

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
und operative Intensivmedizin  
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. H. Van Aken -

**Vergleich der Effektivität von Simulations-basiertem und Problem-orientiertem Lernen anhand der Durchführung einer „Rapid Sequence Induction“ im Rahmen der anästhesiologischen Lehre**

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Christina Nordine, geb. Gerdes

aus Münster

2011

Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Wilhelm Schmitz

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. H. Van Aken

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. H. Stubbe

Tag der mündlichen Prüfung: 06. Dezember 2011

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin  
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. H. Van Aken -  
Referent: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. H. Van Aken  
Koreferent: Priv.-Doz. Dr. med, H. Stubbe

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Vergleich der Effektivität von Simulations-basiertem und Problem-orientiertem  
Lernen anhand der Durchführung einer „Rapid Sequence Induction“ im  
Rahmen der anästhesiologischen Lehre  
Christina Nordine

Simulations-basiertes Lernen (SBL) gewinnt in der medizinischen Lehre zunehmend an Bedeutung. Das Ziel der vorliegenden Studie war es, die Effektivität des SBL im Vergleich zum Problem-orientiertem Lernen (POL) anhand der Durchführung einer „Rapid Sequence Induction“ (RSI) im Rahmen der anästhesiologischen Lehre zu testen.

33 Studenten im vierten Studienjahr wurden in zwei Gruppen randomisiert und gemäß eines simulationsbasierten Lehrkonzepts (Gruppe 1) oder eines problemorientierten Lehrkonzepts (Gruppe 2) unterrichtet. In einer Prüfungssitzung 10 Tage nach Beendigung der Lehreinheiten wurde der Lernerfolg aller Studenten anhand eines Fallbeispiels zur RSI im Anästhesiesimulator beurteilt.

Basis der Beurteilung war eine nach dem modifizierten Delphi Prozess von 5 Experten erstellte Liste von Bestandteilen, die im Rahmen der RSI durchzuführen sind. Begleitend wurden Selbsteinschätzung und theoretisches Wissen sowohl vor als auch nach der Prüfungssitzung anhand von Fragebögen ermittelt.

Die Studenten beider Gruppen zeigten einen suffizienten Lernerfolg. Die Teilnehmer der SBL Gruppe schätzten ihre Leistung nach der Prüfungssitzung signifikant besser ein als die Teilnehmer der POL Gruppe. Die tatsächliche Leistung in der Prüfungssitzung sowie auch das theoretische Wissen der Teilnehmer beider Gruppen waren jedoch statistisch nicht signifikant unterschiedlich.

Die Studie demonstriert, dass SBL und POL geeignete Konzepte zur Vermittlung von klinischen Fähigkeiten und theoretischem Wissen im Rahmen der anästhesiologischen Lehre sind. Es gibt jedoch Anzeichen dafür, dass SBL bei den Studenten zu Selbstüberschätzung ihrer theoretischen und praktischen Fähigkeiten führt.

Tag der mündlichen Prüfung: 06. Dezember 2011

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich gebe hiermit die Erklärung ab, dass ich die Dissertation mit dem Titel:

Vergleich der Effektivität von Simulations-basiertem Lernen und Problem-orientiertem Lernen anhand der Durchführung einer „Rapid Sequence Induction“ im Rahmen der anästhesiologischen Lehre

im:

Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin

unter Anleitung von:

Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. H. Van Aken

1. selbständig angefertigt,
2. nur unter Benutzung der im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeit angefertigt und sonst kein anderes gedrucktes oder ungedrucktes Material verwendet,
3. keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen,
4. sie weder in der gegenwärtigen noch in einer anderen Fassung einer in- oder ausländischen Fakultät als Dissertation, Semesterarbeit, Prüfungsarbeit, oder zur Erlangung eines akademischen Grades, vorgelegt habe.

Berlin, den 7.12.2011

Diese Dissertation möchte ich meinen Eltern, die mich immer unterstützt haben, und meinem Ehemann Michael, der mir liebevoll motivierend zur Seite stand, widmen.

Ausdrücklicher Dank gebührt Herrn Univ.- Prof. Dr. med. Dr. h.c. H. Van Aken, der diese Arbeit überhaupt erst ermöglicht hat und meinen Betreuern Dr. med. Manuel Wenk und Dr. med. Daniel Pöpping.

# Inhaltsverzeichnis

<b><i>1 Einleitung</i></b>	<b><i>1</i></b>
<b>1.1 Geschichte der Simulation</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Simulation in der Medizinischen Ausbildung</b>	<b>3</b>
1.2.1 Was ist Simulation ?	5
1.2.2 Verfügbare Technologien	5
<b>1.3 Simulator Typen in der Anästhesie</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Einsatz in der Lehre</b>	<b>10</b>
<b>1.5 Aktuelle Studienlage zum Simulations-basierten Lernen</b>	<b>10</b>
<b>1.6 Problem-orientiertes Lernen</b>	<b>14</b>
<b>1.7 Ziel dieser Studie</b>	<b>15</b>
<b><i>2 Material und Methoden</i></b>	<b><i>16</i></b>
<b>2.1 Rahmenbedingungen</b>	<b>16</b>
2.1.1 Der Simulator der Universitätsklinik Münster	19
<b>2.2 Teilnehmer und Kursumfang</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Szenario: Die Rapid Sequence Induction</b>	<b>21</b>
<b>2.4 Vorläufige Einschätzung</b>	<b>24</b>
2.4.1 Selbsteinschätzung	24
2.4.2 Multiple-Choice Fragen	24
<b>2.5 Lehr-Sitzung zur RSI am Simulator</b>	<b>25</b>

<b>2.6 Lehr-Sitzung zur RSI als Problem-orientierte Diskussion</b>	<b>25</b>
<b>2.7 Endgültige Einschätzung</b>	<b>26</b>
2.7.1 Evaluation am Simulator	26
2.7.2 Selbsteinschätzung	27
2.7.3 Multiple-Choice Fragen	27
<b>2.8 Kursevaluation</b>	<b>28</b>
<b>2.9 Statistik</b>	<b>28</b>
2.9.1 Der modifizierte Delphi-Prozess	28
2.9.2 Fallzahlplanung	30
2.9.3 Demographie und Test-Vergleiche	30
<b><i>3 Ergebnisse</i></b>	<b><i>31</i></b>
<b>3.1 Der Delphi Prozess</b>	<b>31</b>
<b>3.2 Demographie</b>	<b>31</b>
<b>3.3 Multiple-Choice Tests</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Selbsteinschätzung</b>	<b>33</b>
<b>3.5 Testsitzung am Simulator</b>	<b>36</b>
<b>3.6 Kursevaluation</b>	<b>40</b>
<b><i>4 Diskussion</i></b>	<b><i>42</i></b>
<b><i>5 Literaturverzeichnis</i></b>	<b><i>54</i></b>



***6 Lebenslauf*** **58**

***7 Anlagen*** **59**

I Tabelle 1

II Selbsteinschätzungsbogen

III MC Fragen RSI

IV Evaluationsbogen SBL Gruppe

V Evaluationsbogen POL Gruppe

# ***1 Einleitung***

## **1.1 Geschichte der Simulation**

Obwohl sich das Simulationstraining im Bereich der medizinischen Ausbildung noch in den frühen Stadien seiner Entwicklung befindet, kann die Simulation zu Ausbildungszwecken auf eine lange Geschichte zurückblicken.

Bereits im Mittelalter unterzogen sich Ritter bei ihrem täglichen Training mit der Lanze der Übung mit der Quintana, die darauf abzielte die Präzision und Effizienz des Umgangs mit der Waffe zu optimieren. Es handelte sich um einen Pfahl, an dem eine Soldatenattrappe mit einem Schild befestigt war, sowie einen an demselben Pfahl befestigten rotierenden Arm mit einem Sandsack, der, durch den Angriff in Rotation versetzt, den Reiter von seinem Ross holen würde, sollte sich dieser nicht suffizient ducken (1) .

Die Flugsimulation, ein späteres Feld des nicht-medizinischen Simulationstrainings, hat die Entwicklung der medizinischen Simulation technisch wesentlich beeinflusst und wird daher gerne in diesem Zusammenhang zitiert.

Die frühesten Flugsimulatoren um 1910 waren bewegliche Plattformen mit Pilotensitz und Steuerknüppel, die auf eine sich nach rechts und links neigende Fasshälfte montiert waren, um so die Bewegungen eines echten Flugzeugs in der Luft zu imitieren.

Im Zuge des Ersten Weltkrieges entstanden die ersten elektromechanischen Simulatoren. Der bekannteste, der „Link Trainer“, entwickelt von dem US-Amerikaner Edward Link war ab 1929 erhältlich (2).

Es handelte sich um die Attrappe eines Flugzeugrumpfes, die elektromechanisch befähigt wurde, sich zu neigen, zu drehen und zu gieren. Die pneumatisch betriebenen Motoren ihrerseits waren in der Lage auf eine Bandbreite an einfachen Befehlen der Flugstudenten zu reagieren. Zusätzlich wurden Maschinengeräusche simuliert und es gab eine rudimentäre visuelle Oberfläche.

Trotz der zwanzigjährigen Entwicklungsphase setzte sich der „Link Trainer“ noch nicht als Ersatz für tatsächliches Flugtraining durch.

Erst mit der Ergänzung des „Link Trainers“ durch Attrappen von Instrumenten, Kurs Plotter und Funk-Kommunikation mit einem Anweiser wurde der Simulator allgemein als Ausbildungsmittel von Piloten akzeptiert.

Diese weiterentwickelte Variante des „Link Trainers“ wurde schließlich in großer Stückzahl produziert, exportiert und von American Airlines als erste kommerzielle Fluggesellschaft zum Pilotentraining eingesetzt.

Im Zuge des Zweiten Weltkrieges veränderten sich die Anforderungen an die Flugsimulation.

Die Entwicklung von Militärflugzeugen sowie das Training von Teams zur Ausstattung von Bomber Flugzeugen standen im Vordergrund.

So lag der Schwerpunkt des Anspruches an das Simulationstraining neben der Ausbildung einer großen Anzahl von Piloten auf der Himmelsnavigation und dem Training von Bomber Crews.

Dementsprechend produzierten Edward Link und der britische Navigationsexperte P. Weems einen Simulator, der in ein 15 m hohes Silo-artiges Gebäude eingebaut war, das über eine dieses nach oben hin abschließende Kuppel verfügte, auf die eine veränderbare Himmelsoberfläche projiziert wurde.

Dieser Simulator wurde zur Kriegsvorbereitung hundertfach von Piloten und Bomber Crews in den USA genutzt (3).

Als 1940 die Simulation von Radar die bisherige Simulationstechnologie weiter ergänzte, setzte sich das Simulationstraining sowohl in der militärischen als auch in der zivilen Luftfahrt endgültig durch.

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde der elektromechanisch betriebene Simulator schrittweise – angetrieben durch die Einführung von analogen Computern – durch elektronisch betriebene Simulatoren ersetzt.

Diese wurden schließlich in den 70er Jahren durch die digitalen Simulatoren substituiert, die auch gleichzeitig den Grundstein für die heute angewandte Simulationstechnologie legten (3).

## **1.2 Simulation in der medizinischen Ausbildung**

Die Mannequin-basierte Simulation in der Medizin wurde zu Beginn der 60er Jahre mit der Erfindung der Rescue-Anne ® durch Peter Safar und Asmund Laerdal eingeführt.

Sie diente dem Training der kardiopulmonalen Reanimation.

Der erste computerkontrollierte Ganzkörpersimulator wurde mit dem Sim One ® bereits 1967 konstruiert, jedoch - seiner Zeit weit voraus- wurde er von der breiten Masse

aufgrund der hohen Kosten des Computerequipments nicht angenommen und konnte sich erst etwa 2 Jahrzehnte später etablieren (4) (5).

Obwohl Ausbilder in den medizinischen Berufen Simulationen seit fast 40 Jahren benutzen, ist erst in den letzten 15 Jahren eine weit reichende Adaption der modernen Technologie für Ausbildungszwecke zu beobachten (6). Diese Entwicklung markiert eine Abkehr von dem traditionellen Ansatz in der medizinischen Ausbildung, dem seit Hunderten von Jahren ausschließlich der Umgang mit dem realen Patienten zugrunde liegt.

Diesem Prozess liegen vielfältige Faktoren zugrunde: Die veränderte Situation im Gesundheitswesen führt zu geringeren Liegezeiten und erhöhtem Patientenaufkommen mit akuterer Erkrankungen, woraus eine geringere Patienten- und Auszubildendenverfügbarkeit resultiert. Zudem hat die Diagnostik und Behandlung des stationären Patienten Priorität gegenüber der Lehre am Krankenbett, weshalb unvorhersehbare Ereignisse oft die Einhaltung eines Lehrplans erschweren.

Simulatoren hingegen sind zu jeder Zeit verfügbar, unterliegen selten unvorhersehbaren Interferenzen und können auf Kommando eine Vielzahl klinischer Zustände und Situationen reproduzieren (7).

Zudem werden mit dem Einsatz von Simulatoren einige ethische Fragestellungen über die Angemessenheit des Patienteneinsatzes als Lehrobjekt in Bezug auf unangenehme, nötige, aber die Intimsphäre verletzende sowie risikoreiche Untersuchungen und Eingriffe umgangen (8).

Ebenso werden Simulatoren nicht nur zur Ausbildung und Bewertung des Individuums und seiner Fähigkeiten benutzt, sondern stehen in engem Zusammenhang mit der Ausbildung eines neuen Sicherheitsdenkens. Während in anderen Professionen, in

denen hohe Risiken für den Menschen direkt involviert sind und Simulatoren schon lange fester Bestandteil der Ausbildung sind (wie zum Beispiel in der Luft- und Raumfahrt) rückt durch die neue Technologie auch in der Medizin der Gedanke des Lernens durch Fehler immer mehr in den Vordergrund (6).

Im Simulator können und sollen Auszubildende Fehler machen, diese erkennen und korrigieren, ohne Angst vor Konsequenzen haben zu müssen oder echte Patienten zu gefährden (7).

Insgesamt hat besonders in den letzten zehn Jahren eine grosse Anzahl Simulatoren ihren Weg in die medizinische Lehre und Weiterbildung in vielen Fachbereichen wie Anästhesie und Notfallmedizin, aber auch Pädiatrie und Radiologie gefunden (9).

### 1.2.1 Was ist Simulation ?

Medizinische Simulation zielt darauf ab, reale Patienten, anatomische Regionen oder klinische Prozeduren zu imitieren und klinische Situationen widerzuspiegeln, in denen medizinische Eingriffe vollzogen werden (7).

Diese Simulationen reichen von statischen anatomischen Modellen und *single task trainers* (wie z.B. Armmodelle zur Venenpunktion) bis zu dynamischen Computerbasierten Systemen, die mit dem Benutzer interagieren (wie z.B. Ganzkörper Mannequins in der Anästhesie Simulation). Es handelt sich um individuelle Trainer für den Einzelnen, interaktive Rollenspiel-Szenarien, die Gruppen von Nutzern mit einbeziehen, standardisierte Patienten bis hin zu hoch technisierten Virtual Reality Simulatoren (7).

## 1.2.2 Verfügbare Technologien

Medizinische Simulatoren lassen sich in 4 Gruppen einteilen.

1. *Part task* oder *single task trainers* sind dreidimensionale Repräsentationen von Körperteilen oder anatomischen Regionen, die dazu dienen eine bestimmte klinische Fähigkeit zu erlernen oder diese zu evaluieren, wie zum Beispiel ein Armmodell zur Venenpunktion oder ein Kopf-/Halsmodell zur endotrachealen Intubation.

Obwohl der *part task trainer* computergestützte Komponenten enthalten kann, ist er trotzdem von dem computergestützten Mannequin zu unterscheiden, da er nur die Anatomie reproduziert, nicht aber physiologische und pathophysiologische Zustände.

2. Das computergestützte Mannequin weist aktiv steuerbare Funktionen auf und ermöglicht Interaktion zwischen Simulator und Benutzer. Es reagiert variabel auf die Handlungen des Benutzers; so verändern sich beispielsweise je nach Dosis eines intravenös verabreichten Medikaments Herzfrequenz und Blutdruck.

Mit diesem Modell lassen sich sowohl individuelle Fähigkeiten als auch die Effektivität eines Teams trainieren und evaluieren.

3. Bei Virtual Reality Simulationen handelt es sich ebenfalls um Computerprogramme, die jedoch die physikalische Welt simulieren, in der dann der Nutzer mit dem Computer interagieren kann. Dies kann auf dem Bildschirm sowie in dreidimensionalen Computerspielen aus Egoperspektive passieren oder soweit gehen, dass der Nutzer einen Helm und Sensoren enthaltene Handschuhe trägt und sich in einer virtuellen

Umgebung mit digital erzeugten audiovisuellen Effekten bewegt und mit dieser interagiert.

Diese sich rapide entwickelnde Technologie wird vornehmlich in der Simulation von chirurgischen und endoskopischen Eingriffen verwendet (10) (11).

4. Screen-based Simulatoren reichen in ihrer Erscheinungsform von websites mit durchspielbaren Szenarien über interaktive Tutorien bis hin zu elaborierten Ganzkörpersimulationen am Bildschirm wie zum Beispiel *JavaMan*®. Im Unterschied zu Virtual Reality Simulatoren findet die Simulation ausschließlich am Bildschirm statt (11).

### **1.3 Simulatortypen in der Anästhesie**

*Part task trainers*, die in der Anästhesie zum Einsatz kommen sind zahlreich und meist Nachbildungen bestimmter anatomischer Regionen, die zur Lehre der kardiopulmonalen Reanimation , des Atemwegsmanagements, der Auskultation oder der Punktionstechniken dienen.

Beispiele hierfür sind: Das *CV Access Phantom*®, ein von Blue Phantom entwickeltes Torso- und Kopf Mannequin, das zur Übung der Punktion von Blutgefäßen unter sonographischer Kontrolle dient (11).

*Fat Old Fred*®, ebenfalls ein Torso-mit-Kopf Mannequin, wurde von Nasco entwickelt, um kardiopulmonale Reanimation an übergewichtigen Patienten zu trainieren.



Computergestützte Mannequins sind technisch komplex und zeichnen sich dadurch aus, dass sie veränderbare physiologische Zustände simulieren können wie zum Beispiel unterschiedliche Atemgeräusche, das Schwellen der Zunge bei Anaphylaxie oder einen Laryngospasmus.

Je nach Ausgereiftheit und Komplexität der Interaktion zwischen Software und Mannequin sowie der daraus resultierenden Realitätsnähe kann man zwischen *low*-, *medium*- und *high-fidelity* Simulatoren unterscheiden.

So können Letztere durch computergesteuerte Kontrollmodule nicht nur verschiedene physiologische und pathophysiologische Zustände simulieren, sondern auch mit der Änderung verschiedener Parameter auf die physischen und pharmakologischen Interventionen des Benutzers reagieren sowie an Anästhesiegeräte und Monitore angeschlossen werden.

Ebenso zielt man in der Anästhesie darauf ab, durch die Gestaltung des Simulationsraumes je nach klinischem Rahmen (Einleitung/Operationssaal) sowie der entsprechenden Besetzung der Rollen (Anästhesist/in, Anästhesiepfleger/in, Chirurg/in) ein möglichst reales Arbeitsszenario zu kreieren.

Anästhesiesimulatoren gibt es als Neugeborenen-, Kleinkind- und Erwachsenenmodelle.

Die heute gebräuchlichsten sind:

*PDA STAT*® von Simulaids (12)

*HAL*® Interactive von Gaumard (13)

*SimMan*® von Laerdal (14)

*HPS*® und *ECS*® von METI (15)

Einer der z.Zt. komplexesten und umfangreichsten *high-fidelity* Simulatoren ist der *HPS*® (Human Patient Simulator) von METI (Medical Education Technologies Inc.) (12).

Es handelt sich um ein Ganzkörper Mannequin mit zahlreichen simulierbaren pulmonalen, kardiovaskulären, metabolischen und neurologischen Zuständen. Ebenso verfügt es über die Eigenschaft, durch das Ablesen eines Barcodes, Medikamente und ihre Dosis aus einer vorprogrammierten Datei zu identifizieren und auf die Applikation zu reagieren. Eine weitere besondere Eigenschaft des *HPS* ist, dass er sich an das Kreisteil des Anästhesiegerätes anschließen lässt und mit Hilfe eines Gasmoduls, welches die Absorption und Elimination von Sauerstoff, Kohlendioxid und Gasen ermöglicht, ein realistischer Gasaustausch im Sinne eines Lungenmodells simuliert wird. Der *HPS* verfügt über zahlreiche Funktionen, um Situationen aus dem Atemwegsmanagement, der Traumaversorgung und des Advanced Life Support computergesteuert interaktiv durchzuspielen (16).

Virtual Reality Simulatoren kommen vermehrt in der chirurgischen Ausbildung zum Einsatz.

Die gängigen Modelle in der Anästhesie sind Anwendungen zum Training von Venenpunktion (*Virtual I.V.*® von Laerdal) und Katheterinsertion sowie der Sonographie (*UltraSim*® von MedSim.).

Unter den gebräuchlichen Screen-basierten Simulatoren, die interaktive Anästhesiesimulation mithilfe von mathematischen Modellen von Physiologie und Pharmakologie möglich machen, sind *Anaesthesia Simulation* ® und *BODY* ® von Anesoft (11).

#### **1.4 Einsatz in der Lehre**

Shimada et al. identifizierten 1997 weltweit nur 29 Institutionen, die die Simulation in die Aus- und Weiterbildung von Ärzten in der Anästhesie und anderen Fachbereichen integriert hatten (17). 1998 war diese Anzahl bereits auf 70 angestiegen (18).

Eine 2004 von Morgan et al. durchgeführten webbasierten Erhebung zum Vorkommen der Simulation in der Anästhesie erfasste weltweit 158 Zentren, in denen der Simulator in der Lehre zum Einsatz kam. Von diesen beantworteten 60 (38%) den ausgesendeten Fragebogen, und es zeigte sich, dass 77% den Simulator in der studentischen Lehre und 85% in der ärztlichen Weiterbildung einsetzten (19).

Die Verbreitung von Simulatortechnologie in der Lehre steigt derzeit rapide an:

2008 existierten nach Angaben des Bristol Medical Simulation Centers weltweit bereits 660 Simulationszentren, die einen Simulator in der studentischen Lehre und ärztlichen Ausbildung der Anästhesie und Notfallmedizin nutzten (20).

#### **1.5 Aktuelle Studienlage zum Simulations-basierten Lernen**

Medizinstudenten betrachten Simulation als eine wertvolle Curriculumsergänzung und Lernerfahrung und bewerten sie als nützlich im Rahmen ihrer Ausbildung, allerdings

mehr in Bezug auf die Lehre und das Verstehen von Zusammenhängen als auf eine mögliche gezielte Prüfungsvorbereitung (21).

Weller et al. kamen in jüngster Zeit bei einer durch Studenten im 4. Jahr durchgeführten Evaluation einer Simulation für das Management medizinischer Notfälle zu dem Ergebnis, dass Studenten insbesondere die Anwendung von Theorie in der Praxis und die Möglichkeit, bestimmte Fähigkeiten in sicherer Lernumgebung zu erwerben am Simulatortraining zu schätzen wissen (22).

Des Weiteren gaben die Studenten an, dass das Simulatortraining ihnen die Bedeutung von Teamarbeit sowie die Wichtigkeit von Aufgabenverteilung und klaren Kommunikationsstrukturen vor Augen führe und das Erlernen eines systematischen Ansatzes bei der initialen Einschätzung eines Patienten fördere (22).

In Bezug auf den zukünftigen Einsatz der Simulation in der medizinischen Ausbildung betrachteten Studenten diese als ein wertvolles, breit einsetzbares pädagogisches und didaktisch sinnvolles Instrument, das kritisches Denken fördert und Selbstbewusstsein stärkt. Sie waren der Meinung, dass es vermehrt in unterschiedlichen Disziplinen als fester Curriculumsbestandteil eingesetzt werden sollte (23).

Bei der Frage nach verbesserter Leistung der am Simulator ausgebildeten Studenten, also der tatsächlichen Effizienz der Lehrmethode im Vergleich zu anderen Lehrmethoden ist die Studienlage, anders als bei der Bewertung der Simulation aus studentischer Perspektive, unzureichend.

Auf der einen Seite zeigen einige Studien – die meisten davon beobachtend – im Vergleich mit anderen Formen des Lernens generell eine bessere Leistungen bei

Kandidaten, die eine Form von Simulatortraining durchlaufen haben (19, 20, 21, 22, 23, 17).

DeVita et al. stellten bei einer 2004 durchgeführten Studie am Beispiel des ACLS fest, dass Simulationstraining zu verbesserter Teamarbeit in koordinierter Krisenintervention in multidisziplinären Teams und deren Individuen führt. Die Kriterien an denen die Leistungsverbesserung gemessen wurde, waren hier vor allem eine bessere Aufgabenverteilung, Kooperation/Interaktion miteinander sowie die Kommunikation im Team (24).

Weller et al. kamen 2003 zu einem ähnlichen Ergebnis und berichteten über bessere Kollaborations- und Kommunikationsfähigkeiten, Führungsqualitäten sowie effizientere Strategien zur Problemlösung sowohl in Bezug auf die Prävention als auch auf das Management von Krisen nach dem Simulationstraining im Bereich der anästhesiologischen Weiterbildung (22).

Zusätzlich zu diesen Effekten zeigten Marshall et al. 2003, dass Simulatortraining zu verbesserter diagnostischer und therapeutischer Entscheidungsfindung und damit zu besseren Fähigkeiten im Bereich des Trauma Managements führt (25).

Weitere aus Simulatortraining resultierende Effekte sind anscheinend: schnellere und routiniertere Reaktionen der Teilnehmer (21, 22), weniger Abweichungen von den geltenden Guidelines (Verfahrensanweisungen) und besserer Umgang mit Krisensituationen (26).

Ebenso führt das Simulations-basierte Training (SBT) durch den realistischen Rahmen zu generell besserem Situationsbewußtsein und somit zu verbesserten Leistungen in der klinischen Praxis (23, 24, 25).

Dennoch ist die Bedeutung des Simulations-basierten Trainings für Studierende der Medizin unklar .

Sie bleibt vorerst eher intuitiv als tatsächlich durch eine Evidenz- basierte Verbesserung des Lernerfolges der Probanden belegt (4, 26, 27).

Bei den meisten bisher durchgeführten Studien handelt es sich weniger um vergleichende Untersuchungen mit klarer Definition von Effektivität, sondern mehr um beobachtende Studien und Simulatorevaluationen der Probanden (9).

Jude et al. legen beispielsweise als Kriterium zur Messung der Verbesserung der Effektivität die durch das Simulatortraining bedingte Zunahme an Selbstsicherheit zugrunde, messen aber nicht den Lernerfolg als solchen (27). Der Schluss von durch Selbsteinschätzungsbögen erfasster Zunahme an Selbstsicherheit auf eine Steigerung der Leistung ist inkonsistent und vermischt die Begrifflichkeiten.

Simulatoren können mit ihren wesentlichen Eigenschaften im Sinne der unmittelbaren Rückmeldung im SBT und der Möglichkeit sich in der Übung individualisiert und kontrolliert den Wiederholungseffekt zu Nutze zu machen als effektives Lehrinstrument bezeichnet werden (28), aber ob dies alleine ausreicht, um die Integration des SBT in das reguläre Curriculum zu rechtfertigen ist noch unklar.

Wenn die Simulation ein integraler Bestandteil der medizinischen Ausbildung werden soll, muss die Effektivität der Methode klar belegt werden.

Ein kürzlich veröffentlichtes Review listete Kriterien für die Effektivität der Simulation auf. So sollte der Nachweis eines überlegenen Lehrerfolges, einer verbesserten Praxis und letztendlich eines verbesserten Patienten Outcome bestehen (29).

## **1.6 Problem-orientiertes Lernen (POL)**

Problem-orientiertes Lernen (POL) ist eine interaktive Lehrmethode, bei der ein in schriftlicher Form vorliegender klinischer Fall als der Stimulus zur Aneignung und Anwendung von Wissen fungiert. Von den Studenten wird erwartet den Fall auf der Basis der vorliegenden Informationen einzuschätzen, zu bewerten und zu managen. Das hierfür erforderliche Wissen eignen sie sich im Selbststudium an und je nach Fortschritt der Gruppe bei der Bewältigung der Fragestellung erhalten die Studenten verbales Feedback vom anwesenden Tutor. Ebenso stellt dieser, wenn angemessen, weitere Informationen im Sinne der Fallprogression in schriftlicher Form bereit (30). Problem-orientiertes Lernen wird auch als Problem-basiertes Lernen (PBL) bezeichnet, die Begriffe sind synonym.

Es handelt sich um eine Lehrmethode, die das Studium von klinischen Fällen, Kleingruppendiskussion, individuelles Selbststudium mit anschließender Kollaboration und hypothetisch- deduktives Denken in den Mittelpunkt stellt. Dem Prozess in der Gruppe wird mehr Gewicht gegeben als der Übermittlung von Informationen an Einzelne (31).

Charlin et al. haben 1998 die Kernprinzipien für das Problem-orientierte Lernen definiert: das Problem ist der Stimulus für den Lernprozess, es handelt sich um ein ganzheitliches Lehrkonzept anstatt um eine isolierte Technik und der Student steht im Zentrum der Methode. Vier Kriterien kennzeichnen den Effekt auf das Lernen: (1) das aktive Prozessieren von Informationen, (2) die Aktivierung von bereits erworbenem Wissen, (3) der Kontext des klinischen Rahmens und (4) die Gelegenheit Wissen zu organisieren und auszuarbeiten (32).

## **1.7 Ziel dieser Studie**

POL und SBT ähneln sich insofern, als dass bei beiden Methoden prospektive Evaluation und Management, die dynamische Entwicklung eines Szenarios und das Feedback in diesem Prozess im Mittelpunkt stehen.

Der Unterschied liegt darin, dass im PBL Mannequins, medizinische Ausrüstung, Patientenmonitoring oder anderes medizinisches Personal keine Rolle spielen.

Ebenso erhalten Studenten während des POL Unterrichts rein verbales Feedback während in der Simulation die Reaktionen auf Interventionen wie zum Beispiel Medikamentengabe auf dem Monitor verfolgt oder durch körperliche Untersuchung eingeschätzt werden können.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es die Effektivität von Simulator-basiertem Training im Vergleich zum Problem-orientiertem Lernen in der studentischen Lehre in dem Gebiet der Anästhesie in einem kontrollierten Rahmen zu evaluieren.



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

Die vorliegende Studie wurde von der Ethik-Kommission der Ärztekammer Westfalen-Lippe und der medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster genehmigt. Alle Studenten gaben ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie.

### **2.1 Rahmenbedingungen**

Die Studie wurde im Simulationszentrum der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin der Universitätsklinik Münster (UKM) durchgeführt.

Das Simulatorzentrum besteht aus drei Räumen: Einem Konferenzraum zu Schulungs- und Demonstrationszwecken, einem Kontrollraum, der die Steuerungseinheit des Simulators beherbergt und dem eigentlichen Simulationsraum.

Der Simulationsraum ist einer typischen Anästhesie Einleitung nachempfunden und enthält demgemäß neben dem Mannequin auch die nötigen Gerätschaften wie z.B. Ventilatoren, Medikamente, Monitore, Notfallwagen, Schränke und Arbeitsflächen.

Die Teilnehmer sind verpflichtet OP - Kleidung zu tragen.

Zwei im Simulatorraum angebrachte Videokameras ermöglichen die Übertragung in den Kontrollraum aus unterschiedlichen Perspektiven sowie die digitale Aufzeichnung der Szenarien.

Gleichzeitig lässt sich die stattfindende Simulation, wenn gewünscht, simultan in den angrenzenden Kontrollraum übertragen, so dass es für Zuschauer möglich ist dem Szenario zu folgen, ohne dabei als Störfaktoren zu fungieren.

Die Kommunikation zwischen Simulations- und Kontrollraum ist entweder durch ein Telefon und/oder Lautsprecher möglich und -wenn erforderlich- kann die

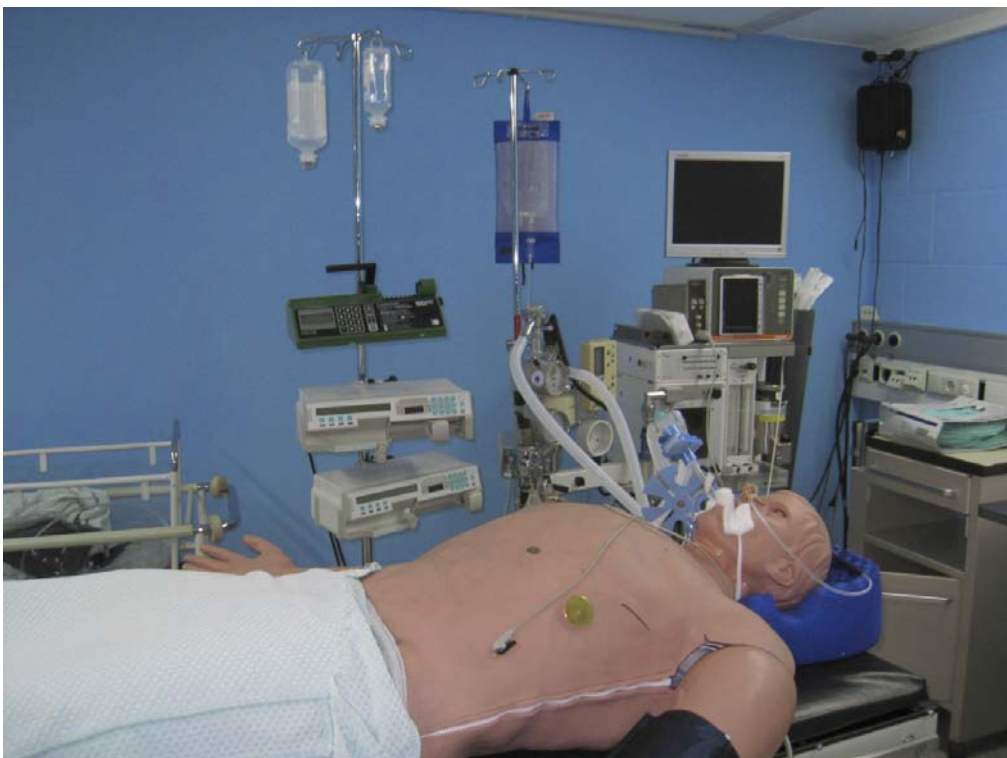
anästhesiologische Fachpflegekraft, die den Probanden unterstützt, per Funkverbindung Anweisungen aus dem Kontrollraum erhalten, ohne dass diese für den Probanden hörbar sind.



**Abbildung 1: Simulationsraum im Simulationszentrum - UKM**



**Abbildung 2: Simulationsraum im Simulationszentrum - UKM**



**Abbildung 3: Mannequin des Münsteraner Anästhesiesimulators**



**Abbildung 4: Kontrollraum des Simulationszentrums**

### 2.1.1 Der Simulator

Bei dem im Simulationszentrum Münster und für diese Studie verwendeten Simulatormodell handelt es sich um einen ECS® der Firma METI (Medical Educational Technologies, Inc., Sarasota, FL, USA).

Der ECS® ist ein high fidelity full-scale Simulator bestehend aus einem lebensgrossen Mannequin sowie der dazugehörigen Software.

Der ECS® lässt sich an Monitore anschließen und kann unterschiedliche EKG Rhythmen simulieren, lässt sich defibrillieren und steht für das Training der Kardiokompression im Advanced Life Support Training ebenso zur Verfügung wie für die Platzierung von Thoraxdrainagen im Advanced Trauma Life Support Training.

Ebenso ermöglicht die technische Ausstattung verschiedene Zustände im Atemwegsmanagement zu simulieren: von der komplikationslosen Intubation über die

abgestufte Schwellung der Zunge und den Laryngospasmus bis hin zu einer „Cannot intubate, cannot ventilate“ Situation, bei der man am ECS® Simulator die hintere Rachenwand anschwellen lassen kann.

Des Weiteren verfügt der ECS® über eine Medikamenten Datenbank, so dass sich bei der Gabe von Medikamenten gemäß der erwarteten Wirkung die Physiologie des Simulators verändert.

Der ECS® besitzt außerdem bilaterale Carotispulse sowie einen Brachialis-, Radialis-, Femoralis-, Popliteal- und Fusspuls sowie blinkende Augenlider und auf 3 Größen einstellbare Pupillen (33).

Insgesamt entsteht so eine Umgebung mit hoher Realitätsnähe, in dem sowohl individuelle Fähigkeiten als auch Koordination und Effizienz in der Teamarbeit trainiert werden können.

## **2.2 Teilnehmer und Kursumfang**

Bei den in die Studie eingeschlossenen Probanden handelte es sich um Medizinstudenten im vierten Studienjahr, die an einem an das Curriculum als Kurs angegliederten Anästhesiesimulator-Training teilnahmen.

Dieser Kurs wird Medizinstudenten von der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin des UKM (Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Hugo Van Aken) im Rahmen der anästhesiologischen Ausbildung seit vielen Jahren angeboten und ist gut etabliert.

Grundsätzlich besteht der Kurs aus 6 Trainingseinheiten am Simulator.

Um sicherzustellen, dass alle Studenten sich mit dem Simulator vertraut gemacht und sich an die künstliche Umgebung gewöhnt hatten sowie um ein ähnliches Level der notwendigen technischen Fähigkeiten der Studenten (wie zum Beispiel Intubation, Venenpunktion etc.) für den Versuch zu gewährleisten, wurden die Studenten erst nach der dritten Lehreinheit im Simulator für die Studie rekrutiert.

Im Laufe der ersten drei Kurstage hatten alle Studenten gelernt, ihre Gedanken zu verbalisieren während sie an einem Szenario arbeiteten und wurden ebenso rückversichert, dass ihre Leistung in den Tests zur Studie keinen Einfluss auf die letztendliche Bewertung des Simulatorkurses hätten.

Studenten, die nicht an allen drei Kurstagen vor dem Beginn der Studie teilnahmen, wurden von dieser ausgeschlossen.

Die Randomisierung erfolgte mit einem Zufallsgenerator, der die Probanden entweder der Gruppe SBL oder der Gruppe POL zuwies.

### **2.3 Szenario: Rapid Sequence Induction (RSI)**

Die Rapid Sequence Induction ist ein standardisiertes Verfahren in der Anästhesie, das bei der Narkoseeinleitung des nicht nüchternen Patienten verwendet wird.

Als nicht nüchtern gelten nicht nur Patienten, die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes Nahrungsmittel zu sich genommen haben (6 Stunden vor Narkose soll der Patient auf feste Nahrung, 2 Stunden vorher auch auf klare Getränke verzichten), sondern auch Patienten mit akuten abdominalen Beschwerden wie z.B. aktivem Erbrechen, Ileus, akutem Abdomen, symptomatischer gastroösophagealer Refluxkrankheit oder Pylorospasmus.

Ebenso ist eine RSI indiziert bei Notfällen, extremer Angst, Schwangeren ab der 20. Schwangerschaftswoche, Schädel-Hirn-Traumata und bei Patienten mit Ösophagusfistel oder -divertikel sowie bei Zustand nach intrathorakaler Gastroösophagostomien (34).

Die Rapid Sequence Induction unterscheidet sich in zahlreichen Aspekten von einer Standardeinleitung, ist jedoch als standardisierter Algorithmus klar definiert, innerhalb dessen es nötig ist einige Vorbereitungen zu treffen, um eine sichere Narkoseeinleitung zu gewährleisten.

Die notwendigen Schritte zur regelrechten Durchführung der RSI wurden mit Hilfe eines modifizierten Delphi Prozesses ermittelt und sind in Tabelle 1 als Anlage I aufgeführt.

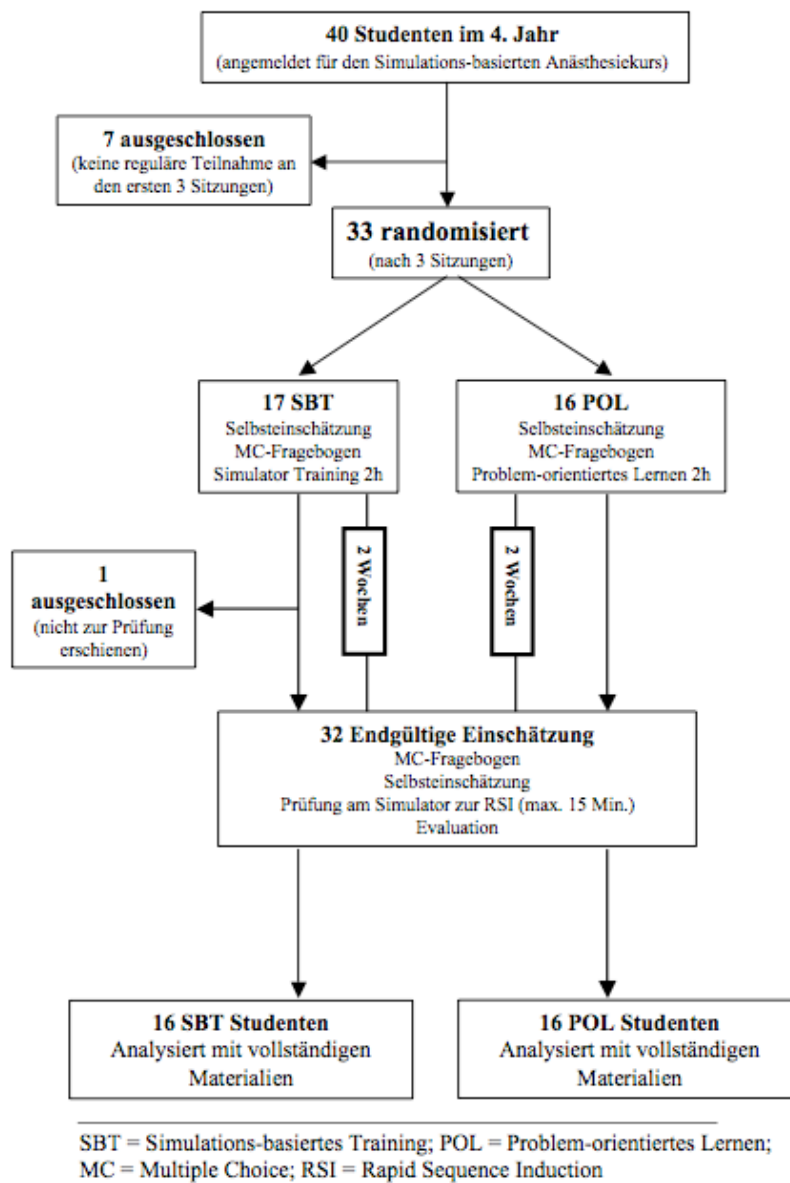


Abbildung 5: Flussdiagramm des Studiendesigns



## **2.4 Vorläufige Einschätzung**

Sowohl die Teilnehmer der SBT Gruppe als auch der POL Gruppe wurden vor den Lehrsitzen gebeten einen Selbsteinschätzungs-Fragebogen auszufüllen sowie einen Multiple-choice Test, der konkretes Wissen zur RSI abfragte, zu machen.

### 2.4.1 Selbsteinschätzung

Im Rahmen des Selbsteinschätzungs-Fragebogens konnten die Probanden Angaben zur subjektiven Einschätzung ihrer eigenen Sicherheit in Bezug auf das theoretische Wissen sowie die praktische Durchführung der Rapid Sequence Induction machen.

Es handelt sich bei dem Fragebogen um eine deutsche Fassung mit 5 Fragen, die in Form einer 5 Punkte Likert Skala (1= sehr unsicher, 5= sehr sicher) die 4 Kategorien zur Erfassung der Selbstsicherheit von Medizinstudenten umfassen (siehe Anhang).

### 2.4.2 Multiple-Choice Fragen

Ebenso wurden die Studenten gebeten, an einem 9 Fragen umfassenden Multiple-choice (MC) Test teilzunehmen, der das theoretische Wissen über die Rapid Sequence Induction testete (siehe Anlage III ).

Dieser Test fragte sowohl generelles Wissen über Definitionen und allgemeine Vorbereitungsmaßnahmen sowie konkrete Fragen zur Durchführung der RSI ab.

Es konnten jeweils mehrere der 5 Antwortmöglichkeiten zu einer Frage richtig sein.

Die Antworten wurden nur als richtig gewertet, wenn exakt diese und keine falschen angekreuzt wurden.

## **2.5 Lehr-Sitzung zur Rapid Sequence Induction am Simulator**

Die Studenten in der SBT Gruppe erhielten eine Übungs-Sitzung im Simulator.

Hierbei wurde ein fiktiver Fall eines nicht nüchternen Patienten, der eine sofortige Notfall Operation benötigt, präsentiert.

Anschließend wurde mit den Studenten eine Strategie zur Narkoseeinleitung bei diesem Patienten entwickelt, woraus schließlich - mit Hilfe des Instructors - das Konzept der Rapid Sequence Induction generiert wurde, welches im Zuge dieses Prozesses von jedem Studenten einmal systematisch am Simulator durchgespielt wurde. Hierbei spielte der Instruktor die Rolle der assistierenden Anästhesiepflegekraft und die anderen Studenten mussten derweil den Simulationsraum verlassen.

Nach dem Durchspielen des Falls erhielt jeder Student vom Instruktor Szenario-spezifisches Feedback.

## **2.6 Lehr-Sitzung zur Rapid Sequence Induction als Problem-orientierte**

### **Diskussion**

Die Studenten in der Problem-orientiertes Lernen (POL) Gruppe erhielten den gleichen Fall wie die Studenten am Simulator.

Mithilfe eines erfahrenen POL Tutors und der entsprechenden Fachliteratur entwickelten sie in der Diskussion Strategien für das Management eines nicht

nüchternen Patienten und wurden anschliessend über die genaue Durchführung in der Praxis informiert.

Wie auch in der SBT Sitzung wurden die Studenten in der POL Sitzung dazu aufgefordert, ihren Gedankenprozess zu verbalisieren.

Beide Gruppen hatten für die entsprechende Lehrmethode den gleichen Zeitrahmen zur Verfügung.

Die beiden Instruktoren hatten exakt die gleichen Lehr- und Zielvorgaben, die sich eng an die im Anhang aufgelistete Tabelle 1 zu den Erfordernissen zur Durchführung einer erfolgreichen RSI anlehnen.

Für die Lehrsitzungen wurden die Studenten beider Gruppen jeweils in 3 Kleingruppen eingeteilt. Jede Kleingruppe, also alle Studenten jeweils der SBT und der POL Gruppe, wurde während der gesamten Intervention von demselben SBT Instruktor bzw. POL Tutor betreut.

## **2.7 Endgültige Einschätzung**

### 2.7.1 Evaluation am Simulator

10 bis 14 Tage nach der SBT bzw. POL Sitzung wurden beide Gruppen am Simulator evaluiert. Als Szenario wurde ein nicht nüchterner Patient, der eine Notoperation benötigt, vorgegeben. Die Narkoseeinleitung sollte demnach lege artis in Form der RSI erfolgen.

Wie auch schon in der Übungssitzung am Simulator, war jeder Student individuell für das Management des Falles verantwortlich. Der zur Verfügung stehende Zeitrahmen betrug maximal 15 Minuten.

Alle Teilnehmer bekamen den selben Fall und wurden von einer erfahrenen Anästhesiefachpflegekraft unterstützt, die ihrerseits der Anweisung folgte, keinerlei Initiative zu zeigen, sondern ausschließlich auf Anweisungen der Probanden zu reagieren.

Die Simulation wurde auf Video aufgezeichnet und zwei unabhängige Betrachter, die in Bezug auf die Gruppenzugehörigkeit der Studenten geblinded waren, werteten die Leistung der Probanden aus, indem sie erbrachte Aspekte auf der Liste der erforderlichen Leistungen zur erfolgreichen Durchführung der RSI abhakten (siehe Tabelle 1).

Im Falle von Unstimmigkeiten wurde ein dritter unabhängiger Betrachter hinzugezogen.

### 2.7.2 Selbsteinschätzung

Vor der Intervention wurden die Studenten gebeten, den gleichen Fragebogen zur Selbsteinschätzung auszufüllen, den sie bereits vor der ersten SBT bzw. POL Sitzung ausgefüllt hatten (siehe Anlage 2).

### 2.7.3 Multiple-Choice Fragen

Ebenso unterzogen sich die Probanden erneut dem MC-Test, dem sie sich bereits vor der jeweiligen Übungssitzung unterzogen hatten (siehe Anlage 3).

## **2.8 Kursevaluation**

Nach dem Ausfüllen von Selbsteinschätzungsbögen, MC-Test und der Simulatorprüfung wurden die Studenten gebeten, den Kursaufbau, ihre individuelle Lernerfahrung und die jeweilige Lehrmethode auf einer 5 Punkte Likert Skala (1= trifft völlig zu, 5= trifft überhaupt nicht zu) in einer 12 Fragen umfassenden Kursevaluation zu bewerten.

## **2.9 Statistik**

### 2.9.1 Der modifizierte Delphi-Prozess

Bei dem modifizierten Delphi Prozess handelt es sich um eine Methode, die verwendet wird um einen Konsens unter Experten zu einem ausgewiesenen Thema zu erreichen.

Hierbei lässt man 6 auf dem entsprechenden Gebiet renommierten Experten eine Liste mit Aspekten zukommen und bittet sie, diese gemäß ihrer Wichtigkeit auf einer 5 Punkte Likert Skala (1= nicht wichtig, 5= extrem wichtig) einzuordnen.

In dem Fall der vorliegenden Studie handelte es sich um eine Liste mit Vorkehrungen und Handlungen, die man zur Durchführung einer regelrechten RSI treffen bzw. durchführen muss.

Jeder Experte hat die Möglichkeit, diese Vorkehrungen und Handlungen von der Liste zu eliminieren oder solche hinzuzufügen sowie sachbezogene Kommentare abzugeben (Runde 1).

Die Informationen werden von den Koordinatoren der Studie gesammelt und die Mittelwerte und Standardabweichungen für jeden Aspekt werden berechnet. Dann wurde die Liste zusammen mit den gesammelten Kommentaren erneut verteilt und jeder Experte hatte die Möglichkeit seine Bewertungen zu verändern, die vom Mittelwert abweichen oder dies nicht zu tun und die Gründe dafür zu erläutern (Runde 2).

Ein weiteres Mal wurden die Daten gesammelt, die Mittelwerte berechnet und das Ergebnis mit Kommentaren an die Experten weitergeleitet, die wieder die Chance haben, ihre vom Mittelwert abweichenden Bewertungen zu ändern (Runde 3).

Dieser Prozess wird solange wiederholt bis der Grad der Abweichung akzeptabel ist (35).

Im Fall der vorliegenden Studie durchlief der Prozess 3 Runden und das Maß der Übereinstimmung wurde gemäß des Kendall W Tests auf 0.75 festgelegt (1= vollständige Übereinstimmung, 0= gar keine Übereinstimmung).

Das Resultat war eine Liste mit Aspekten zur vollständigen Durchführung der RSI, von der jeder Aspekt mit einem Faktor von 1 bis 5 gewichtet wurde.

Jeder Punkt, der von dem Studenten während der Prüfungssitzung ausgeführt wurde, wurde auf der Liste abgehakt und anschließend mit seinem Faktor multipliziert.

Die Summe davon ergab die Gesamtpunktzahl der Prüfung am Simulator.

### 2.9.2 Fallzahlplanung

Zur Fallzahlplanung wurde anhand mehrerer Variablen ( Punktzahl auf der Delphi-Liste und den Evaluationsbögen, Präoxygenierungszeit, Zeit zwischen Induktion und Intubation) ein Unterschied von 20% zwischen den Gruppen als bedeutsam angesehen. Demnach beträgt die benötigte Fallzahl, bei einem Signifikanzniveau von  $p =$  oder  $< 0,05$  und einer Power von 0,8 für zweiseitige Tests, 15 Probanden pro Gruppe.

### 2.9.3 Demographie und Test-Vergleiche

Sowohl die Selbsteinschätzungen und MC-Tests vor und nach den SBT und POL Sitzungen sowie die endgültige Bewertung am Simulator beider Gruppen wurden mittels wiederholte univariante Varianzanalyse ANOVA verglichen.

Die parametrischen Daten wurden mit dem t- Test verglichen und  $p < 0.05$  als statistisch signifikant festgelegt.

Die Effektgröße  $d$  für die praktische Relevanz einer statistischen Signifikanz zur Bewertung der Einführung einer neuen Lehrmethode wurde an entsprechender Stelle errechnet.

### ***3 Ergebnisse***

#### **3.1 Der Delphi-Prozess**

Die Liste von Aspekten zur erfolgreichen Durchführung der RSI und die endgültigen Wertungen dieser sind in Tabelle 1 im Anhang dargestellt.

Nach der ersten Bewertungsrunde der Experten betrug das Maß der Übereinstimmung nach Kendall W 0.58.

Mittelwerte und Standardabweichungen für jeden Aspekt wurden errechnet und die Punktzahlen, welche eine Standardabweichung von  $> 0.8$  aufwiesen, wurden von den Experten gemäß oben beschriebenem Prozess reevaluiert.

Für 10 Aspekte der initialen Liste war eine zweite Reevaluationsrunde notwendig, für 2 von diesen eine dritte, um letztendlich eine Ziel Übereinstimmung von  $> 0.75$  zu erreichen.

Das endgültige Bewertungssystem beinhaltete 39 beobachtbare Punkte, die jeweils mit einer Gewichtung von 1 bis 5 gewertet wurden und einen maximalen Gesamtpunktwert von 170.5 ergaben.

#### **3.2 Demographie**

Von 40 möglichen Kandidaten wurden 32 Studenten in die Studie eingeschlossen (Abbildung 5). 13 (41%) der Studenten waren weiblich, 19 (59%) männlich; in der SBT Gruppe waren 10 Probanden männlich und 6 weiblich, während in der POL Gruppe 9 Probanden männlich und 7 weiblich waren.



Der mittlere Altersdurchschnitt betrug 25.4 +/- 2.4 Jahre.

Bei allen Studenten handelte es sich um Studenten des 7. oder 8. Fachsemesters, also des vierten Studienjahres und keiner der Teilnehmer hatte zuvor an irgendeiner Form von anästhesiologischem Training teilgenommen und keiner der Teilnehmer hatte eine vorherige Ausbildung im medizinischen Bereich (z.B. Krankenschwester/ -pfleger, Rettungsassistent/in oder Rettungsanitäter/in).

### **3.3 Multiple-Choice Tests**

Die Durchschnittsergebnisse der Multiple-Choice Tests sind in Abbildung 8 dargestellt.

Die durchschnittlichen Ergebnisse (+/- Standardabweichung) in der SBT und der POL Gruppe waren 2.9 +/- 2.1 und 3.1 +/- 1.8 vor und 5.6 +/-1.6 und 5.4 +/- 1.8 nach der entsprechenden Sitzung.

Durch beide Lehrverfahren haben sich die Punktwerte signifikant erhöht ( $p < 0.001$ ).

Es war jedoch kein signifikanter Unterschied in der Verbesserung zwischen den beiden Gruppen festzustellen ( $p > 0.05$ ).

### 3.4 Selbsteinschätzung

Die Ergebnisse der Selbsteinschätzung sind ebenfalls in Abbildung 8 dargestellt.

Beide Gruppen erreichten vor der SBT bzw. POL Sitzung in Bezug auf die Definition der RSI, die Indikationsstellung für die RSI, die Vorbereitung dieser, der Durchführung des korrekten Ablaufs und der letztendlich tatsächlichen Durchführung der eigentlichen RSI ähnliche Punktzahlen.

Es war ein geringer Unterschied in Bezug auf die korrekte Vorbereitung, also das Bereitstellen von Medikamenten und Utensilien für die RSI festzustellen. Dieser war jedoch nicht signifikant ( $p > 0.05$ ).

Nach den jeweiligen Sitzungen schätzten sich alle Studenten als sicherer in Bezug auf die oben genannten Punkte ein.

Die detaillierte Darstellung dieser Unterschiede findet sich in Abbildung 6 und 7.

Vor der Sitzung erreichten die Studenten in der SBT Gruppe 12.2 +/- 3.9 Punkte und 12.9 +/- 3.2 Punkte in der POL Gruppe; nach der Sitzung betrug die Punktzahlen 21.0 +/- 3.2 in der SBT und 19.4 +/- 1.9 in der POL Gruppe.

In beiden Gruppen war die Zunahme an Selbstsicherheit signifikant ( $p < 0.001$ ) und im Unterschied zwischen den Gruppen fühlten sich die Probanden in der SBT Gruppe signifikant sicherer als in der POL Gruppe ( $p < 0.05$ ).

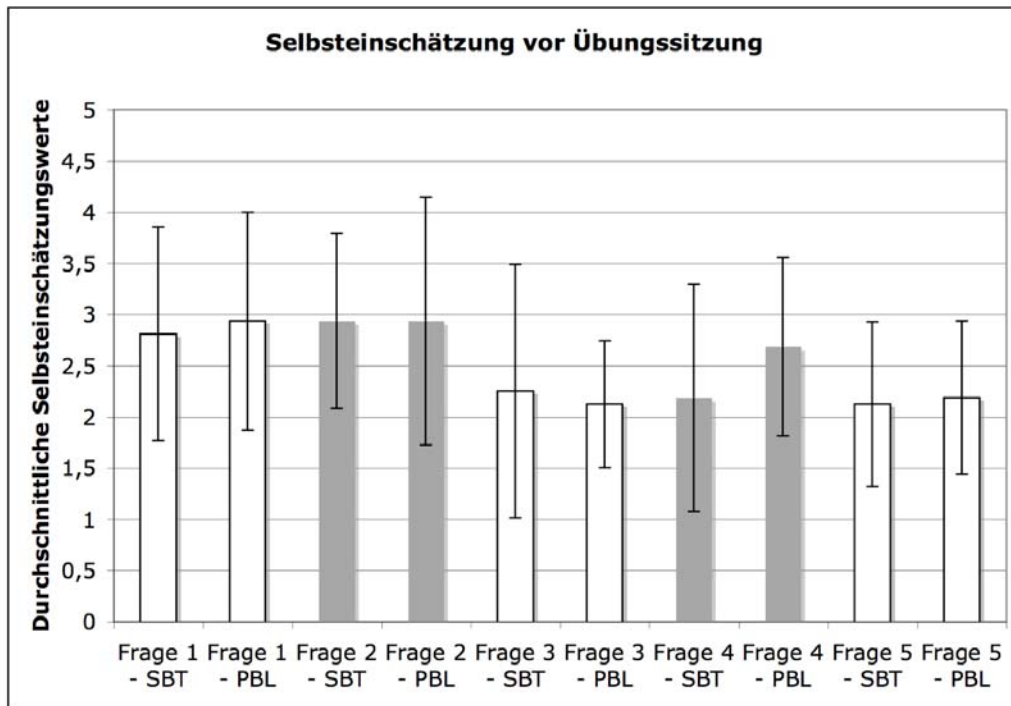


Abbildung 6: Selbsteinschätzung der Probanden beider Gruppen vor der Übungssitzung  
 SBT= Simulations-basiertes Lernen; PBL = Problem-orientiertes Lernen

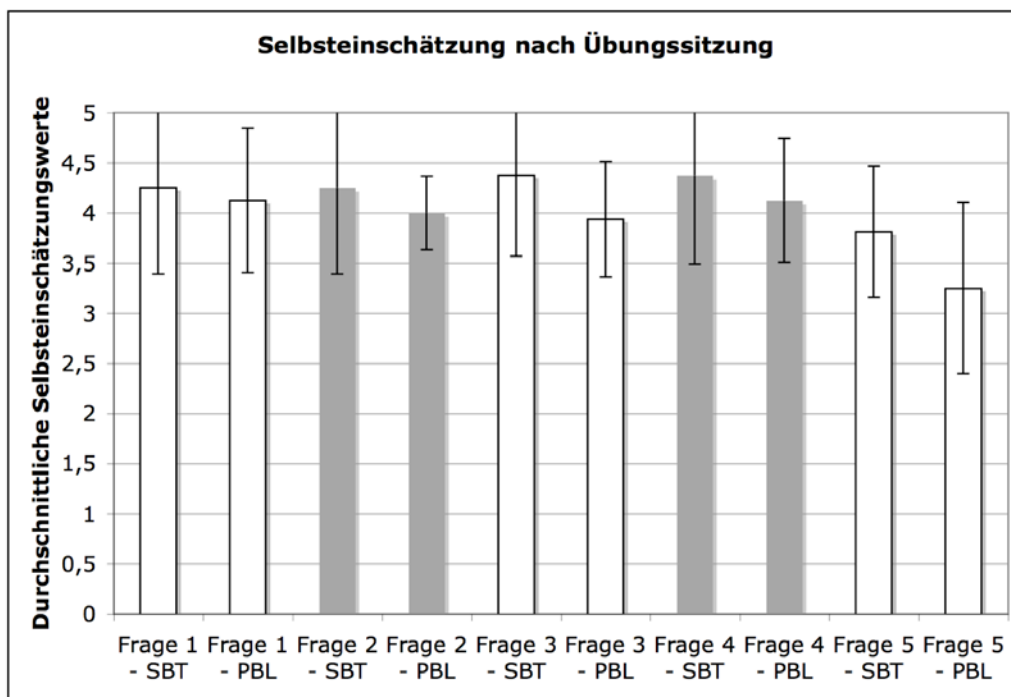
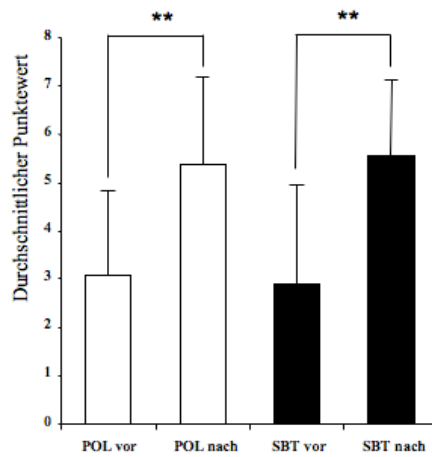
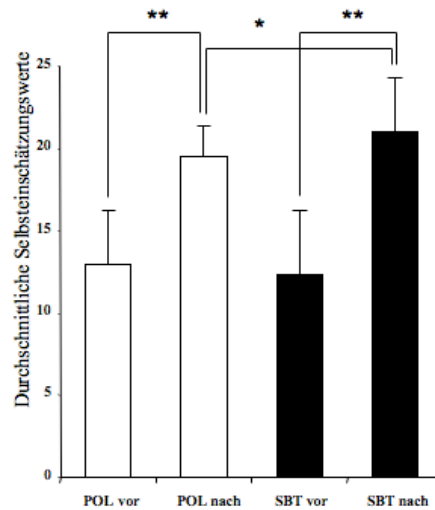


Abbildung 7: Selbsteinschätzung der Probanden beider Gruppen nach der Übungssitzung  
 SBT= Simulations-basiertes Lernen; PBL = Problem-orientiertes Lernen

### Multiple choice Test



### Selbsteinschätzung



POL = Problem orientiertes Lernen;  
SBT = Simulations basiertes Lernen;  
\*\* =  $p < 0,001$ , \* =  $p < 0,05$  (Mann-Whitney-U Test)

Abbildung 8: Ergebnisse des Multiple Choice Testes und der Selbsteinschätzung, durchgeführt jeweils vor und nach der Prüfung am Simulator.

### 3.5 Testsitzung am Simulator

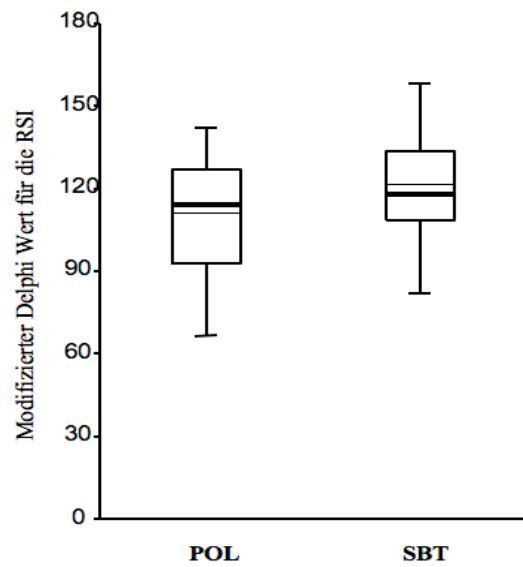
Alle 32 Studenten, die in die Studie eingeschlossen wurden führten die RSI am Simulator aus. Das Szenario war für alle Teilnehmer gleich.

Die von beiden Gruppen erzielten Punktwerte sind in Abbildung 9 dargestellt.

Die unterschiedliche Wichtung der Aspekte der Liste zugrunde legend, erreichten die Studenten in der SBT Gruppe 121.69 +/- 19.2 Punkte (71.4% der Maximalpunktzahl von 170.5), während die Studenten der POL Gruppe 113.31 +/- 21.0 Punkte (65.3% der Maximalpunktzahl) erzielten.

Dieser Unterschied war nicht statistisch signifikant ( $p > 0.05$ ).

Die Effekt Größe für die Einschätzung am Simulator betrug  $d = 0.52$ .



POL = Problem orientiertes Lernen;  
 SBT =Simulation basiertes Lernen;  
 RSI = Radid Sequence Induction

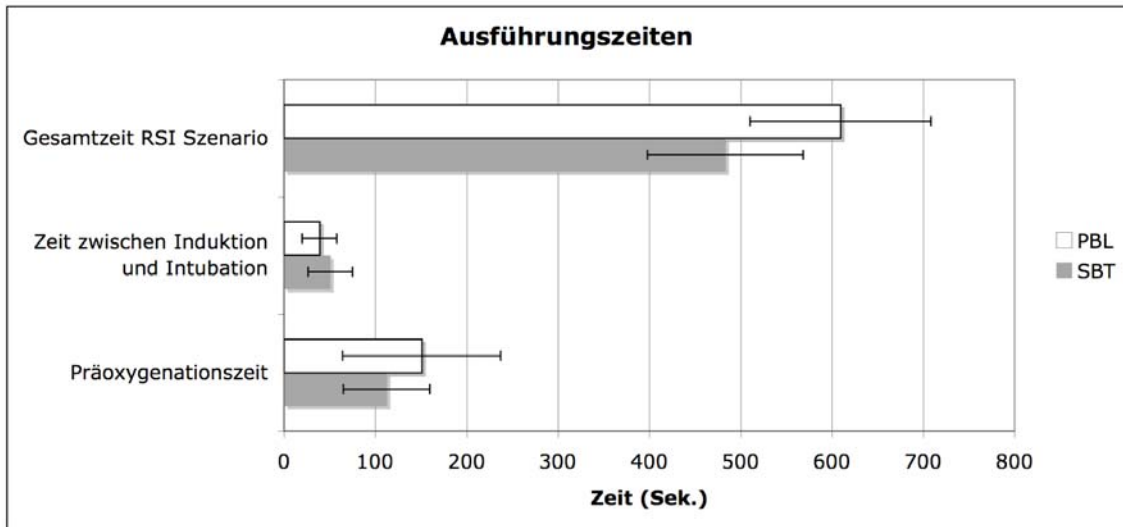
**Abbildung 9: Gesamtpunktzahl bei der Prüfung zur regelrechten Durchführung der RSI; Gesamtpunktzahl ermittelt von Experten gemäß dem modifizierten Delphi Prozess; Boxplots zeigen Mittelwerte (dünne Balken), Mediane (breite Balken), 25% und 75% Perzentilen (Box) und 5% und 95% Perzentilen (Whiskers).**

Bei der Auswertung der für bestimmte Aspekte der Liste bzw. der für die Fertigstellung des gesamten Fallszenarios benötigten Zeit ließ sich feststellen, dass die SBT Gruppe signifikant weniger Zeit für die Vollendung des Falles benötigte als die POL Gruppe ( $p < 0.001$ ; siehe Tabelle 2, Abbildung 10)

**Tabelle 2** Ausführungszeiten

	SBT		POL		
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	
Präoxygenationszeit (Sek)	112,2	47,4	150,6	86,5	$p > 0,05$
Zeit zwischen Induktion und Intubation (Sek)	50,4	24,3	38,8	18,8	$p < 0,05$
Gesamtzeit RSI Szenario (Sek)	483,3	85,1	609,3	99,1	$p < 0,001$

POL = Problem-orientiertes Lernen; SBT = Simulations-basiertes Lernen  
SD = Standardabweichung; p- Werte gemäß des Mann-Whitney U- Tests



**Abbildung 10: Ausführungszeiten der beiden Gruppen in Bezug auf die drei Aspekte Gesamtzeit des RSI Szenarios, Zeit zwischen Induktion und Intubation und Präoxygenationszeit. SBT = Simulations-basiertes Lernen; PBL = Problem-orientiertes Lernen**

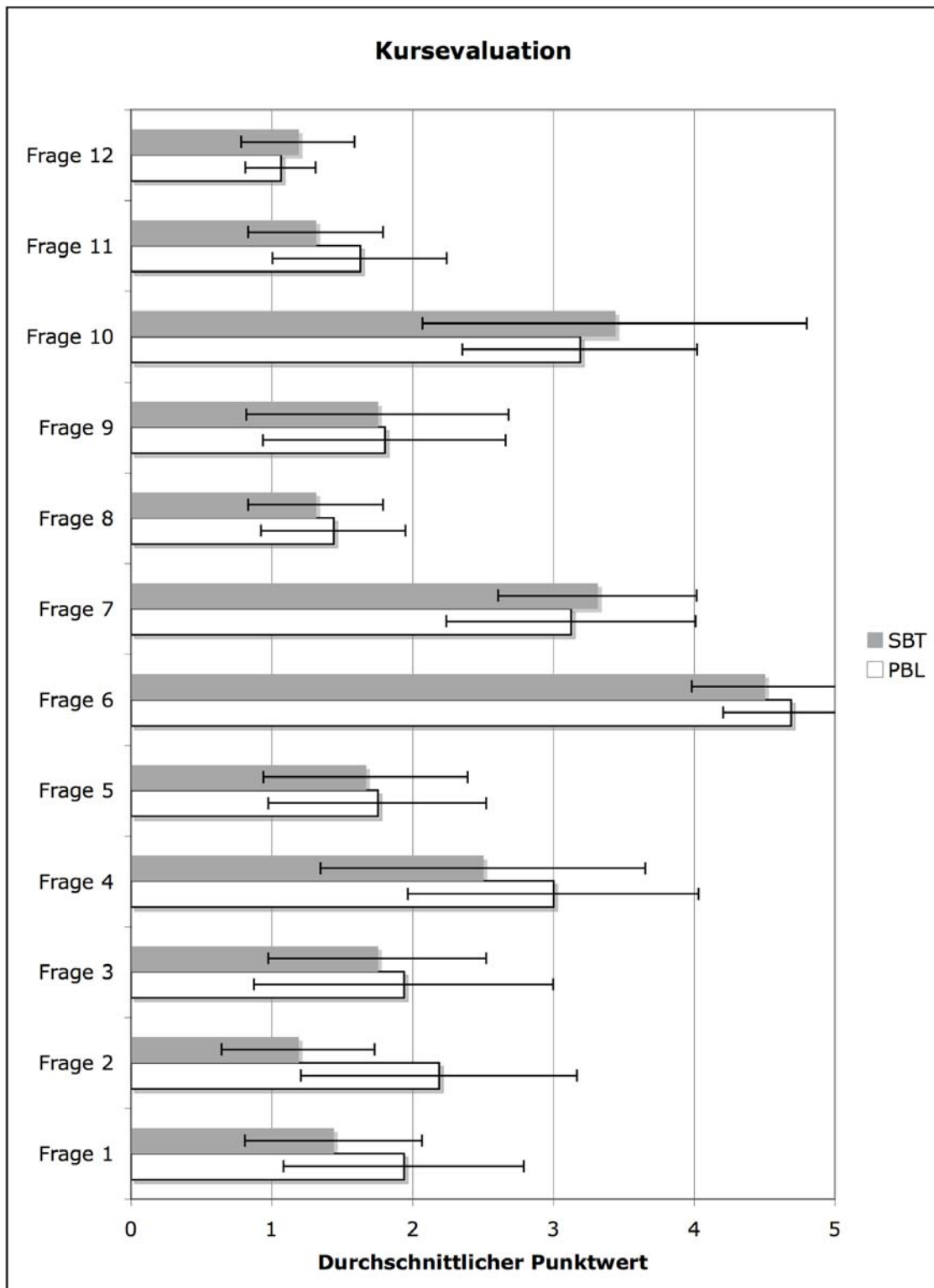


### **3.6 Kursevaluation**

Die Rücklaufquote des Kursevaluationsbogens betrug 93,75%; jeweils ein Proband der SBT und ein Proband der POL Gruppe reichten die Evaluation nicht ein.

Alle 12 Aspekte wurden sowohl von den SBT als auch den POL Studenten ähnlich bewertet. Bei der Frage, ob die jeweilige Lehrmethode den Transfer theoretischen Wissens in die Klinische Praxis erleichtern würde, befanden jedoch die SBT Studenten ihre Methode signifikant geeigneter als die POL Studenten ( $p < 0.001$ ).

Das Ergebnis der Evaluationsbögen ist in Abbildung 11 dargestellt.



**Abbildung 11: Ergebnis des Evaluationsbogens**  
 SBT = Simulations-basiertes Lernen; PBL = Problem-orientiertes Lernen

## ***4 Diskussion***

Mit neuen Lehrmethoden wie dem SBT sind hohe Erwartungen assoziiert. Hierbei handelt es sich im Falle des Simulatortrainings vor allem um den Erwerb von klinisch-praktischen Fähigkeiten in einer sicheren aber gleichzeitig realistischen Lernumgebung. In der vorliegenden Studie, in der Medizinstudenten ein klinisch wichtiger Algorithmus entweder in Form des POL oder des SBT gelehrt wurde, stellte sich in Bezug auf die letztendlich umgesetzte theoretische und klinische Leistung im Sinne einer Reproduktion des Gelehrten keine der beiden Methoden als überlegen heraus.

Überraschenderweise war die Leistung der Studenten der POL Gruppe in der Evaluation am Simulator der der Studenten aus der SBT Gruppe gleichwertig.

In der aktuellen Literatur lassen sich 2 Studien finden, die bei Vergleichen des Simulationstrainings mit anderen Lehrmethoden in Bereichen der Akutmedizin ebenfalls zu einem gleichwertigen oder sogar für das SBT negativen Ergebnis kommen (36, 37).

Morgan et al. führten 2002 eine randomisierte Studie mit 144 Medizinstudenten im vierten Jahr durch, bei der SBT mit Video-basierter Lehre verglichen wurde. Hierzu wurden die Studenten nach einer allen gemeinsamen 5 minütigen Einführung am Simulator in 2 Gruppen geteilt, in denen jede Gruppe und Kontrollgruppe jeweils 1 von 3 Szenarios entweder am Simulator oder durch Videodemonstration einer Simulatorsitzung erlernte.

Beide Gruppen wurden jeweils von einem Mitglied der Fakultät geleitet.

Beide Gruppe unterliefen am selben Tag der Prüfung am Simulator. Die Simulatorgruppe erhielt zuvor noch eine sich nicht mit dem geprüften Thema überschneidende Lehrsitzung in Form des Video-assistierten Lernens. Die Video-basiertes Lernen Gruppe unterzog sich während dieser Phase einer entsprechend dem Prüfungskontext fernen Simulatorsitzung.

Von den Studenten wurde erwartet, gewisse Basisfertigkeiten zu erlernen und durchzuführen und vor allem medizinische Urteile auf der Basis von Informationen und den Konsequenzen ihrer Handlungen zu treffen.

In der Prüfung am Simulator war kein signifikanter Unterschied in der Leistung der SBT Gruppe im Vergleich zur Video-assistiertes Lernen Gruppe festzustellen (36).

Es ist jedoch zu bemerken, dass die von Morgan untersuchten Studenten zwar die gleiche, aber insgesamt nur kurze Einführung und Gesamtzeit (1h35min) zur Verfügung hatten sich mit dem Simulator und der initial unkomfortablen Situation der Simulation des menschlichen Lebens in Form eines Mannequins vertraut zu machen. Hierzu zählt auch der ungewohnte, aber für die letztendliche Bewertung unabdingbare Prozess, seine eigenen Gedanken während einer Simulation zu verbalisieren, der erlernt werden muss. Selbst in einer nahezu perfekten Simulation weiß das Individuum, dass es sich um einen Simulator und nicht um ein reales Menschenleben handelt. Dies kann entweder zu einer erhöhten Erwartung von Problemen oder zu einer zu leichtsinnigen Einstellung führen (26). Unabhängig davon, in welche dieser Richtungen die Einstellung des Probanden tendiert, kann man feststellen, dass die Simulation für jeden Einzelnen eine andere Lernerfahrung darstellt und eine höhere Vertrautheit mit dem Simulator mehr Realismus erzeugt (36, 37). So könnte das gleichwertige Resultat der am Simulator zu

dem entsprechenden Szenario trainierten Gruppe in der Studie von Morgan et al. durch diesen Effekt verzerrt worden sein.

In der vorliegenden Studie wurden alle Studenten in 3 konsekutiven vorhergehenden Simulatorsitzungen mit dem Simulator, dem spezifischen Ablauf des Simulationstrainings, der Umgebung und dem Equipment vertraut gemacht. Ebenso hatten alle Studenten ausreichend Gelegenheit zur Übung und wurden darin trainiert, ihre Handlungen fortlaufend zu kommentieren und zu erklären.

Trotzdem beobachteten wir in unserer Studie, ähnlich wie Morgan et al., nicht signifikant unterschiedliche Leistungen beider Gruppen in der Prüfungssituation.

Sowohl das SBT als auch das POL sind in der Lage, theoretisches Wissen über standardisierte Verfahren zu vermitteln.

So war die signifikante Verbesserung in den Multiple-Choice Testwerten von prä- zu postinterventionell zu erwarten; allerdings bestand kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Postinterventionswerten der beiden Gruppe, woraus sich ergibt, dass auch in der Übermittlung von theoretischem Wissen keines der beiden Verfahren überlegen ist.

Auch Morgan et al. konnten in der oben bereits zitierten Studie keinen signifikanten Unterschied zwischen den Resultaten beider Gruppen in den geschriebenen Tests feststellen (36).

Auch Knudson et al. fanden in einer 2000 durchgeführten Studie, in der Traumatologen in der Weiterbildung Ultraschallverfahren an entweder einem menschlichen Modell oder einem Computergestützten Ultrasoundsimulator durchführten, keine signifikanten Unterschiede in den postinterventionellen Testergebnissen beider Gruppen (37).

Eine mögliche Erklärung für den Enthusiasmus für das Simulatortraining, der in Kontrast zu diesen Ergebnissen bezüglich Effektivität steht, könnte sein, dass zu einem gewissen Grad von einem positiven Bias der Autoren ausgegangen werden muss. Oft handelt es sich bei dem Aufzeigen von Vor- und Nachteilen der Simulation um Observationen oder persönliche Meinungen der Autoren.

Viele Autoren, die die Vorteile von SBT aufzeigen ohne überzeugende vergleichende Studien mitzuliefern, sind selbst in ein Simulationszentrum involviert, das- zumindest zum Teil- von der Akademie gesponsort wird (9). Dies könnte zu einem gewissen Bias führen.

1994 führten Chopra et al. an dem in ihrem Simulationszentrum entwickelten Leiden Simulator eine randomisierte Studie mit 28 Assistenten in der anästhesiologischen Weiterbildung durch.

Bei dieser wurden die Probanden in 2 Gruppen eingeteilt, von denen die erste eine SBT Sitzung zum Thema A und die zweite eine SBT Sitzung zum Thema B erhielt. Vier Monate später wurden alle Probanden am Simulator zum Thema B getestet. Die Leistung der Teilnehmer der Gruppe B war signifikant besser als die der Gruppe A (26). Es liegt nahe, dass die Leistung einer Gruppe, die Unterricht zu einem bestimmten Thema erhielt besser ist, als die einer Gruppe, die keinen Unterricht zu diesem Thema erhielt. Dies zeigt allerdings nur, dass Simulationstraining besser ist als kein Simulationstraining, sagt hingegen aber nichts über seine Effektivität im Vergleich zu anderen Lehrmethoden aus.

Die Probanden in der SBT Gruppe waren im Vergleich mit den Studenten der POL Gruppe nach der entsprechenden Lehrsitzung signifikant selbstsicherer in Bezug auf ihr

Wissen zur RSI, ihre antizipierte Leistung bei der folgenden Simulationsprüfung sowie den zu erwartenden Transfer in die klinische Praxis.

Diese Erkenntnis wird von Studien bestätigt, die ein generelles Bias der Teilnehmer in Bezug auf die Simulation beschreiben.

Teilnehmer an medizinischen Simulationen glauben, dass diese sie besser auf die Realität vorbereiten und tendieren dazu nach erfolgter Teilnahme von einer Zunahme an klinischer Kompetenz zu berichten (8, 17).

Studenten, die eine Technik am Simulator erlernen, fühlen sich zudem danach signifikant sicherer diese selbstständig oder unter minimaler Supervision durchzuführen (28, 33).

Jude et al. führten 2006 eine Befragung an Medizinstudenten durch, von denen eine Gruppe den Ablauf einer Geburt am Simulator trainiert hatte und die andere eine Vorlesung zum selben Thema erhalten hatte.

88% der Studenten, die Simulatortraining erhalten hatten, fühlten sich bereit eine Geburt bei einer realen Patientin mit keiner oder minimaler Aufsicht zu leiten. Von den Studenten, die die Vorlesung besucht hatten, sahen sich nur 12,5 % dazu in der Lage (27). Inwiefern dieses durch die Simulation geförderte Selbstvertrauen gerechtfertigt ist, ist höchst fraglich und sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Morgan et al. verglichen 2002 den Grad an Selbstsicherheit unter Medizinstudenten mit dem Grad an tatsächlicher klinischer Kompetenz und kamen zu dem Ergebnis, dass es keine Korrelation zwischen Selbsteinschätzung der Fähigkeiten und tatsächlicher Leistung in einem standardisierten Anästhesiesimulator Test gab (38).

Hierbei handelte es sich allerdings um Selbsteinschätzungen basierend auf Vorerfahrung der Studenten und nicht um Selbsteinschätzung nach dem Erlernen eines Verfahrens am Simulator.

In unserer Studie untersuchten wir die Selbstsicherheit der Studenten vor und nach dem Erlernen einer Technik durch SBT oder POL und stellten diese Einschätzung in Beziehung zur tatsächlichen Leistung der Studenten.

Es zeigte sich, dass die nach der Simulation bestehende Selbsteinschätzung der Teilnehmer bezüglich ihrer Fähigkeiten nicht mit ihrer Leistung übereinstimmte. Fähigkeiten zur korrekten Selbsteinschätzung werden als ein zentraler Aspekt der professionellen Selbstregulation betrachtet. Dennoch zeigt eine große Zahl von Studien zu Selbsteinschätzungsfähigkeiten in der ärztlichen Ausbildung sowie in der Ausbildung von anderem medizinischen Fachpersonal, dass diese im Vergleich mit externen, objektivierbaren Beurteilungskriterien zu diesen Fähigkeiten unzureichend ist (38, 39, 40, 41).

Die Tatsache, dass Simulatortraining zur Überschätzung der eigenen Fähigkeiten führt, ist nicht wünschenswert, da die realistische Einschätzung der eigenen Fähigkeiten eine Grundvoraussetzung des effektiven Lernens und damit der Erweiterung der Kompetenzen darstellt. Ebenso ist es für jeden, der Medizin praktiziert, von höchster Wichtigkeit, die Grenzen der eigenen Kompetenz zu kennen, um im klinischen Alltag verantwortungsvoll handeln zu können.

In der Kursevaluation bewerteten insbesondere die Studenten aus der SBT Gruppe die Simulation als eine anderen Lehrmethoden überlegene Technik.



Die meisten Studenten waren der Meinung, dass während der studentischen Ausbildung nicht genug Simulationstraining angeboten wird und fast alle Studenten glaubten, dass der Einsatz des Simulators die Transition von theoretischem Wissen zu klinischer Fertigkeit erleichtern und verbessern würde.

Dieses Ergebnis unterstützt die Ergebnisse zahlreicher Studien, die bezeugen, dass der Simulator ein sehr populäres und attraktives Instrument in der medizinischen Ausbildung ist, mit dem die Arbeit so viel Freude bereitet, dass er die Beliebtheit einer ganzen Abteilung oder sogar einer medizinischen Fakultät steigert (22).

Eine große Mehrzahl der Studenten empfindet eine Simulatorsitzung als eine positive Lernerfahrung, die Gelegenheit bietet, Wissen in einer realistischen Umgebung anzuwenden und bewertet daher die Methode als sehr effektiv (39).

Auch von Seiten der Auszubildenden in der Simulation zeichnet sich ein ähnlicher Trend ab: In einer 2001 von Gordon et al. durchgeführten Befragung von sowohl Probanden als auch Auszubildenden bezüglich ihrer Meinung zum Training am *high-fidelity* Simulator bewerteten nicht nur 85% der Studenten, sondern auch 85% der Auszubildenden die Simulatorsitzung als exzellent oder sehr gut (23).

Über 80% beider Gruppen waren der Meinung SBT sollte für alle Medizinstudenten Bestandteil des Curriculums sein (23).

Es fehlen allerdings bisher robuste Daten, die aufzeigen, dass Simulationstraining bei Studenten zu verbesserten klinischen Fähigkeiten oder größerem Wissen führt (8, 43, 44).

Es ist weder evident, welche Kompetenzen verlässlich durch die Simulation erfasst werden, noch ob sich eine gute Leistung in einem Simulationsszenario auf eine reale klinische Situation übertragen lässt (8, 21, 19).

Obwohl das Interesse an Simulatoren für Ausbildungs- und Prüfungszwecke mit steigender Anzahl der Fakultäten, die diese Technik erwerben, zunimmt, darf nicht vergessen werden, dass es sich bei *high-fidelity* Simulatoren um kostenintensive Anschaffungen handelt. Hierbei müssen sowohl die hohen initialen Anschaffungskosten als auch die relativ hohen Erhaltungskosten und die Personalkosten („*faculty time*“) in Betracht gezogen werden (45, 44).

Bezüglich des Kostenaufwandes bei Ersteinrichtung eines Simulationszentrums kann man je nach Simulatortyp von ungefähr 600.000 Euro (HPS®) ausgehen. Dies beinhaltet den Erwerb eines Ganzkörper Mannequins (SimMan® 40.000 Euro, HPS® 250.000 Euro), die Renovierung bzw. den Umbau existierender Räumlichkeiten in einen nachgeahmten Operationssaal, das audiovisuelle Equipment um Sitzungen zu Übungs- und Debriefingzwecken aufzunehmen und zu archivieren sowie ergänzendes Equipment wie Anästhesiegerätschaften und -instrumente, Defibrillatoren, Medikamente oder Kleidung aus dem OP-Bereich.

Bei den Fixkosten für die technische Erhaltung und ausbildendes sowie technisches Personal kann man mit 260.000 Euro (Morgan: 5700 Euro operational +Personal 344 h dazu) rechnen. Der Simulator und das Equipment müssen instand gehalten und aktualisiert werden und bei den Personalkosten darf man nicht nur die Zeit, die Kurse zu planen und durchzuführen, sondern muss auch die Zeit, die nicht in der klinischen Tätigkeit verbracht wird, berücksichtigen(6, 3).

Morgan et al. veranschlagen für die Ausbildung allein in ihrem Simulationszentrum in Toronto 344 Stunden pro Jahr, die von Fakultätsmitgliedern erbracht werden (40).

Allein aufgrund dieser finanziellen Überlegungen sollte der zu erzielende nicht monetäre Gewinn bei der Integration von Simulationstraining in das Curriculum beträchtlich sein.

Die empfohlene Konvention in Bezug auf die Effekt Größe ist laut Colliver, dass  $d=0.2$  einen kleinen Effekt impliziert.  $d=0.5$  impliziert einen moderaten Effekt, während man bei  $d=0.8$  von einem großen Effekt ausgehen kann (41).

Bloom schlug 1984 in Bezug auf die Effekt Größe eine interessante Rationale vor: Er war der Meinung, dass man als optimale Lehrmethode eine eins-zu-eins Betreuung und Lehre zugrunde legen sollte und daher diese in der größten möglichen Effektgröße resultieren müsse. Diese wurde um  $d=2$  berechnet.

Bloom war der Ansicht, alle anderen Lehransätze, wie POL oder SBT, daran gemessen werden sollten (42).

Laut Colliver sollte eine Effektgröße von mindestens  $d=1$  gegeben sein, um einschneidende Veränderungen im studentischen Curriculum wie zum Beispiel die Einführung von POL zu rechtfertigen (41).

In unserer Studie betrug die Effektgröße  $d=0.52$ , was einen moderaten Effekt impliziert, jedoch weit von dem erforderlichen Minimum entfernt liegt, das die Integration von Simulations-basiertem Training in das Curriculum rechtfertigen würde.

Eine lohnende Alternative könnte die weitere Evaluation der Benutzung von *low-fidelity* Simulatoren sein. Eine von Matsumoto et al. veröffentlichte Studie zeigte, dass ein

kostengünstiger, aber sinnvoll designter *low-fidelity* Simulator ebenso effektiv war wie der weitaus kostenintensivere *high-fidelity* Simulator (43).

Ebenso sollten andere Typen der medizinischen Simulation im Vergleich und in Bezug auf ihre Effektivität evaluiert werden. Nyssen et al. verglichen Screen-basiertes Lernen mit Simulator-basiertem Lernen am Beispiel des anaphylaktischen Schocks und kamen zu dem Ergebniss, dass keine der beiden Methoden, was die Verbesserung der Leistung der Teilnehmer anging, überlegen war. Der Vergleich bezog sich aufgrund der Natur des Screen-basierten Lernens nicht auf Verhaltensaspekte, wie zum Beispiel Kommunikation oder Teamwork, sondern nur auf die Zeit bis zur Diagnosestellung und die Effektivität der Behandlung (44).

Bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Studie, sollten die folgenden Limitationen bedacht werden:

Möglicherweise war das Simulator Testszenario zu anspruchsvoll für Medizinstudenten im vierten Jahr. Obwohl einige Studenten außergewöhnlich gute Leistungen erbracht haben, könnten unsere Resultate davon beeinflusst worden sein.

Auf der anderen Seite sind wir jedoch der Meinung, dass Medizinstudenten im vierten Jahr in der Lage sein sollten in standardisierten Algorithmen zu denken und diese zu reproduzieren, da ein großer Teil medizinischer Arbeitsabläufe auf Algorithmen basiert. Des Weiteren erfasst diese Studie nur einige Aspekte dessen, was im Berufsalltag in der heutigen Zeit unter Leistung subsumiert wird:

Die sogenannten „soft-skills“ und Leistungen in anderen Dimensionen, wie Teamwork, Anwendung von Wissen in anderen Kontexten, aktive Teilnahme an

Problem-Lösungsprozessen oder Verbesserung von Kommunikationsfähigkeiten wurden nicht erfasst. Verbesserungen in diesen Bereichen sind für Studenten sicher von Vorteil, die Rolle des Simulationstraining in diesem Kontext sollte daher in randomisierten Studien weiter erforscht werden.

Eine weitere Einschränkung bezüglich unserer Ergebnisse mag die Tatsache sein, dass Studenten beider Gruppen vor der Evaluation am Simulator 3 volle Simulatorsitzungen hatten, wovon die POL Gruppe profitiert haben könnte. Daher könnte der gemessene Unterschied zwischen den Leistungen beider Gruppen verzerrt sein.

Allerdings muss hinzugefügt werden, dass den Studenten während der 3 Sitzungen vor der Randomisierung nur technische Fertigkeiten wie das Etablieren von venösen Zugängen, Intubation oder die Bedienung des Beatmungsgerätes beigebracht wurden und diese Faktoren in der letztendlichen Evaluation als solche keine Rolle spielten.

Außerdem hätte eine Unsicherheit der POL Studenten in Bezug auf Basishandhabung am Simulator diesen in der Evaluation zum Nachteil gereicht und damit das Ergebnis potentiell in die andere Richtung beeinflussen können.

Ein weiterer Kritikpunkt an der Studie könnte das Fehlen einer Kontrollgruppe sein. Um die Effektivität beider Methoden besser zu beurteilen, wäre eine Gruppe Studenten notwendig gewesen, die weder POL noch SBT Lehre erhalten hätte. Dies war insofern schwierig, als dass wir es als unethisch empfinden hätten, den Studenten die in der Abteilung vorhandenen Mittel vorzuenthalten bzw. sie nach einer potentiell negativen Erfahrung in der Evaluation ohne Simulatortraing zu entlassen. Leider fehlten die Ressourcen, die das Training für eine weitere Gruppe nach Abschluss der Studie hätten ermöglichen können.

Wie sich das Simulatortraining langfristig auf den Lernerfolg der Studenten auswirkt bleibt abzuwarten und sollte ebenfalls Gegenstand weiterer Studien sein.

Die vorliegende Studie zeigt, dass sowohl SBT als auch POL in Kleingruppen zu gesteigertem Selbstbewusstsein bezüglich der erlernten Fähigkeit führen; Studenten in der Simulator Gruppe fühlten sich allerdings signifikant sicherer als die Studenten in der POL Gruppe.

Beide Interventionen führten jedoch zu vergleichbaren kurzfristigen Outcomes in Bezug auf den Erwerb von theoretischem Wissen und klinischen Fertigkeiten.

Keine der beiden Lehrmethoden war anscheinend überlegen, was die Rationale für den Sinn des SBT hinterfragt: Wenn Simulations-basiertes Training die Selbstsicherheit erhöht, aber letztendlich dazu führt, dass Studenten ihre Fähigkeiten überschätzen und zur gleichen Zeit darin versagt, die Leistung der Studenten signifikant zu verbessern, sind die Haupteffekte des Simulationstraining nicht wünschenswert.

Ob die Einführung von Simulationstraining in der studentischen Ausbildung unter Einbeziehung von Outcome , Kosten und Ressourcen gerechtfertigt ist, bleibt kontrovers solange robuste Daten fehlen, die klar einen Vorteil im Erwerb von Wissen oder „soft-skills“ durch SBT demonstrieren.

## ***5 Literaturverzeichnis***

1. Good ML: Anaesthesia simulators and training devices. *Anaesthesia* 1990; 45(7):525-526
2. Moore K: "The History of Flight-Sim".  
<http://www.goflightinc.com/flightsimhistory.shtml> (abgerufen am 10.10.2010)
3. Page RL, Qantas Simulation Services: "Brief History of Flight Simulation".  
<http://www.siaa.asn.au/get> (abgerufen am 21.09.2009)
4. Fritz PZ, Gray T, Flanagan B: Review of mannequin-based high-fidelity simulation in emergency medicine. *Emerg Med Australas* 2008; 20(1):1-9
5. Cooper JB, Taqueti VR: A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Qual Saf Health Care* 2004; 13 Suppl 1:i11-8
6. Gaba DM: The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care* 2004; 13 Suppl 1:i2-10
7. Issenberg SB, Scalese RJ: Simulation in health care education. *Perspect Biol Med* 2008; 51(1):31-46
8. Collins JP, Harden RM: AMEE Medical Education Guide No. 13: Real patients, simulated patients and simulators in clinical examinations. *Medical Teacher* 1998; 20(6):508-521
9. McFetrich J: A structured literature review on the use of high fidelity patient simulators for teaching in emergency medicine. *Emerg Med J* 2006; 23(7):509-11
10. Scalese RJ, Obeso VT, Issenberg SB: Simulation technology for skills training and competency assessment in medical education. *J Gen Intern Med* 2008; 23 Suppl 1:46-9
11. Cumin D, Merry AF: Simulators for use in anaesthesia. *Anaesthesia* 2007; 62(2):151-62
12. Simulaids, Corporate : <http://www.simulaids.com> (abgerufen am 30.10.2010)
13. Scientific Gaumard: <http://www.gaumard.com> (abgerufen am 30.10.2010)
14. Laerdal: <http://www.laerdal.com> (abgerufen am 30.10.2010)

15. METI Learning: <http://www.meti.com> (abgerufen am 30.10.2010)
16. Inc. MET: [http://www.meti.com/downloads/HPS\\_Brochure.pdf](http://www.meti.com/downloads/HPS_Brochure.pdf) (abgerufen 30.10.2010)
17. Shimada Y, Nishiwaki K, Cooper JB: Use of medical simulators subject of international study. *J Clin Monit Comput* 1998; 14(7-8):499-503
18. Kapur PA, Steadman RH: Patient simulator competency testing: ready for takeoff? *Anesth Analg* 1998; 86(6):1157-9
19. Morgan PJ, Cleave-Hogg D: A worldwide survey of the use of simulation in anesthesia. *Can J Anaesth* 2002; 49(7):659-62
20. Bristol Medical Simulation Centre:  
<http://www.bristol.ac.uk/Depts/BMSC/centres.htm> (abgerufen am 17.12.2010)
21. Morgan PJ, Cleave-Hogg D: A Canadian simulation experience: faculty and student opinions of a performance evaluation study. *Br J Anaesth* 2000; 85(5):779-81
22. Weller JM: Simulation in undergraduate medical education: bridging the gap between theory and practice. *Med Educ* 2004; 38(1):32-8
23. Gordon JA, Wilkerson WM, Shaffer DW, Armstrong EG: "Practicing" medicine without risk: students' and educators' responses to high-fidelity patient simulation. *Acad Med* 2001; 76(5):469-72
24. DeVita MA, Schaefer J, Lutz J, Dongilli T, Wang H: Improving medical crisis team performance. *Crit Care Med* 2004; 32(2 Suppl):S61-5
25. Marshall RL, Smith JS, Gorman PJ, Krummel TM, Haluck RS, Cooney RN: Use of a human patient simulator in the development of resident trauma management skills. *J Trauma* 2001; 51(1):17-21
26. Chopra V, Gesink BJ, de Jong J, Bovill JG, Spierdijk J, Brand R: Does training on an anaesthesia simulator lead to improvement in performance? *Br J Anaesth* 1994; 73(3):293-7
27. Jude DC, Gilbert GG, Magrane D: Simulation training in the obstetrics and gynecology clerkship. *Am J Obstet Gynecol* 2006; 195(5):1489-92
28. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ: Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach* 2005; 27(1):10-28
29. Murray D: Clinical simulation: measuring the efficacy of training. *Curr Opin Anaesthesiol* 2005; 18(6):645-8



30. Steadman RH, Coates WC, Huang YM, Matevosian R, Larmon BR, McCullough L, Ariel D: Simulation-based training is superior to problem-based learning for the acquisition of critical assessment and management skills. *Crit Care Med* 2006; 34(1):151-7
31. Vernon DT, Blake RL: Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Acad Med* 1993; 68(7):550-63
32. Charlin B, Mann K, Hansen P: The many faces of problem-based learning: A framework for understanding and comparison. *Medical Teacher* 1998; 20(4):323-330
33. Inc. MET: [http://www.meti.com/downloads/ECS\\_Brochure.pdf](http://www.meti.com/downloads/ECS_Brochure.pdf) (abgerufen am 17.12.2010)
34. Van Aken H: Verfahrensweisung-Anästhesie Nr. 6, Vorgehen bei Patienten mit erhöhtem Aspirationsrisiko. Universitätsklinikum Münster, Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin 2009
35. Scavone BM, Sproviero MT, McCarthy RJ, Wong CA, Sullivan JT, Siddall VJ, Wade LD: Development of an objective scoring system for measurement of resident performance on the human patient simulator. *Anesthesiology* 2006; 105(2):260-6
36. Morgan PJ, Cleave-Hogg D, McIlroy J, Devitt JH: Simulation technology: a comparison of experiential and visual learning for undergraduate medical students. *Anesthesiology* 2002; 96(1):10-6
37. Knudson MM, Sisley AC: Training residents using simulation technology: experience with ultrasound for trauma. *J Trauma* 2000; 48(4):659-65
38. Morgan PJ, Cleave-Hogg D: Comparison between medical students' experience, confidence and competence. *Med Educ* 2002; 36(6):534-9
39. Cleave-Hogg D, Morgan PJ: Experiential learning in an anaesthesia simulation centre: analysis of students' comments. *Med Teach* 2002; 24(1):23-6
40. Morgan PJ, Cleave-Hogg DM: Cost and resource implications of undergraduate simulator-based education. *Can J Anaesth* 2001; 48(8):827-8
41. Colliver JA: Effectiveness of problem-based learning curricula: research and theory. *Acad Med* 2000; 75(3):259-66
42. Bloom BS: The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Education Research* 1984; 4-16

43. Matsumoto ED, Hamstra SJ, Radomski SB, Cusimano MD: The effect of bench model fidelity on endourological skills: a randomized controlled study. *J Urol* 2002; 167(3):1243-7
44. Nyssen AS, Larbuisson R, Janssens M, Pendeville P, Mayne A: A comparison of the training value of two types of anesthesia simulators: computer screen-based and mannequin-based simulators. *Anesth Analg* 2002; 94(6):1560-5, table of contents



## ***7 Anlagen***

- I Tabelle 1
- II Selbsteinschätzungsbogen
- III MC Fragen RSI
- IV Evaluationsbogen SBT Gruppe
- V Evaluationsbogen POL Gruppe

**Tabelle 1** Durch den modifizierten Delphi Prozess entstandene List mit Aspekten, die, gemäss eines Expertenkonsensus gewichtet, zur Evaluation der korrekten Durchführung der RSI herangezogen werden.

	Gewichtung der Aspekte
<b>Präoperative Einschätzung</b>	
Begrüsst den Patienten	3
Stellt sich vor	3
Identifiziert den Patienten	5
Evaluert den Status der Nüchternheit	4.5*
Untersucht Atemweg	5
<b>Präoperative Maßnahmen</b>	
Verabreicht Natriumzitrat	4
Stellt die Funktionstüchtigkeit des intravenösen Zugangs sicher	4.5*
Stellt vollständiges Monitoring sicher	5
Misst Blutdruck	5
Bringt Patienten in Oberkörperhochlage (+45°)	4*
<b>Überprüfung des Equipments</b>	
Legt funktionierende Absaugvorrichtung bereit	5
Stellt Absaugvorrichtung an	5
Stellt zweite Absaugvorrichtung bereit	4*
Überprüft Laryngoskop auf funktionierendes Licht	4.5**
Stellt zweites Laryngoskop bereit	4
Greift zu Führungsstab	4.5
Kontrolliert den Cuff auf Dichtigkeit	4*
Bereitet Spritze mit Hypnotikum vor	5
Bereitet Spritze mit Succinylcholin vor	5
<b>Induktion / Intubation</b>	
Korrekte Präoxygenierungszeit	5
Verabreicht Medikamente zur Induktion in der richtigen Reihenfolge	5
Korrekte Dosis des Hypnotikums	5
Korrekte Dosis des Succinylcholins	5
Appliziert Krikoiddruck	5*
Kontrolliert den Effekt der Medikamente	4.5
Korrekte Zeit zwischen Induktion und Intubation	5
Intubiert ohne Zwischenbeatmung	5
Bestätigt korrekte Tubuslage durch Kapnometrie	5
Kultiert Magen aus	4*
Bestätigt beidseitiges Atemgeräusch	4.5**
Beendet Krikoiddruck	4
Sichert endotrachealen Tubus	5
Misst Blutdruck	3.5
Beginnt maschinelle Beatmung	3
Stellt das Narkosegas zur Narkoseaufrechterhaltung an	4*
Plaziert Magensonde	3.5*
Saugt durch Magensonde Mageninhalt ab	4

Schliesst Magensonde an Absaugbeutel an	3
Gibt Opioid	3.5*
<b>Total</b>	<b>170,5</b>

---

\* finalisiert nach der zweiten Konsensrunde

\*\* finalisiert nach der dritten Konsensrunde

Liebe KursteilnehmerInnen,

um einen nicht-nüchternen Patienten einzuleiten, bedient man sich einer speziellen Vorgehensweise, der sogenannten Rapid Sequence Induction (RSI) oder Crash-Intubation.

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen, bezüglich Ihrer Vorkenntnisse in bezug auf die RSI:

<b>Wie fähig/sicher fühlen Sie sich im Umgang mit folgenden Aufgaben?</b>	sehr unsicher					sehr sicher
1) Wie sicher fühlen Sie sich, eine Definition für die RSI zu formulieren?	1	2	3	4	5	
2) Wie sicher fühlen Sie sich, die Indikation für eine RSI zu stellen?	1	2	3	4	5	
3) Wie sicher fühlen Sie sich, Medikamente und weitere Utensilien für die RSI korrekt vorzubereiten?	1	2	3	4	5	
4) Wie sicher fühlen Sie sich, den korrekten Ablauf der RSI wiederzugeben?	1	2	3	4	5	
5) Wie sicher fühlen Sie sich, eine RSI durchzuführen?	gar nicht	mit deutlicher Unterstützung eines FA	mit leichter Unterstützung eines FA	selbständig unter FA- Supervision	völlig selbständig	

## MC- Test zur RSI

Proband Nr.: \_\_\_\_\_

Liebe KursteilnehmerInnen,

Bitte kreuzen Sie bei den folgenden Fragen bezüglich ihrer Kenntnisse über die RSI jeweils die Antwortmöglichkeiten an, die Sie für richtig halten. Es können mehrere Antworten richtig sein.

(1) Bei folgenden Konditionen geht man von einem erhöhten Aspirationsrisiko aus:

- a) Akutes Abdomen
- b) Patient, der vor 7 Stunden feste Nahrung zu sich genommen hat
- c) Schwangere ab der 12. SSW
- d) Trauma mit eingeschränkter Bewusstseinslage
- e) Ileus

(2) Folgende Muskelrelaxantien eignen sich zur RSI:

- a) Atracurium
- b) Mivacurium
- c) Succinylcholin
- d) Rocuronium
- e) Pancuronium

(3) In welcher Reihenfolge werden die Medikamente bei der RSI verabreicht?

- a) Opioid – Muskelrelaxans – Hypnotikum
- b) Muskelrelaxans – Hypnotikum – Opioid
- c) Opioid – Hypnotikum – Muskelrelaxans
- d) Hypnotikum – Muskelrelaxans
- e) Muskelrelaxans – Hypnotikum

(4) Nach der Injektion von Succinylcholin ist eine Intubation möglich nach:

- a) 20-30 sec
- b) 40-90 sec
- c) 90-120 sec
- d) 2-3 min
- e) 3-5 min

(5) Mit welchen Substanzen neutralisiert man in der Vorbereitung der RSI den Magensaft?

- a) Kaliumcitrat – Lösung
- b) Natriumcitrat – Lösung
- c) Protonenpumpenhemmer
- d) ACE – Hemmer
- e) Sulfasalazin



Pronand Nr.: \_\_\_\_\_

(6) Folgende Maßnahmen sind zur weiteren Verringerung des Aspirationrisikos indiziert:

- a) Absaugen des Mageninhaltes
- b) 45 Grad Oberkörperhochlage
- c) Schocklage
- d) Magenspülung
- e) Seit/ Kopftieflage

(7) Der Krikoiddruck

- a) dient der Verhinderung der Aspiration
- b) dient dazu die Trachea zu fixieren
- c) ist bereits bei der Präoxygenierung durchzuführen
- d) ist erst nach Erlöschen der Schutzreflexe indiziert
- e) wird bis zur Bestimmung der eindeutig endotrachealen Tubuslage aufrecht erhalten

(8) Nach der Injektion des Muskelrelaxans bei der RSI

- a) ist es wichtig den Patienten noch 2-3 min mit der Maske zu beatmen, um eine möglichst gute Sauerstoffsättigung zu gewährleisten
- b) ist die Maskenbeatmung vor der Intubation besonders wichtig, da das Risiko für unvorhersehbare Komplikationen grösser ist
- c) macht man die Länge der Maskenbeatmung von der jeweiligen Sauerstoffsättigung abhängig
- d) verzichtet man auf eine Maskenbeatmung vor der Intubation
- e) führt man vor der Intubation eine Beatmung via Larynxmaske durch

(9) Als sicheres Verfahren zur Feststellung einer eindeutigen endotrachealen Intubation gilt:

- a) Kapnometrie
- b) Abhören des Magens
- c) Abhören der Lunge
- d) Visualisierung des Tubus zwischen den Stimmlippen
- e) Beobachtung, ob die Sauerstoffsättigung konstant bleibt



Liebe KursteilnehmerInnen,

Nr: \_\_\_\_\_

POL

zum Schluss würden wir Sie bitten das Simulatortraining kurz zu evaluieren, indem Sie auf einer Skala von 1 bis 5 Ihre Meinung zu folgenden Aspekten abgeben:

	trifft völlig zu					trifft überhaupt nicht zu				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
(1) Mein Wissen in Bezug auf die Anästhesieeinleitung eines nicht-nüchternen Patienten hat sich durch das POL deutlich verbessert	1	2	3	4	5					
(2) Zum Transfer theoretischen Wissens in die Praxis ist der Unterricht in Kleingruppen geeignet	1	2	3	4	5					
(3) Die Simulation war realistisch	1	2	3	4	5					
(4) Theoretischer Kleingruppenunterricht ist die optimale Lernform	1	2	3	4	5					
(5) Simulatortraining ist die optimale Lernform	1	2	3	4	5					
(6) Im Medizinstudium wird ausreichend Simulatortraining angeboten	1	2	3	4	5					
(7) Im Studium wird Kleingruppenunterricht mit realitätsnahen Fallbesprechungen angeboten	1	2	3	4	5					
(8) In Bezug auf praktische Fähigkeiten ist das Simulatortraining effektiver als Kleingruppenunterricht	1	2	3	4	5					
(9) Meine praktischen Fähigkeiten wären ohne Simulator schlechter	1	2	3	4	5					
(10) SIM Training ist im Vermitteln theoretischen Wissens dem POL ebenbürtig.	1	2	3	4	5					
(11) Die "Halbwertszeit" meines Wissens ist länger, wenn ich es im Simulator geübt habe.	1	2	3	4	5					
(12) Ich würde mir mehr Simulatortraining im Rahmen des Studiums wünschen	1	2	3	4	5					