatmung	40,5 \pm 6,0	41,6 \pm 4,2	42,9 \pm 3,6	0,414
Medikamenten- Gabe	17,9 \pm 2,5	18,4 \pm 3,4	20,9 \pm 4,2	0,816
Intubation	42,9 \pm 3,3	44,2 \pm 4,3	44,9 \pm 4,6	0,553
Defibrillation	19,9 \pm 2,3	21,7 \pm 3,4	20,4 \pm 4,3	0,383
Gesamt	121,1 \pm 7,8	126,4 \pm 6,7	128,3 \pm 8,0	

Tabelle 4: Einzelzeiten der einzelnen Abschnitte
Angabe in Sekunden \pm Standardabweichung (Sek \pm SD)
p < 0,05 wurde als signifikant gewertet

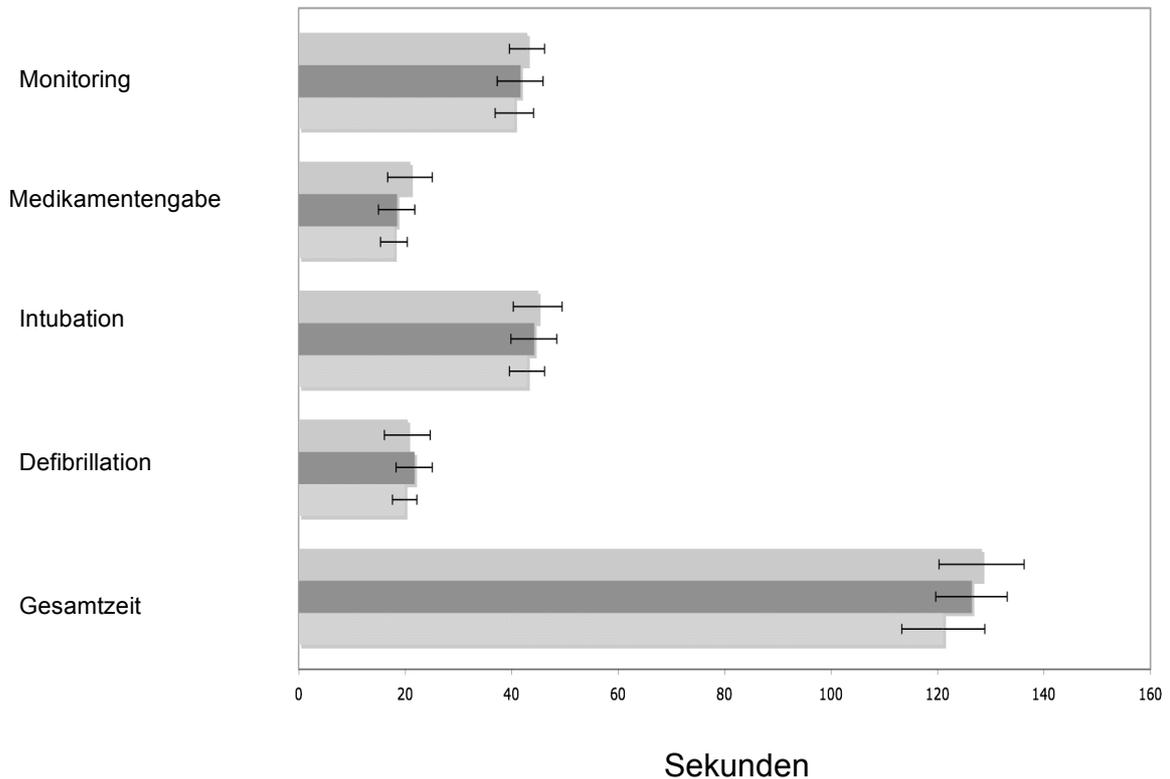


Abb. 9: Behandlungszeiten der einzelnen Abschnitte. Mittelwert in Sekunden \pm Standardabweichung.

Jeweils oberer hellgrauer Balken: bi-okuläre Maske M2000

Jeweils mittlerer dunkelgrauer Balken: Panoramamaske CDR4500

Jeweils unterer gepunkteter Balken: Kontrollgruppe

Das initiale Atemwegsmanagement wie auch das Anlegen des Monitorings (EKG, Pulsoxymetrie und nichtinvasive Blutdruckmessung) wurde in beiden Gruppen sowie in der Kontrollgruppe in derselben Zeit erreicht. Die Dauer dieses Abschnittes betrug 41 bis 43 Sekunden. Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen stellten sich nicht heraus.

Die Injektion der Medikamente zur endotrachealen Intubation zeigte mit 18 bis 21 Sekunden ebenfalls keine zeitlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen.

Der dritte Abschnitt war die zeitintensivste Aufgabe. Es dauerte durchschnittlich 43 bis 45 Sekunden bis zur erfolgreichen endotrachealen Intubation. Dabei ist zu erwähnen, dass es keinerlei Fehlversuche oder Fehlintubationen gab. Auch in

diesem Abschnitt konnte kein signifikanter zeitlicher Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt werden.

Der vierte Abschnitt ließ sich am schnellsten bewältigen. Die Vorbereitung der Defibrillation und das erstmalige Auslösen des Defibrillators dauerten 20 bis 22 Sekunden. Auch hier ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen feststellen.

Die Kalkulation der Effektgrößen nach Hartmann [32] ist in Abbildung 10 wiedergegeben. Daraus ersichtlich ist ein schwacher Effekt in der Gruppe, die die bi-okuläre Maske trug. Die zeitliche Verzögerung ist hier länger, jedoch zeigt sich kein signifikanter Unterschied.

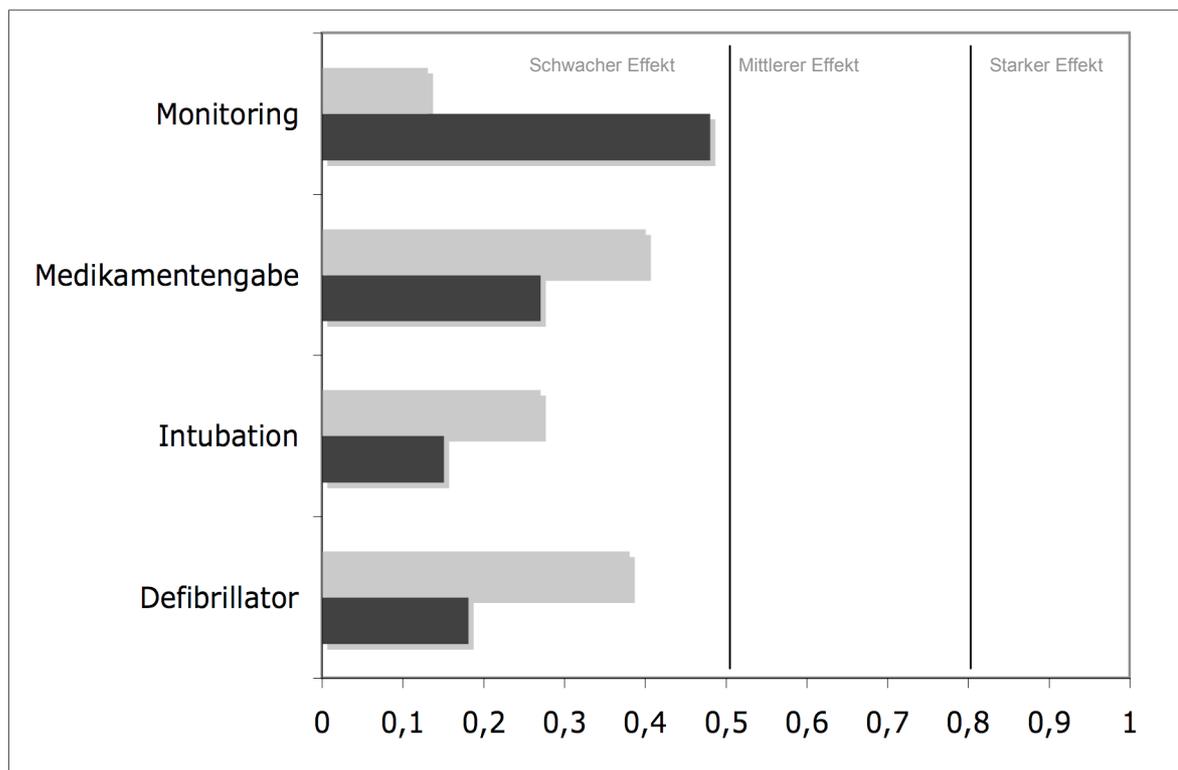


Abb. 10: Kalkulation der Effektgrößen nach Hartmann [32]; graue Balken: Panoramamaske CDR4500, schwarze Balken: bi-okuläre Maske M2000

3.3 Fragebogen

In Abbildung 11 sind die Ergebnisse des Fragebogens zusammengefasst.

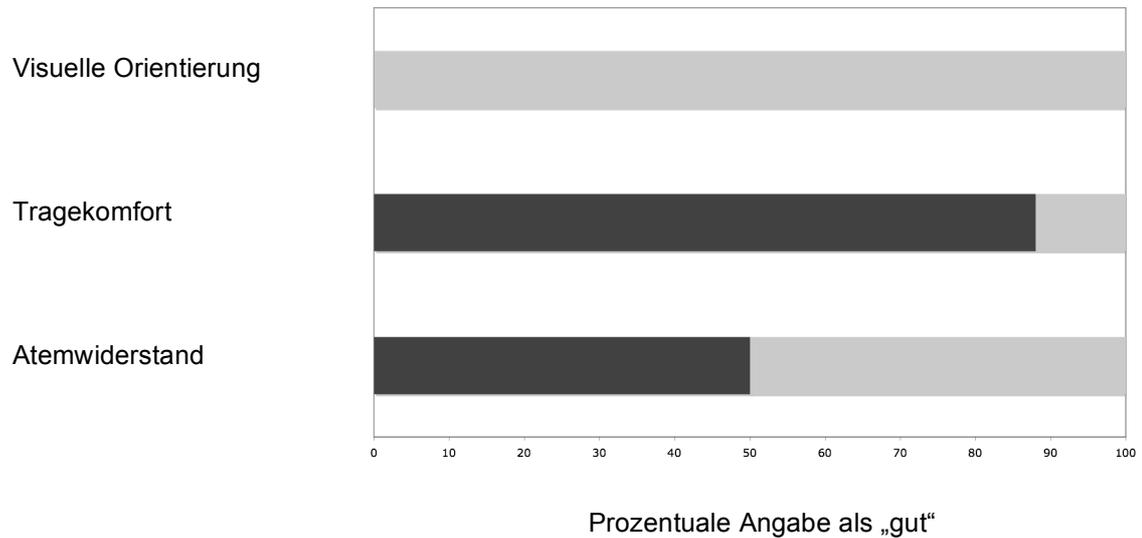


Abb. 11: Atemschutzmasken-Qualitäten; n=22, grauer Balken: Panoramaskenschutzmaske, schwarzer Balken: bi-okuläre Atemschutzmaske

3.3.1 Visuelle Orientierung

Alle teilnehmenden Anästhesisten gaben an, dass die räumliche Orientierung mit der Panoramamaske CDR4500 besser ist als mit der bi-okulären Maske M2000. Der mittige breite Steg bei der bi-okulären Maske M2000 wurde als störend empfunden. Häufiges Wenden des Kopfes zur räumlichen Orientierung war notwendig, um die einzelnen Abschnitte durchführen zu können. In der Auswertung des Videomaterials zeigte sich mehrfach, dass Probanden als Zeichen einer erschwerten Orientierung im Raum zunächst an Gegenständen vorbei griffen. Es erschien vor allem schwieriger, filigrane Arbeiten wie das Aufsetzen der Spritzen zu bewerkstelligen. Bei der Panoramamaske CDR4500 konnten keine dieser Beobachtungen gemacht werden. Es erschien einfacher, sich räumlich zu orientieren. Ein Wenden des Kopfes war nicht zu beobachten.

100 % der Probanden gaben an, dass sie sich mit der Panoramamaske CDR4500 deutlich besser orientieren konnten.

3.3.2 Tragekomfort

Wie Abbildung 11 zeigt, gaben 88 % der Probanden an, dass der Tragekomfort der bi-okulären Maske M2000 höher ist.

Die Tatsache, dass die Maske durch den Steg in der Mitte eine erhöhte Flexibilität aufweist, scheint den Tragekomfort zu erhöhen. Die sechs textilen Befestigungen in Kombination mit einer stufenlosen Kunststoffschnalle vereinfachten das Einstellen eines optimalen Sitzes. Vor allem die Frauen der Gruppe schienen deutlich davon zu profitieren, da durch die textile Halterung das Verstauen der langen Haare einfacher war.

Bei der CDR4500 schien die etwas rigidere Fünf-Punkt Bänderung aus Gummi ein schnelles und komfortables Aufsetzen zu behindern. Der optimale Sitz war schwieriger einzustellen, da die Befestigungen über Metallschnallen nicht stufenlos regelbar sind. So beklagten einzelne Versuchsteilnehmer einen etwas unbequemen Sitz der Maske. Das Gewicht der Maske schien nicht so gleichmäßig auf den Kopf übertragen zu werden wie bei der bi-okulären Maske M2000.

3.3.3 Atemwiderstand

Der Atemwiderstand wurde bei beiden Maskentypen identisch bewertet. Beide Maskentypen wurden von 50 % der Teilnehmer für gut befunden. Alle Teilnehmer gaben an, dass der Atemwiderstand erhöht sei, was während des kurzen Versuchsablaufes unerheblich zu sein schien.

3.3.4 Zusammenfassung des Fragebogens

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass beide Atemschutzmasken gut toleriert wurden. Auf der einen Seite bietet die Panoramamaske CDR4500 eine deutlich bessere visuelle Orientierung. Auf der anderen Seite ist der Tragekomfort der bi-okulären Maske M2000 höher und das Anlegen der Maske einfacher und schneller.

Auch wenn die Zeit für das Anlegen der Maske nicht in die Auswertung einfluss, machte sie doch einen wesentlichen Unterschied aus. Bei der bi-okulären Maske M2000 war Hilfe beim Anlegen weit weniger häufig notwendig als bei der Panoramamaske CDR4500.

4. Diskussion

4.1 Methodendiskussion

4.1.1 Probanden

Bei der Versorgung von akut vital bedrohten Patienten nach Intoxikation mit CBRN Substanzen kommt dem Anästhesisten eine primäre Bedeutung zu [21-23]. Eine sofortige Atemwegssicherung mit anschließender künstlicher Beatmung und eine Stabilisierung des kardiozirkulatorischen Systems bilden die Grundlage jeder Akutversorgung. Somit gehören Anästhesisten zu der Gruppe von Ärzten, welche primären Kontakt zu CBRN Intoxikierten haben würden. Dabei bestünde das Risiko, Opfer einer Kontaminationsverschleppung zu werden.

Die Gruppe der rekrutierten Anästhesisten der Klinik für Anästhesiologie des UKSH – Campus Lübeck nimmt aktiv an der Akutversorgung von Patienten im Schockraum teil. Im Falle eines CBRN Schadensereignisses würde ihnen die Rolle der Erstversorger zufallen. Aus diesem Grunde haben wir uns in dieser Studie für Ärzte dieses Fachgebietes entschieden.

Als positiven Nebeneffekt erwarben die Teilnehmer der Untersuchung spezielle Kenntnisse und Erfahrungen bezüglich der Reanimation unter Atemschutzbedingungen. Besonders hervorzuheben gilt es, dass keiner der Teilnehmer die Studie abbrechen musste. Es schien unter den gegebenen Versuchsbedingungen keine außerordentlichen Anstrengungen für die Teilnehmer entstanden zu sein.

4.1.2 Behandlungszeiten

Ausgehend vom strikten Studiendesign und den festen Messpunkten der einzelnen Abschnitte wurden alle Zeiten ausgewertet. Handzeichen des Beobachters zeigten unmissverständlich den jeweiligen Endpunkt der Abschnitte an und ließen so eine sichere Messung zu. Am Ende der Studie wurde das

Videomaterial ausgewertet und die Zeiten ausgemessen. Damit wurden vergleichbare und objektivierbare Daten erhoben.

4.1.3 Atemschutzmasken

Atemschutzmasken werden für industrielle, gewerbehygienische und feuerwehrtechnische Zwecke sowie für den militärischen Gasschutz hergestellt. Ihre Entwicklung und ihre industrielle Massenfertigung wurden insbesondere durch die chemische Kriegsführung im ersten Weltkrieg initiiert [33].

Die Liniengasmaske der Firma Dräger, welche im Jahre 1915 in Massenproduktion ging, besaß ein Sichtfeld von 24% [34]. Durch stetige Konstruktionsverbesserungen der Firmen Dräger und Auer konnte das Sichtfeld der Gasschutzmasken bereits 1937 bei der Heeresmaske 37 auf 70% angehoben werden [34]. Diese optische Eigenschaft der Gasschutzmasken wurde daraufhin erstmals in einer deutschen Industrienorm festgeschrieben.

Die heute gültige Europäische Norm DIN EN 136 [31] für Atemschutzmasken fordert ein Mindestsichtfeld von 70% für das einzelne Auge und 80% für das überlappende Sichtfeld. Im Bereich der Feuerwehren und des Industrie Atemschutzes ist die Dräger Panorama Vollgesichtsmaske am stärksten vertreten. Bei ihrer Entwicklung stand insbesondere ein großes Gesichtsfeld im Vordergrund. Aus diesem Grund wählten wir diese Maske für die Studie aus. Im Bereich des bundesdeutschen, militärischen Atemschutzes haben die Firmen Dräger und MSA Auer ein gemeinsames Monopol mit der aktuellen Maske M2000. Diese Maske wurde insbesondere für sehr lange Tragzeiten von bis zu 24 Stunden entwickelt und löst aktuell bei Heer, Luftwaffe und Marine das alte Modell der Maske M65 ab. Wir wählten diese Maske aus, da sie weltweit die modernste bi-okuläre Atemschutzmaske ist.

Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen die konstruktionsbedingten Einsatzstärken der beiden Maskentypen. Die Vollgesichtmaske wurde von den Studienteilnehmern in Bezug auf die bessere visuelle Orientierung während der

anästhesiologischen Notfallversorgung bevorzugt. Die militärische Maske war hingegen in Bezug auf den Tragekomfort durch die bessere Passform überlegen. Keine der beiden Masken führte im Vergleich zu der Kontrollgruppe zu einer Verzögerung der Notfallbehandlung. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den Erkenntnissen anderer Untersuchungen, welche eine Verzögerung der medizinischen Notfallbehandlung dokumentierten [35-38]. Eine mögliche Erklärung der unterschiedlichen Ergebnisse der israelischen Arbeitsgruppen liegt in der Verwendung der Dräger M15 Maske, welche eine deutliche Einschränkung im Bereich des medianen Sichtfeldes aufweist. Dieses Modell wurde von Dräger vor 40 Jahren konstruiert, ist aber noch immer das Standardmodell bei den israelischen Streitkräften.

4.1.4 Patientensimulator

Die Schulung von klinischen Tätigkeiten und manuellen Fertigkeiten hat durch die Einführung von interaktiven Patientensimulatoren in den letzten Jahren eine deutliche Qualitätsverbesserung erhalten. Bestimmte kritische Situationen treten sehr selten auf, so dass ein hinreichendes Training nur durch medizinische Simulation zu erreichen ist. Patientensimulatoren dienen jedoch nicht nur zur medizinischen Ausbildung, sondern werden auch regelmäßig zum Studium von Kommunikationsabläufen oder der standardisierten Untersuchung von manuellen Fertigkeiten eingesetzt. So lassen sich reproduzierbare und identische Szenarien erzeugen, welche nachfolgend standardisiert analysiert werden können. Die Schulung und Untersuchung von Behandlungsalgorithmen bei CBRN intoxizierten Patienten gehört heute nach Berkenstadt und Subbarao zu den etablierten Simulationsszenarien [39-41].

4.1.5 Studienprotokoll

Die Auswahl des Studienprotokolls wurde nach den europäischen Richtlinien der erweiterten Wiederbelebnungsmaßnahmen ausgewählt. Bewusst wurde auf die Auswahl eines bestimmten Vergiftungsszenarios verzichtet, welches den Einsatz

eines spezifischen Antidots oder ähnliches nach sich gezogen hätte. Fast alle lebensbedrohlichen CBRN Intoxikationen enden im respiratorischen oder Herzkreislaufversagen; somit konzentrierten wir uns mit dem Studienprotokoll auf diese gemeinsame klinische Endstrecke: die erweiterte kardiopulmonale Reanimation nach den aktuellen Richtlinien.

4.2 Diskussion der Studienergebnisse

4.2.1 Geschichtliche Entwicklung

Der Schutz präklinischen und innerklinischen Personals vor CBRN Substanzen passte sich bei historischer Betrachtung jeweils den aktuellen Gefahrenlagen an. Mit Beginn der modernen chemischen Kriegsführung im Jahre 1915 wurden die sanitätsdienstlichen Rettungstrupps mit Sauerstoffschutzgeräten ausgerüstet. Die umluftunabhängigen, jedoch schweren Apparate wurden vor dem Krieg für bergmännische Zwecke von der Firma Dräger entwickelt. Sehr bald wurden sie auch im Sanitätsdienst durch neu entwickelte und kostengünstigere Filtergeräte ergänzt. Als bald wurde die Verfügbarkeit von Atemschutz für den zivilen Rettungsdienst hygienischer Standard. Epidemien sowie Industrieunfälle haben in den vergangenen Jahrzehnten wiederholt die Notwendigkeit von Atemschutz für präklinisches medizinisches Personal aufgezeigt.

4.2.2 Politische Reaktionen auf die aktuelle Gefahrenlage

Nach den Anschlägen in Japan 1994/1995 und den vereitelten Vorbereitungen von Giftgasanschlägen in London 2003 hat eine Ausweitung der Verfügbarkeit von Atemschutz für medizinisches Personal große Bedeutung erlangt. Die internationale aktuelle Experteneinschätzung hat zu einer Intensivierung der entsprechenden Katastrophenschutzvorbereitungen geführt. Hervorzuheben ist die Initiative des britischen Gesundheitsministeriums, welche ab Dezember 2006 eine offizielle Abkehr von der bisherigen Einsatztaktik „Dekontamination vor Reanimation“, ausgesprochen hat [42].

In der Folge wurden die entsprechenden öffentlichen Mittel für die Erprobung und die Beschaffung persönlicher Schutzausrüstungen für Angehörige des Londoner Rettungsdienstes und der Londoner Aufnahmekrankenhäuser bereitgestellt. Auf EU-Ebene wurden in letzter Zeit insbesondere mit deutscher Unterstützung das „CBRN Programm“ zum besseren Schutz der Bevölkerung auf den Weg gebracht. Es dient nicht nur der Prävention, sondern auch der Begrenzung der Folgen chemischer, biologischer, radiologischer oder nuklearer terroristischer Bedrohungen und trat im Dezember 2002 in Kraft [43].

4.2.3 Einsatzregeln bei CBRN Schadensereignissen

Priorität bei der Bewältigung der Gesamteinsatzlage hat die Identifikation der freigesetzten Substanzen. Aus dieser Analyse ergeben sich die Notwendigkeiten von Isolations- oder Dekontaminationsmaßnahmen. Üblicherweise wird der Ort der primären Freisetzung (heiße Zone) abgeriegelt und ein Patiententransfer in Behandlungseinheiten der sicheren Zone (kalte Zone) erst nach Dekontamination zugelassen. Handelt es sich um hochtoxische und schnellwirksame Substanzen, ist eine medizinische Erstversorgung unmittelbar vor Ort notwendig. Sind die entsprechenden Substanzen flüchtig wie beispielsweise Kohlemonoxid, Phosgen oder Zyanwasserstoff, ist die Gefahr einer sekundären Intoxikation des behandelnden medizinischen Personals gering. Bei hochtoxischen, persistierenden Substanzen wie beispielsweise Senfgas oder Nervengasen (z.B. Tabun, Sarin oder VX) sollte eine lebensrettende Akutversorgung entweder mit persönlicher Schutzausrüstung erfolgen oder der Patient erst vollständig dekontaminiert werden.

Diese Einsatzregeln wurden bei den Anschlägen von Matsumoto und Tokio nicht ausreichend berücksichtigt, so dass zum einen eine Vielzahl von behandelnden Ärzten und Rettungssanitätern eine sekundäre, subletale Sarinintoxikation erlitten [5,6]. Zum anderen unterblieben durch fehlende Schutzausrüstung des Rettungsdienstpersonals lebensrettende Sofortmaßnahmen an den Freisetzungstellen.

4.3 Unterschiede der Atemschutzmasken

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Verwendung von modernen Atemschutzmasken alleine keinen Einfluss auf die Notfallversorgung eines einzelnen, simulierten CBRN Opfers hat. Bislang existierten keine Studien, die den Einfluss von Atemschutzmasken auf die Handlungsabläufe von Anästhesisten untersucht haben. Vorangegangene Studien untersuchten den Einfluss von CBRN-Schutzhandschuhen [44,45] auf die manuellen Fertigkeiten von Anästhesisten bzw. den Einfluss der Hitzeeinwirkung durch das Tragen eines CBRN Schutzanzuges [46].

Die Einschränkung des Gesichtsfeldes ist ein Problem bei älteren bi-okulären Masken [47,48]. Mit der Entwicklung von Panorama-Visier-Atemschutzmasken engt der nasale Steg das Blickfeld nicht mehr ein [49]. Trotzdem tritt selbst bei den modernsten Panoramamasken eine durchschnittliche Einengung von 28° des peripheren Blickfeldes im unteren Abschnitt auf, bedingt durch Maskenrahmen, Steuerventile und Filteranschluss [50].

Die Folgen dieser Gesichtsfeldeinengung sind für den anästhesiologischen Kontext bislang nicht untersucht worden. Die letzten Studien, die den Einfluss von Atemschutzmasken auf medizinisches Personal der Erstrettung untersuchten, sind von der Gruppe von Flaishon [35,36] und Vardi [37] durchgeführt worden. Beide verwendeten für ihre Studien die militärische M15 Atemschutzmaske. Diese bi-okuläre Maske wurde von der Firma Dräger vor 40 Jahren entwickelt, ist aber immer noch die Standardatemschutzmaske der Israelischen Streitkräfte.

Diese Studie ist die erste, die den spezifischen Einfluss einer modernen Panoramasmuschelmaske und einer modernen bi-okulären Atemschutzmaske auf das anästhesiologische Notfallmanagement untersucht. Es zeigt sich, dass das Tragen der beiden untersuchten Masken keine signifikante zeitliche Verzögerung des Versorgungsablaufes zur Folge hat. Lediglich die Analyse der Effektgröße zeigt einen schwachen Effekt bei Verwendung der bi-okulären Atemschutzmaske M2000. Diese Beobachtung könnte durch das eingeschränkte Gesichtsfeld im nasalen Abschnitt begründet sein, was durch die Auswertung des Fragebogens bestätigt wurde. Die Befragung ergab, dass alle Anästhesisten die

Panoramaschutzmaske aufgrund der besseren visuellen Orientierung bevorzugten.

In Bezug auf den Tragekomfort ergab die Befragung, dass die Mehrzahl die bi-okuläre Maske M2000 als überlegen beurteilten. Der Maskenkörper ist flexibler und passt sich so besser der Gesichtsstruktur an. Die CDR4500 Maske hingegen wurde als starrer und damit unangenehmer bewertet. Wahrscheinlich ist dies bedingt durch das große Panoramavisier aus festem Polycarbonat und die unflexibleren Gurte zur Befestigung.

Wir stimmen mit der Arbeit von King und Frelin überein, dass die Einengung des Gesichtsfeldes eine entscheidende physiologische und psychologische Einflussgröße bei der Ausführung von medizinischen Aufgaben am Patienten ist [51].

Andere Gruppen bevorzugen die Verwendung von supraglottischen Atemhilfen wie z.B. die Larynxmaske zur Sicherung der Atemwege bei der Behandlung eines CBRN Opfers, vor allem unter dem Gesichtspunkt, dass zur Versorgung Atemschutz und Schutzhandschuhe getragen werden müssen. Unter der Vorstellung, dass unter Verwendung einer bi-okulären Maske mit eingeschränktem Blickfeld eine endotracheale Intubation als zu schwierig und zu unsicher erachtet wird, wird hier die Verwendung von Larynxmasken als vorteilhaft herausgestellt [35,38].

Bei der Planung dieser Studie wurde bewusst die endotracheale Intubation ausgewählt, da sie den besten Aspirationsschutz garantiert. In unserem Studienmodell zeigt sich jedoch, dass die Verwendung moderner Atemschutzmasken keinen Einfluss auf die erfolgreiche endotracheale Intubation hat. Es gab keine einzige Fehlintubation während der Studie.

4.4 Limitationen der Studie

Diese Studie hat verschiedene limitierende Faktoren. Sie ist so konzipiert, dass die Behandlung eines einzelnen Patienten simuliert wird, der einer persistierenden, hochtoxischen Substanz ausgesetzt war und nun akut der Notfallversorgung zugeführt wird. Da die Studie unter sicheren und kontrollierten

Bedingungen durchgeführt wurde, waren die Probanden keinem weiteren Stress ausgesetzt. Bestünde tatsächlich die Gefahr einer sekundären Intoxikation, wären die Probanden um ihre eigene Gesundheit sehr besorgt gewesen und hätten möglicherweise langsamer agiert.

Nach Inhalation von bestimmten toxischen Substanzen ist im Realfall davon auszugehen, dass die Patienten Ödeme der oberen und unteren Luftwege entwickeln und dass Erbrechen sowie eine massive Speichelsekretion das Management des Luftweges komplizieren würde [25,26]. Diese Komplikationen können dann eine endotracheale Intubation massiv erschweren oder unmöglich machen. Diese Besonderheit konnte in dem untersuchten Szenario nicht simuliert werden.

In einem echten Szenario ist möglicherweise davon auszugehen, dass mehr als ein Patient zu versorgen und somit insgesamt die Stressbelastung um ein Vielfaches höher wäre.

Ein weiterer Punkt ist, dass in dieser Studie nur der kurze Zeitabschnitt der unmittelbaren Notfallversorgung eines einzelnen Patienten imitiert wurde. Der Zeitraum unter Atemschutzbedingungen wurde also begrenzt. Würden Rettungsaktionen länger dauern bzw. die Behandlung des Patienten längere Zeit in Anspruch nehmen, könnte die Belastung des medizinischen Personals, welches unter Atemschutz arbeiten muss, zunehmen. Abschließend betrachtet bot unsere Simulation trotz Atemschutz relativ komfortable Behandlungsbedingungen. Bei einem realen Massenanfall von CBRN Opfern wären die Arbeitsbedingungen sicherlich schlechter [26,52].

5. Zusammenfassung

Bei der medizinischen Versorgung von unzureichend entgifteten CBRN Patienten besteht die Gefahr der Kontaminationsverschleppung und der sekundären Intoxikation des medizinischen Personals. Somit besteht nach Exposition der Patienten mit bestimmten hochtoxischen und persistierenden Substanzen für medizinischen Ersthelfern und Erstversorgern die Notwendigkeit, persönliche Schutzausrüstung zu tragen. Um die Handlungsfähigkeit des medizinischen Personals, welches Atemschutzmasken trägt, zu untersuchen, konzipierten wir folgende Studie am Lübecker Anästhesie- und Reanimationssimulator:

Wir untersuchten den Einfluss von zwei verschiedenen Typen von Atemschutzmasken auf die simulierte Notfallversorgung eines Opfers nach Kontamination mit einer biologischen, chemischen oder radionuklearen Substanz. 22 Anästhesisten durchliefen in dieser Studie ein Notfallszenario am Lübecker Anästhesie- und Reanimationssimulator (LARS). Dabei wurden nach einem randomisierten, crossover Design zwei verschiedene Atemschutzmasken verwendet: eine bi-okuläre Maske und eine Panoramamaske. Die Zeiten, die notwendig waren, um das Szenario zu durchlaufen, wurden aufgezeichnet. Außerdem wurden beide Masken anhand eines Fragebogens bezüglich Atemwiderstand, Tragekomfort und visueller Orientierung evaluiert.

Es zeigte sich, dass die Zeiten, um das Szenario zu vollenden, sich im Vergleich der Kontrollgruppe (ohne Maske) und den beiden Gruppen mit Atemschutzmaske nicht voneinander unterschieden. In der Kontrollgruppe wurde eine Zeit von $121 \pm 6,8$ Sekunden erreicht, in der Gruppe der Panoramamaske $126 \pm 6,7$ Sekunden und in der Gruppe der bi-okulären Maske 128 ± 8 Sekunden (Mittelwert \pm Standardabweichung).

Alle Probanden bevorzugten die Panoramamaske in Bezug auf die visuelle Orientierung. 88 % der Teilnehmer allerdings bewerteten die bi-okuläre Maske als die Maske mit dem höheren Tragekomfort. Der Atemwiderstand wurde bei beiden Gruppen gleich bewertet.

Es zeigt sich, dass die untersuchten modernen Atemschutzmasken einen vernachlässigbaren Effekt auf die Notfallversorgung eines einzelnen Patienten haben. Panoramamasken erlauben eine bessere räumliche Orientierung während der simulierten anästhesiologischen Notfallversorgung.

6. Literaturverzeichnis

1. **Bundesministerium des Inneren:**
http://www.bbk.bund.de/nn_402294/DE/02__Themen/08__ABCSchutz/06__CBRN/CBRN__node.html__nnn=true, CBRN Task Force, letzter Zugriff 26.06.2007
2. **Nakajima T, Sato S, Morita H, Yanagisawa N:** Sarin poisoning of a rescue team in the Matsumoto sarin incident in Japan. *Occup Environ Med* 54:697-701, 1997
3. **Metraux D:** Religious terrorism in Japan: the fatal appeal of Aum Shinrikyo. *Asian Survey* 35:1140-54, 1996
4. **Kaplan D:** Aum Shinrikyo. Cambridge, MIT Press, 2000
5. **Okumura T, Takasu N, Ishimatsu S, Miyanoki S, Mitsuhashi A, Kumada K, Tanaka K, Hinohara S:** Report on 640 victims of the Tokyo subway sarin attack. *Ann Emerg Med* 28:129-35, 1996
6. **Nozaki H, Hori S, Shinozawa Y, Fujishima S, Takuma K, Sagoh M, Kimura H, Ohki T, Suzuki M, Aikawa N:** Secondary exposure of medical staff to sarin vapor in the emergency room. *Intensive Care Med* 21:1032-5, 1995
7. **Masuda N, Takatsu M, Morinari H, Ozawa T:** Sarin poisoning in Tokyo subway. *Lancet* 345:1446, 1995
8. **Bradley RN:** Health care facility preparation for weapons of mass destruction. *Prehosp Emerg Care* 4:261-9, 2000
9. **Evison D, Hinsley D, Rice P:** Chemical weapons. *BMJ* 324:332-5, 2002
10. **Weinstein R, Alibek K:** Biological and chemical terrorism: A guide to healthcare providers and first responders. New York, Thieme Medical Publisher, 2003
11. **Lee EC:** Clinical manifestations of sarin nerve gas exposure. *JAMA* 290:659-62, 2003

12. **Kenar L, Karayilanoglu T:** Medical preparedness against chemical and biological incidents for the NATO Summit in Istanbul and lessons learned. *Prehospital Disaster Med* 21:268-71, 2006
13. **Han KH, Walker R, Kuhri M:** An integrated response to chemical incidents-the UK perspective. *Resuscitation* 42:133-40, 1999
14. **Laurent JF, Richter F, Michel A:** Management of victims of urban chemical attack: the French approach. *Resuscitation* 42:141-9, 1999
15. **Lockey D, Davies G:** The challenges of deliberate chemical/biological attack. *Resuscitation* 58:293-6, 2003
16. **Sardesai AM, Brown NM, Menon DK:** Deliberate release of biological agents. *Anaesthesia* 57:1067-82, 2002
17. **Gould G, Kerr S, Prophet N:** Preparation for terrorist attacks. *Anaesthesia* 59:199, 2004
18. **Macintyre AG, Christopher GW, Eitzen E, Jr., Gum R, Weir S, DeAtley C, Tonat K, Barbera JA:** Weapons of mass destruction events with contaminated casualties: effective planning for health care facilities. *JAMA* 283:242-9, 2000
19. **Treat KN, Williams JM, Furbee PM, Manley WG, Russell FK, Stamper CD, Jr.:** Hospital preparedness for weapons of mass destruction incidents: an initial assessment. *Ann Emerg Med* 38:562-5, 2001
20. **Greenberg MI, Jurgens SM, Gracely EJ:** Emergency department preparedness for the evaluation and treatment of victims of biological or chemical terrorist attack. *J Emerg Med* 22:273-8, 2002
21. **Baker DJ:** Management of casualties from terrorist chemical and biological attack: a key role for the anaesthetist. *Br J Anaesth* 89:211-4, 2002
22. **Baker DJ:** Chemical and biological warfare agents: The Role of the anaesthesiologists. In: Miller RA: *Anaesthesia*, 6. Auflage, New York, Churchill Livingstone, 2497-526, 2004

23. **de Jong RH:** Nerve gas terrorism: a grim challenge to anesthesiologists. *Anesth Analg* 96:819-25, 2003
24. **White SM:** Chemical and biological weapons. Implications for anaesthesia and intensive care. *Br J Anaesth* 89:306-24, 2002
25. **Tokuda Y, Kikuchi M, Takahashi O, Stein GH:** Prehospital management of sarin nerve gas terrorism in urban settings: 10 years of progress after the Tokyo subway sarin attack. *Resuscitation* 68:193-202, 2006
26. **Ben Abraham R, Rudick V, Weinbroum AA:** Practical guidelines for acute care of victims of bioterrorism: conventional injuries and concomitant nerve agent intoxication. *Anesthesiology* 97:989-1004, 2002
27. **Subbarao I, Johnson C, Bond WF, Schwid HA, Wasser TE, Deye GA, Burkhart KK:** Symptom-based, algorithmic approach for handling the initial encounter with victims of a potential terrorist attack. *Prehospital Disaster Med* 20:301-8, 2005
28. **Institute UAMR:** Medical management of chemical casualties handbook, McLean International Medical Publishing Inc., 2002
29. **World Health Organization (WHO):** Public health response to biological and chemical weapons. WHO guidance. *Biosecur Bioterror* 3:268-9, 2005
30. **Martyny J, Glazer CS, Newman LS:** Respiratory protection. *N Engl J Med* 347:824-30, 2002
31. **Deutsches Institut für Normung (DIN), Internationale Organisation für Normung:** DIN EN 136. Beuth Verlag, Berlin, 2005
32. **Hartmann A, Herzog T, Drinkmann A:** Psychotherapy of bulimia nervosa: what is effective? A meta-analysis. *J Psychosom Res* 36:159-67, 1992
33. **Martinez D:** Der individuelle und kollektive Gasschutz. In Martinez D: *Der Gaskrieg 1914/1918*, 1. Auflage Bonn, Bernhard und Graefe, 92-98, 1996
34. **Baum E:** Die Gasabwehr in der Nachkriegszeit. In Hanslian R, *Der chemische Krieg*, 2. Auflage Berlin, ES Mittler und Sohn, 415-559, 1937

35. **Flaishon R, Sotman A, Friedman A, Ben-Abraham R, Rudick V, Weinbroum AA:** Laryngeal mask airway insertion by anesthetists and nonanesthetists wearing unconventional protective gear: a prospective, randomized, crossover study in humans. *Anesthesiology* 100:267-73, 2004
36. **Flaishon R, Sotman A, Ben-Abraham R, Rudick V, Varssano D, Weinbroum AA:** Antichemical protective gear prolongs time to successful airway management: a randomized, crossover study in humans. *Anesthesiology* 100:260-6, 2004
37. **Vardi A, Berkenstadt H, Levin I, Bentencur A, Ziv A:** Intraosseous vascular access in the treatment of chemical warfare casualties assessed by advanced simulation: proposed alteration of treatment protocol. *Anesth Analg* 98:1753-8, 2004
38. **Goldik Z, Bornstein J, Eden A, Ben-Abraham R:** Airway management by physicians wearing anti-chemical warfare gear: comparison between laryngeal mask airway and endotracheal intubation. *Eur J Anaesthesiol* 19:166-9, 2002
39. **Berkenstadt H, Ziv A, Barsuk D, Levine I, Cohen A, Vardi A:** The use of advanced simulation in the training of anesthesiologists to treat chemical warfare casualties. *Anesth Analg* 96:1739-42, 2003
40. **Berkenstadt H, Erez D, Munz Y, Simon D, Ziv A:** Training and Assessment of Trauma Management: The Role of Simulation-Based Medical Education. *Anesthesiol Clin* 25:65-74, 2007
41. **Subbarao I, Bond WF, Johnson C, Hsu EB, Wasser TE:** Using innovative simulation modalities for civilian-based, chemical, biological, radiological, nuclear, and explosive training in the acute management of terrorist victims: A pilot study. *Prehospital Disaster Med* 21:272-5, 2006
42. **Department Of Health:** Pressemitteilung:
<http://www.gnn.gov.uk/environment/fullDetail.asp?ReleaseID=269575&NewsAreaD=2&NavigatedFromDepartment=True>, letzter Zugriff 29.05.2007

43. **Bundesministerium des Inneren:** <http://www.bmi.bund.de>, Katastrophenschutz, letzter Zugriff 29.05.2007
44. **Arad M, Berkenstadt H, Zelingher J, Laor A, Shemer J, Atsmon J:** The effects of continuous operation in a chemical protective ensemble on the performance of medical tasks in trauma management. *J Trauma* 35:800-4, 1993
45. **Berkenstadt H, Arad M, Nahtomi O, Atsmon J:** The effect of a chemical protective ensemble on intravenous line insertion by emergency medical technicians. *Mil Med* 164:737-9, 1999
46. **Fine BJ, Kobrick JL:** Effect of heat and chemical protective clothing on cognitive performance. *Aviat Space Environ Med* 58:149-54, 1987
47. **Zelnick SD, McKay RT, Lockey JE:** Visual field loss while wearing full-face respiratory protection. *Am Ind Hyg Assoc J* 55:315-21, 1994
48. **McAlister WH, Wingert TA, Bachman WG, Buckingham RS:** Visual field restrictions with the M17 series protective mask. *J Am Optom Assoc* 62:849-52, 1991
49. **McAlister WH, Buckingham RS, Wingert TA:** A comparison of the visual field restrictions with the M17 series protective mask and the MCU-2/P chemical-biological mask. *Mil Med* 158:266-9, 1993
50. **Samo DG, Bahk JK, Gerkin RD:** Effect of firefighter masks on monocular and binocular peripheral vision. *J Occup Environ Med* 45:428-32, 2003
51. **King JM, Frelin AJ:** Impact of the chemical protective ensemble on the performance of basic medical tasks. *Mil Med* 149:496-501, 1984
52. **Baker DJ:** Management of respiratory failure in toxic disasters. *Resuscitation* 42:125-31, 1999

7. Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Peter Schmucker, Direktor der Klinik für Anästhesiologie des UKSH – Campus Lübeck, gilt mein Dank für die Zustimmung zur Durchführung der Studie und die Möglichkeit, diese Studie in den Räumlichkeiten des LARS durchzuführen.

Besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. med. Jan Schumacher für die Überlassung des Themas, seine freundliche und ausdauernde Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit und seinen unermüdlichen Einsatz, mir mit Rat und Tat zur Seite zu stehen, um dieses Projekt durchzuführen. Desgleichen danke ich ihm für die intensive Betreuung der Arbeit.

Herrn PD Dr. med. Wolfgang Eichler als Verantwortlicher Leiter des LARS-Projekts gilt ebenfalls mein Dank für die Bereitstellung und detaillierte Einweisung in die Räumlichkeiten und die technische Ausrüstung. Des Weiteren danke ich ihm für seine tatkräftige Hilfe und seinen Rat zur Durchführung dieser Arbeit.

Herrn PD Dr. med. Matthias Heringlake danke ich für seinen Rat und seine Unterstützung bei dieser Arbeit.

Ich danke Stefan Denker von der Firma Dräger Safety, Lübeck, Deutschland dafür, die Atemschutzmasken für die Studie zur Verfügung gestellt zu haben.

Herrn Prof. Dr. phil. Diplom-Psychologe Michael Hüppe danke ich für die statistische Beratung des Projekts.

Ganz besonderer Dank gilt allen 22 freiwilligen Teilnehmern an dieser Studie, die das Projekt durch Opferung ihrer Freizeit erst möglich gemacht haben.

Zuletzt danke ich meiner liebsten Anne für die Geduld und die Ausdauer, mir mit ihrem Rat zur Seite zu stehen. Meiner Mutter danke ich für die liebevolle Unterstützung zu jeder Zeit.

8. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Jan Runte
Geburtsdatum, -ort: 28.12.1977, Paderborn
Staatsangehörigkeit: Deutsch
Familienstand: ledig
Adresse: Travelmannstrasse 38
23564 Lübeck
Telefon: 0451/6102720
Mobil: 0176/20775272
E-mail: janrunte@gmx.de



Schulbildung

1984-1989 Besuch der Grundschule in Münster, Lampertheim/Hessen und Paderborn
1989-1997 Besuch des Städtischen Gymnasiums Theodorianum in Paderborn
1997 Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife

Berufsausbildung

1997 Ausbildung zum Rettungssanitäter in Minden und Bielefeld
1997-1998 Zivildienst bei der Berufsfeuerwehr Paderborn als Rettungssanitäter
seit 1998 Studium der Medizin an der Medizinischen Universität zu Lübeck (UKSH - Campus Lübeck)
2000 Ärztlichen Vorprüfung (Physikum)
2001 Erstes Staatsexamen
2004 Zweites Staatsexamen

- 2004-2005 Praktisches Jahr
1. Terial: Innere Medizin, Asklepios Klinik, Bad Oldesloe
 2. Terial: Chirurgie, Asklepios Klinik, Bad Oldesloe
 3. Terial: Anästhesiologie, UKSH –Campus Lübeck
- Mai 2005 Drittes Staatsexamen
- Seit Juni 2005 Weiterbildungsassistent in der Klinik für Anästhesiologie am
UKSH – Campus Lübeck (Direktor: Prof. Dr. P. Schmucker)

Wissenschaftlicher Werdegang

- 2006-2007 Promotionsarbeit „Einfluss verschiedener
Atemschutzmasken auf die simulierte anästhesiologische
Notfallversorgung von Opfern chemischer, biologischer,
radiologischer oder nuklearer Substanzen“ (praktischer Teil)

- 2007 Veröffentlichungen:
1. Schumacher J, Runte J, Brinker A, Eichler W:
Einfluss verschiedener Atemschutzmasken
auf die simulierte anästhesiologische
Notfallversorgung von Opfern chemischer, biologischer
oder radionuklearer Substanzen. Posterpräsentation
Deutscher Anästhesistenkongress (DAC), Hamburg,
2007
 2. Schumacher J, Runte J, Brinker A, Prior K,
Heringlake M, Eichler W: Respiratory protection during
high fidelity simulated resuscitation of casualties
contaminated with chemical warfare agents:
Respiratory protection for anaesthetists during
resuscitation. Anaesthesia, 2007
(angenommen 12.07.2007)