

**Aus der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
der Universität Würzburg  
Direktor: Universitäts-Professor Dr. med. Dr. h.c. Norbert Roewer**

**Visuelle Aufmerksamkeitsverteilung von Anästhesisten  
bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie  
in Abhängigkeit von ihrer Erfahrung  
und der Umgebung**

**Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
vorgelegt von  
Sophia Mohme  
aus Barntrop  
Würzburg, Januar 2019**

**Referent:** Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Wurmb  
**Korreferent:** Univ.-Prof. Dr. med. Nicolas Schlegel  
**Dekan:** Prof. Dr. med. Matthias Frosch

**Tag der mündlichen Prüfung: 19.12.2019**

**Die Promovendin ist Ärztin**

Meinen lieben Eltern für die Ermöglichung dieses Studiums und damit meines Lebenstraumes

# Inhaltsverzeichnis

<b><u>1</u></b>	<b><u>EINLEITUNG</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b>1.1</b>	<b>HINTERGRUND</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>STUDIENLAGE</b>	<b>2</b>
1.2.1	EYE-TRACKING	2
1.2.2	ÖKOLOGISCHE GÜLTIGKEIT	5
1.2.3	VISUELLE AUFMERKSAMKEITSVERTEILUNG IN DER ANÄSTHESIE	6
<b>1.3</b>	<b>FRAGESTELLUNG</b>	<b>8</b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>MATERIAL UND METHODEN</u></b>	<b><u>11</u></b>
<b>2.1</b>	<b>STUDIENBESCHREIBUNG</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>PROBANDEN (ANÄSTHESISTEN)</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>PATIENTEN</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>MATERIAL UND SETTING</b>	<b>15</b>
2.4.1	ARBEITSUMFELD	15
2.4.2	SIMULATOR	20
2.4.3	EYE-TRACKING	21
<b>2.5</b>	<b>PILOTSTUDIE</b>	<b>25</b>
<b>2.6</b>	<b>KODIERUNG/ANONYMISIERUNG</b>	<b>25</b>
<b>2.7</b>	<b>SICHERHEIT</b>	<b>26</b>
<b>2.8</b>	<b>ABLAUF/PROZEDUR</b>	<b>27</b>
2.8.1	SIMULATION	27
2.8.2	NARKOSEEINLEITUNG AM PATIENTEN	27
<b>2.9</b>	<b>FRAGEBÖGEN</b>	<b>28</b>
<b>2.10</b>	<b>INTERVIEW</b>	<b>29</b>
<b>2.11</b>	<b>DATENANALYSE</b>	<b>29</b>

<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>VISUELLE AUFMERKSAMKEITSVERTEILUNG</b>	<b>33</b>
3.1.1	EFFEKTE DES FAKTORS <i>ERFAHRUNG</i>	33
3.1.2	EFFEKTE DER FAKTOREN <i>UMGEBUNG</i> UND <i>PHASE</i>	34
3.1.2.1	AOI-Gruppe <i>Überwachung</i>	34
3.1.2.2	AOI-Gruppe <i>Manuelles</i>	38
3.1.2.3	AOI-Gruppe <i>weitere Beobachtungspunkte</i>	38
<b>3.2</b>	<b>HALBSTANDARDISIERTE INTERVIEWS</b>	<b>43</b>
<b>3.3</b>	<b>WEITERE ERGEBNISSE</b>	<b>44</b>
3.3.1	EINLEITUNGSLÄNGEN	44
3.3.2	FRAGEBÖGEN	46
3.3.3	PROBANDENALTER UND PATIENTENKOLLEKTIV	47
3.3.4	SICHERHEIT	49
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>DISKUSSION DER ERGEBNISSE</b>	<b>50</b>
4.1.1	HYPOTHESEN 1 UND 2	50
4.1.2	HYPOTHESE 3	53
4.1.3	EINLEITUNGSLÄNGE	55
4.1.4	ERGEBNISSE CORMACK-LEHANE SCORE	56
4.1.5	ARBEITSBELASTUNG (NASA TLX)	56
4.1.6	ALTER DER ANÄSTHESISTEN	56
<b>4.2</b>	<b>KONSEQUENZEN</b>	<b>57</b>
<b>4.3</b>	<b>METHODISCHER ERKENNTNISGEWINN</b>	<b>59</b>
<b>4.4</b>	<b>AUSBlick</b>	<b>62</b>
<b>5</b>	<b>LIMITATIONEN</b>	<b>64</b>

<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>66</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>68</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG</b>	<b>71</b>
8.1	ANHANG 1: BESTÄTIGUNG DER ETHIKKOMMISSION	71
8.2	ANHANG 2: E-MAIL FÜR DIE REKRUTIERUNG DER ANÄSTHESISTEN	72
8.3	ANHANG 3: INFORMATION ZUR STUDIE (ANÄSTHESIST)	73
8.4	ANHANG 4: EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG (ANÄSTHESIST)	75
8.5	ANHANG 5: INFORMATION ZUR STUDIE (PATIENT)	77
8.6	ANHANG 6: EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG (PATIENT)	79
8.7	ANHANG 7: 1. FRAGEBOGEN (ANÄSTHESIST)	81
8.8	ANHANG 8: 2. FRAGEBOGEN (ANÄSTHESIST)	84
8.9	ANHANG 9: INTERVIEW (ANÄSTHESIST)	86
8.10	ANHANG 10: VORLAGE CODE VERSUCHSPERSONEN DGPS	88
8.11	ANHANG 11: LEITFADEN ZUR DURCHFÜHRUNG 1 (OP)	89
8.12	ANHANG 12: LEITFADEN ZUR DURCHFÜHRUNG 2 (SIM)	93
8.13	ANHANG 13: LEITFADEN ZUR AOI-ZUORDNUNG	101
8.14	ANHANG 14: LEITFADEN ZUR PHASENEINTEILUNG	104
8.15	ANHANG 15: INFORMATIONEN ZUM SMI EYE-TRACKING GERÄT	105
8.16	ANHANG 16: INFORMATIONEN ZUM SIMULATOR HPS	107
<b>9</b>	<b>DANKSAGUNG</b>	
<b>10</b>	<b>LEBENS LAUF</b>	

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

Jede unserer Entscheidungen – sofern nicht intuitiv getroffen – beruht auf gedanklicher Simulation der Konsequenzen. Wir sind vermutlich nicht die einzigen Lebewesen, die diese Form der Simulation nutzen. Doch wir können sie besonders intensiv verwenden. Allerdings gibt es auch Tätigkeitsbereiche, die Simulationen sogar unbedingt erfordern. Dies trifft zu, wenn Wissenschaft und Forschung sich mit besonders komplexem Geschehen beschäftigen, z. B. die Ökologie, Geologie oder Meteorologie. Simulationen werden auch eingesetzt, damit Menschen in kaum selbst kontrollierbaren Situationen oder Entscheidungsträger gefährlichen Zwischenfällen weniger stark ausgeliefert sind, z. B. um Flugzeuge und Fahrzeuge zu optimieren und Spezialisten, wie Piloten und Chirurgen, möglichst praxisnah zu trainieren.

Auch Anästhesisten sind so eine Spezialgruppe. Sie überwachen Patienten während der Operation, achten auf Kreislaufveränderungen und greifen medikamentös ein, sobald dies nötig wird. Sie narkotisieren Patienten mit allen darauf folgenden Veränderungen der Vitalparameter und müssen die Narkose für einen gewissen Zeitraum aufrecht erhalten. Allerdings gestaltet sich die Reaktion eines Menschen auf einen großen Stressreiz, wie zum Beispiel eine Narkose, meist schlecht vorhersehbar, denn alle möglichen Eigenschaften wie Alter, Körpergewicht oder Vitalfunktionen variieren stark von Person zu Person. In dieser Situation muss der Anästhesist zu jeder Zeit hochkonzentriert sein, um wichtige Informationen wahrzunehmen. Jene Informationen werden dem Anästhesisten auf verschiedene Weise dargestellt. Neben dem Patienten selbst hilft die heutige Technik, bestimmte Normabweichungen des Patienten wahrzunehmen. Dessen Vitalparameter erscheinen auf einem Monitor, die Beatmungsmaschine zeigt Informationen zur Beatmung an und ein Ton gibt Auskunft über Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung. So arbeitet der Anästhesist in einer komplexen Umgebung, die es zu beherrschen und zum eigenen Vorteil zu nutzen gilt. Übersieht der

Arzt eine entscheidende Kreislaufveränderung, kann dies aufgrund einer verspäteten Reaktion lebensbedrohlich für den Patienten ausfallen.

Daher gewinnen auch in der Anästhesie Simulationen im Training für junge Anästhesisten<sup>1,2,3,4</sup>, bei der Erprobung neuer Technologien<sup>1,5,6</sup>, der Erforschung bisher wenig berücksichtigter Fähigkeiten, z. B. des sogenannten Situationsbewusstseins (situation awareness)<sup>7</sup>, sowie bei der Testung klinischer Kenntnisse an Bedeutung<sup>8</sup>. In Patienten-Simulatoren kann das komplexe Arbeitsumfeld nachgeahmt werden, ohne dass beim Training bzw. Erforschen das Wohl eines Menschen in Gefahr gerät.

Eine Herausforderung stellt natürlich die Übertragung der Ergebnisse von Versuchen am Patientensimulator auf die Realität dar. Darum ist es erforderlich, dass die Simulation in ihren Rahmenbedingungen mit der realen Situation möglichst weit übereinstimmt.<sup>9</sup>

Für den Anästhesisten ist seine stetige Konzentration auf zahlreiche Informationsquellen also eine wichtige Fähigkeit. Um nun die Bedingungen in einem Simulationsraum mit denen eines Einleitungsraumes zu vergleichen, bietet es sich daher an, als Parameter die Aufmerksamkeit des Anästhesisten zu nutzen. Es kann untersucht werden, ob der Anästhesist seine Aufmerksamkeit in der Simulationsumgebung ähnlich auf seine Umwelt verteilt wie in der realen Situation. In dieser Studie soll die Übereinstimmung der Simulationsumgebung mit der realen Umgebung für die Einleitung einer Allgemeinanästhesie mithilfe des Vergleichs der Aufmerksamkeitsverteilung des Anästhesisten geprüft werden.

## 1.2 Studienlage

### 1.2.1 Eye-Tracking

Die visuelle Aufmerksamkeit einer Person kann als Parameter der Aufmerksamkeit bei ihren Handlungen und Gedanken betrachtet werden. Land und Hayhoe<sup>10</sup> ermittelten einen Zusammenhang zwischen Blickrichtung und Intention. Sie konnten zeigen, dass Augenbewegungen Handbewegungen lokalisieren, lenken und kontrollieren.<sup>10</sup> Auch Rothkopf et al.<sup>11</sup> beschäftigten sich mit dem Zusammenhang von Blickrichtung und

Handlung. Dazu sammelten sie in ihrer Studie Daten zu Blickbewegungen und Körperpositionen von Probanden, welche definierte Aufgaben ausführten. Es ergab sich ebenfalls ein enger Zusammenhang zwischen Augenbewegungen der Versuchspersonen und deren Aktionen. Dieser ist so speziell, dass anhand der Daten über die Fixationspunkte sogar Vorhersagen über die spezielle Aufgabe der Versuchsperson getroffen werden konnten.<sup>11</sup> Land et al.<sup>12,13</sup> stellten darüber hinaus fest, dass auch alltägliche, wahrscheinlich automatisch ablaufende Handlungen, wie die Zubereitung eines Tees, die intensive Leitung und Mithilfe der Augen erfordern.

Für die Analyse von Augenbewegungen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Vielmals beschrieben wurde der Einsatz eines Spezial-Gerätes, sog. Eye-Tracking. Eine Eye-Tracking-Brille sieht aus wie ein großes Brillengestell ohne Gläser und ist mit einem Computer verbunden. Sie zeichnet mithilfe kleiner Kameras Informationen über die Augenbewegungen ihres Trägers auf. Über ein Computerprogramm lässt sich anschließend errechnen, wie lange und wie oft diese Person einen bestimmten Punkt im Raum fixiert hat. Dieses Gerät wurde in der Forschung bereits in vielen verschiedenen Fachbereichen genutzt, beispielsweise in der Psychologie, dem Ingenieurwesen (Steuerung von Flugzeugen und Fahrzeugen) oder in der Forschung für Produktwerbung.<sup>14</sup>

Im Bereich der Anästhesie wurden Eye-Tracking-Geräte bisher meistens in simulierten Situationen verwendet<sup>15</sup> und in einzelnen Studien auch in Operationsräumen. Schon 1980 nutzten Boquet et al.<sup>16</sup> ein Eye-Tracking-Gerät während der Einleitung und Aufrechterhaltung einer Allgemeinanästhesie in der OP-Umgebung.<sup>16</sup> Seagull et al.<sup>17</sup> testeten 1999 den Einsatz eines Eye-Trackers durch acht Anästhesie-Assistenten (Anesthesia care providers) während der Einleitung einer Allgemeinanästhesie mit endotrachealer Intubation. Anästhesie-Assistenten sind für die Anästhesie ausgebildete Spezialpflegekräfte, die in den USA Narkoseeinleitungen selbständig unter Aufsicht eines Facharztes durchführen. Bereits zu jenem Zeitpunkt bewerteten Seagull et al.<sup>17</sup> den Eye-Tracker als ein nützliches Hilfsmittel für Forschungen in einer dynamischen Umwelt.<sup>17</sup> In einer weiteren Studie verglichen Seagull et al.<sup>18</sup> ein Jahr später Daten von acht Anästhesie-Assistenten aus einer kurzen Zeitspanne während einer simulierten

Einleitung mit denen während einer Einleitung am Patienten. Dabei setzten sie erneut das Eye-Tracking-Gerät ein.<sup>18</sup> Auch Schulz-Stübner et al.<sup>19</sup> konnten 2002 den Einsatz eines Eye-Tracking-Gerätes im Operationsraum beschreiben. Fünf Anästhesisten trugen die Brille während verschiedener Operationen. Die Aufzeichnungen begannen jedoch erst nach der Anästhesieeinleitung. Die Nutzung des Eye-Tracking-Gerätes erwies sich als zuverlässig aber arbeitsaufwändig. Der Operationsbetrieb wurde laut Schulz-Stübner et al.<sup>19</sup> durch die Studie geringfügig gestört, die Beteiligten nahmen dies aber nicht als belastend wahr<sup>19</sup>. 2002 stellten außerdem Via et al.<sup>20</sup> fest, dass sich Eye-Tracking-Geräte für die objektive Bewertung einer Trainingseinheit von Anästhesisten in der Simulation deutlich besser eignen als die Aufnahmen von fest montierten Raumkameras. In ihrer Studie sollten Anästhesisten innerhalb eines simulierten Falls entscheiden, ob der gerade eintreffende Notfallpatient korrekt intubiert worden war. Für diese Entscheidung nutzten sie die Betrachtung der Brustbewegung, die Atemgeräusche, die Anzeige der Kapnometrie (Kohlenstoffdioxidanteil der Ausatemluft) und die direkte Laryngoskopie. Für die Bewertung der Trainingseinheit erwies es sich als sehr hilfreich, die exakten Fixationspunkte des Anästhesisten zu kennen. Dies wurde durch den Einsatz des Eye-Tracking-Gerätes gewährleistet.<sup>20</sup> Auch Schulz et al.<sup>21</sup> unternahmen eine Untersuchung mit Anästhesisten während Simulationen. Bei dieser Studie in Jahr 2011 führten 15 Teilnehmer eine Anästhesieeinleitung durch und Schulz et al.<sup>21</sup> werteten die Daten hinsichtlich verschiedener Schwerpunkte aus.<sup>21-23</sup> Hier konnte sich das Eye-Tracking als Forschungsmethode für die Untersuchung der Augenbewegungen wiederum bewähren.<sup>21</sup> In einer Studie mit 20 OP-Schwestern zeigten Koh et al.<sup>24</sup> ebenfalls 2011 den möglichen Einsatz eines Eye-Tracking-Gerätes während Operationen.<sup>24</sup> Vine et al.<sup>25</sup> werteten 2014 die Blickbewegungen von 10 Operateuren, davon drei im Operationsraum während mehrerer Durchführungen einer TURP (transurethrale Resektion der Prostata) mit einem Eye-Tracking-Gerät aus. Sie beschrieben das Gerät auch im Vergleich zu festen Raumkameras als wertvoll für den Einsatz während Operationen. Durch seine Mobilität konnte es direkt am Körper getragen werden und störte den Arbeitsablauf trotzdem nicht.<sup>25</sup> Tien et al.<sup>26</sup> nutzten das Eye-Tracking-Gerät 2015

während offener Hernien-Operationen. Neun Operateure trugen das Gerät für insgesamt 13 Operationen.<sup>26</sup>

Die Studien zeigen, dass der Einsatz eines Eye-Tracking-Gerätes auch in einer sensiblen Umgebung, in der jeder Störfaktor zu gefährlichen Konsequenzen führen kann, vertretbar ist. Der Nutzen dieser Aufzeichnungsmethode konnte in mehreren Untersuchungen bestätigt werden. Zwischenfälle oder Störungen des notwendigerweise absolut fehlerfreien Ablaufs während einer Operation wurden nicht beschrieben. Daher kann das Gerät bei bewusster, zweckgemäßer Benutzung ohne moralische Bedenken bezüglich der Sicherheit des Patienten eingesetzt werden. Während umfangreichere Studien mit OP-Schwestern und kleinere mit Operateuren durchgeführt wurden, fehlen diese in aussagekräftigem Umfang bisher in der Anästhesiologie. Vor allem für die Anästhesieeinleitung, eine für Anästhesisten besonders komplexe Arbeitsphase, wurde der Einsatz eines Eye-Tracking-Gerätes noch nicht umfassend untersucht. So existieren für die Einleitung einer Allgemeinanästhesie am Patienten lediglich die Ergebnisse von Boquet et al.<sup>16</sup> mit vier Probanden und die von acht Teilnehmern bei Seagull et al.<sup>17, 18</sup> Andere Studien befassten sich nur mit der Erhaltung der Anästhesie (Schulz-Stübner et al.<sup>19</sup>) oder fanden ausschließlich in einer simulierten Umgebung statt (Schulz et al.<sup>21</sup>).

### 1.2.2 Ökologische Gültigkeit

Wenn Simulatoren für Fragestellungen in der Forschung genutzt werden müssen, bei denen die visuelle Aufmerksamkeit eine Rolle spielt (Situationsbewusstsein, Erprobung von Bildschirmen, Einschätzung klinischer Fähigkeiten), ist es allerdings unbedingt notwendig herauszufinden, ob sich die Probanden in einer Simulation genauso verhalten wie in der Realität.

Der Vergleich zwischen Simulation und Wirklichkeit in der Anästhesie wurde bisher in wenigen Studien diskutiert. Dabei ging es vor allem um die Simulationsgenauigkeit<sup>27</sup>, deren ökologische Gültigkeit und empirische Erfassbarkeit<sup>28</sup>. Die Simulationsgenauigkeit kann laut Tun et al.<sup>27</sup> als ein dreidimensionales Gebilde aus den Faktoren Patient, simuliertes Szenario und Umgebung betrachtet werden.<sup>27</sup> Dabei ist theoretisch das

Kriterium der ökologischen Gültigkeit einer Simulation erfüllt, wenn sich die historische, simulierte Umwelt für die Versuchspersonen in der Realität nicht verändert. Dann stimmt die Simulationsumgebung mit der Wirklichkeit überein und das Ergebnis ist auf die aktuelle Realität übertragbar. Da dies aber kaum der Fall sein kann, wird die ökologische Gültigkeit als eingeschränkt betrachtet. Als Störfaktor sei beispielsweise die zunehmende Lebenserwartung der deutschen Bevölkerung genannt. Versuche, die mit Anästhesisten während einer Operation an 40jährigen Patienten durchgeführt wurden, entsprechen z.B. nicht der Wirklichkeit, in der zu einem großen Teil Menschen in einem Alter von über 60 Jahren operiert werden.

Mit der ökologischen Gültigkeit von Simulationen in der Anästhesie und wie man die Güte dieses Kriteriums bestimmen könnte beschäftigten sich Dieckmann et al.<sup>9</sup>. Dabei betonten sie, dass zur Gütebeurteilung insgesamt die subjektiven Einschätzungen der Versuchspersonen von großer Bedeutung sind. In einer Interview-Studie untersuchten Dieckmann et al.<sup>28</sup> in Gesprächen, wie realistisch die Versuchspersonen die Simulationen einschätzten. Wichtige Faktoren für die Realitätstreue waren für die Gesprächsteilnehmer der simulierte Fall an sich, die Teamsituation, der Umgang mit dem Patienten oder die Nutzung der Geräte und Monitore. In manchen Situationen wurden allerdings die gleichen Faktoren, wie zum Beispiel defektes Material, als Hinweise auf reale Umstände wahrgenommen, in anderen Situationen jedoch als unrealistisch. Das bedeutet, es gab noch andere Einflüsse als die Einschätzungen der Versuchspersonen in der Simulation. Bei Dieckmann et al.<sup>28</sup> wurden diesbezüglich die unbekannte Simulationsumgebung, der Belastungsumfang des bisherigen Arbeitstages, die Erwartungen der Probanden bezüglich der Simulation (Zweck, Nutzen) sowie der erste Eindruck vom Simulationszentrum (z. B. das Vorhandensein eines Defibrillators) genannt.<sup>28</sup> Es wurde in der Studie jedoch auch deutlich, dass die subjektive Einschätzung allein nicht die ökologische Gültigkeit abbildet. Zusätzlich werden objektive Messverfahren, wie beispielsweise die Erfassung der visuellen Aufmerksamkeitsverteilung, benötigt.

### 1.2.3 Visuelle Aufmerksamkeitsverteilung in der Anästhesie

Als objektiven Parameter der ökologischen Gültigkeit von Simulationen analysierten Manser et al.<sup>29</sup> innerhalb ihrer Untersuchung die Aktivitätenverteilung, eingeteilt in die

Hauptkategorien „Kommunikation“, „Monitoring“, „Manuelles“, „Dokumentation“ und „Weiteres“. Dazu untersuchten Manser et al.<sup>29</sup> die Aktivitäten der Anästhesisten während eines kompletten operativen Eingriffs in der Simulation verglichen mit der tatsächlichen Operation. Zur Einordnung einer Handlung in eine der Kategorien nutzte der Beobachter eine vordefinierte Tabelle mit 43 Beobachtungskategorien, welche sich im Anschluss einer jener fünf Hauptkategorien zuordnen ließen. Hier zeigte sich über die gesamte Operation gesehen während der Simulation die gleiche Aktivitätenverteilung wie in der Realität. In beiden Umgebungen erfolgte am häufigsten „Monitoring“, gefolgt von „Manuellem“ und „Kommunikation“. Wurde aber nur die Anästhesieeinleitung betrachtet, gab es einen Unterschied zwischen der Simulation und der Realität. In der Realität war „Manuelles“ die häufigste Aktivität, gefolgt von „Monitoring“ und „Kommunikation“. Während der Simulation folgte jedoch auf „Manuelles“ zuerst „Kommunikation“ und dann erst das „Monitoring“.<sup>29</sup> Zu bemängeln ist, dass Manser et al.<sup>29</sup> nicht die einzelnen Phasen einer Einleitung unterschieden und ihre Untersuchung lediglich mit 2 x 3 Teilnehmern durchführten. So kann dieses Ergebnis durchaus als Forschungsansatz aber keineswegs als vollständige Studie betrachtet werden.

In einer späteren Studie wurde das gleiche Verteilungsmuster der „Kommunikation“ in der Simulation und der Realität ermittelt. Weller et al.<sup>30</sup> werteten dazu Videoaufnahmen von 20 Anästhesisten aus realen und simulierten Operationen aus. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied für definierte Kommunikationsereignisse zwischen der Simulation und der Realität. Lediglich während simulierter Zwischenfälle nahm die Häufigkeit der Kommunikation zu.<sup>30</sup>

Die schon erwähnten Untersuchungen von Seagull et al.<sup>18</sup> ergaben im Gegensatz zu Manser et al.<sup>29</sup>, dass dem Bereich Monitoring in der Simulation mehr Aufmerksamkeit gewidmet wird als in der Realität. Dazu untersuchten Seagull et al.<sup>18</sup> die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung von *Anästhesie-Assistenten* für die Kategorien „Mensch/Simulatorpuppe“, „Monitor-Geräte“ und „Weiteres“. In der Realität wurde häufiger auf den Patienten geschaut und seltener auf Monitor-Geräte.<sup>18</sup> Allerdings werteten Seagull et al.<sup>18</sup> bloß das Zeitintervall von 60 Sekunden nach der Intubation aus. Möglicherweise wollten sie damit die Überprüfung der erfolgreichen Intubation vergleichen. Als ein

sicheres Intubationszeichen gilt nämlich unter anderem das Erkennen des CO<sub>2</sub>-Rückstroms über den Bildschirm der Beatmungsmaschine (Kategorie „*Monitor-Geräte*“). Die Auskultation gibt zusätzlich Hinweise darüber, ob der Tubus in der Trachea oberhalb der Bifurkation liegt (Kategorie „*Mensch/Simulatorpuppe*“). Der tatsächliche Grund für die Wahl dieses Zeitraumes bleibt allerdings unklar, da weitere Informationen bezüglich der Versuchsmethodik leider fehlen. Außerdem nahmen an dieser Studie lediglich acht Probanden teil, sodass das Ergebnis als eingeschränkt aussagekräftig angesehen werden muss. Darüber hinaus sollte berücksichtigt werden, dass Anästhesie-Assistenten keine Anästhesisten sind. Während ihrer Tätigkeiten ist immer ein Facharzt anwesend, der die Durchführung beobachtet und in kritischen Situationen eingreifen kann. Daher kann man die Anästhesie-Assistenten höchstens mit Assistenzärzten vergleichen, die eine Einleitung unter Aufsicht eines Facharztes durchführen. Die Ergebnisse der Studie dürfen deshalb nicht uneingeschränkt auf selbständig arbeitende Anästhesisten übertragen werden.

Bisher konnte also in den wenigen Studien nicht zufriedenstellend geklärt werden, ob sich die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung von Anästhesisten in einem simulierten Arbeitsumfeld von der Realität unterscheidet.

### 1.3 Fragestellung

Wir möchten nun in einer im Vergleich zu früheren Untersuchungen deutlich umfangreicheren Studie zeigen, dass der Einsatz eines Eye-Tracking-Gerätes auch in einer hochsensiblen Phase für den Anästhesisten, nämlich der Einleitung einer Allgemeinanästhesie am Patienten möglich ist.

Aufgrund der sich widersprechenden Ergebnisse bisheriger Untersuchungen soll das Eye-Tracking-Gerät genutzt werden, um über die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung zu prüfen, ob sich die Probanden während einer simulierten Einleitungssituation bezüglich ihrer visuellen Aufmerksamkeitsverteilung wie in der tatsächlichen Anästhesieeinleitung verhalten. Da ein erfahrungsabhängiges Verhalten zu vermuten ist, soll neben dem

Effekt der *Umgebung* (Simulationraum vs. Einleitungsraum) ebenso der Effekt von *Erfahrung* (Assistent vs. Facharzt) untersucht werden.

Um der Antwort auf diese Fragen näher zu kommen, ist die Durchführung einer hochstandardisierten Studie über die gesamte Zeitspanne der Einleitung hinweg mit einer aussagekräftigen Anzahl von Versuchspersonen zwingend nötig. Deshalb wird in der vorliegenden Studie mithilfe eines Eye-Tracking Gerätes die gesamte Einleitung einer Allgemeinanästhesie von zwölf Assistenten und zwölf Fachärzten untersucht. Beide Gruppen führten diese Einleitung sowohl in der Simulation als auch am Patienten im Einleitungsraum des OP-Traktes durch, sodass insgesamt 48 Aufnahmen analysiert wurden. Angelehnt an Schulz et al.<sup>21</sup> wurden 24 wichtige Blickpunkte als Areas of Interest (AOI) festgelegt und diese wiederum den drei Bereichen „Überwachung“ (entspricht dem „Monitoring“ bei Schulz et al.<sup>21</sup>), „Manuelles“ und „Weiteres“ zugeordnet.<sup>21</sup> Jedes Video wurde zusätzlich in sechs Phasen eingeteilt, nämlich (1) *Datenabgleich*, (2) *Vorbereitung*, (3) *Präoxygenierung + Narkoseinduktion*, (4) *Maskenbeatmung + Relaxierung*, (5) *Intubation* und (6) *Einstellung der Beatmungsmaschine*. So wurde also die Abhängigkeit der visuellen Aufmerksamkeit nicht nur allgemein vom Faktor *Umgebung* verglichen, sondern auch genauer vom Faktor *Phase*. Nach beiden Aufnahmen wurde mit jedem Teilnehmer ein halbstandardisiertes Interview durchgeführt, um herauszufinden, ob die Fachärzte bewusst mehr nicht-visuelle Informationsquellen nutzen, als die Assistenten.

Auf Grundlage der bisherigen Forschungen<sup>18, 28, 29</sup> wurden folgende drei Hypothesen aufgestellt:

### **Hypothese 1**

Nur während der tatsächlichen Narkoseeinleitung unterscheidet sich die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung unerfahrener Anästhesisten von derjenigen erfahrener Anästhesisten. Unerfahrene Anästhesisten richten mehr Aufmerksamkeit auf visuelle Informationsquellen (z.B. den Patientenmonitor).

Während der Simulation gibt es in Hinsicht auf die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung aufgrund der Einschränkungen durch die Simulation keinen Unterschied zwischen unerfahrenen und erfahrenen Anästhesisten.

### **Hypothese 2**

Bei tatsächlichen Narkoseeinleitungen nutzen erfahrene Anästhesisten ganz bewusst mehr nicht-visuelle Informationsquellen (z. B. akustische oder haptische).

### **Hypothese 3**

Die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung von Anästhesisten unterscheidet sich generell in der Simulation von derjenigen während der tatsächlichen Einleitung. Da die Simulation nicht alle möglichen Informationsquellen nachbildet, wie z.B. Haut des Patienten, Schweiß, Verfärbung der Lippen oder Bewegung, verschiebt sich die Verteilung auf bestimmte Quellen, die einen höheren Informationsgehalt haben, wie z.B. den Patientenmonitor.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studienbeschreibung

Diese experimentelle Studie wurde zwischen Juli 2015 und Januar 2016 im Zentral-Operationstrakt des Zentrums für Operative Medizin (ZOM) und im Simulationszentrum der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie am Universitätsklinikum Würzburg durchgeführt. Insgesamt nahmen an unserer Studie 15 Anästhesisten und 9 Anästhesistinnen des Universitätsklinikums teil, welche im Folgenden nur Probanden oder Anästhesisten genannt werden, wobei aber weibliche und männliche Personen gemeint sind.

Im within-subject-Design führte jeder Proband in zwei Situationen eine Allgemein-anästhesie durch (am Patienten in einem Einleitungsraum des Operationstraktes und am Simulator im Simulationsraum), wobei die Reihenfolge über alle Probanden ausbalanciert war. Das bedeutet, die Hälfte begann mit der Simulation, die andere Hälfte im Operationstrakt. Bei jeder Durchführung handelte es sich um eine sogenannte Routinenarkoseeinleitung, was durch ein spezielles Skript im Simulator zum einen und die Auswahl ähnlicher Patienten für die Versuche im Einleitungsraum zum anderen sichergestellt wurde.

Während der Narkoseeinleitungen wurden mithilfe eines mobilen Eye-Tracking-Gerätes, das der Proband wie eine Brille aufsetzte, Daten über dessen Blickbewegungen gesammelt. Der Anästhesist trug diese mobile Eye-Tracking-Brille im Simulationsraum wie auch im Einleitungsraum während der gewohnten Arbeit am Patienten. Während jeder Durchführung befand sich außerhalb des Raumes ein Versuchsleiter zur Überwachung. Für Anästhesisten während einer Einleitung relevante Teilregionen im Raum, sogenannte Areas of Interest (AOIs), wurden bestimmt und die Fixationsdauer des Probanden für jede Teilregion ermittelt. Dabei wurde in Anlehnung an Holmqvist<sup>31</sup> die abhängige Variable *gesamte Verweildauer* genutzt, die die komplette Fixationszeit einer AOI inklusive Sakkaden und Zwinkern meint. Dieser definierte Zeitraum beginnt, sobald der Proband einen Punkt in der jeweiligen AOI fixiert und endet erst, wenn diese AOI

mit den Augen wieder verlassen wird.<sup>31</sup> Das bedeutet, alle Ereignisse wie Sakkaden oder Zwickern sind eingerechnet und damit Teil der *gesamten Verweildauer*.

Im Anschluss an die Narkoseeinleitung wurden durch Fragebögen subjektive Informationen des Probanden über den Erfolg der Intubation (Cormack-Lehane Score) und die Arbeitsbelastung (mithilfe des sogenannten NASA-TLX-Fragebogens) gewonnen.

## 2.2 Probanden (Anästhesisten)

Die nötige Stichprobengröße für einen erkennbaren Effekt konnte im Vorfeld anhand in der Literatur vorliegender Studien bemessen werden. Für die Beantwortung der Frage, ob klinische Erfahrung zu einem Unterschied in der Aufmerksamkeitsverteilung führt, wurden Studien genutzt, die bereits den Faktor *Erfahrung* untersucht hatten, wie Schulz et al.<sup>21</sup> mit 15 Anästhesisten und Koh et al.<sup>24</sup> mit 20 OP-Schwestern.<sup>15</sup> Daraufhin konnte man abschätzen, dass 2x12 Probanden nötig sind, um einen mindestens mittelgroßen Effekt des Faktors *klinische Erfahrung* erkennen zu können ( $\alpha = .05$ , Power  $1-\beta = .8$ ). Mittels einer E-Mail (siehe Anhang 2) seitens Herrn Oliver Happel, Oberarzt für Anästhesie und Mitarbeiter des Simulationszentrums, wurden alle Anästhesisten des Klinikums über die Studie informiert und um Teilnahme gebeten. Angehängt war der Aufklärungs- und Einverständniserklärungsbogen (siehe Anhang 3 und 4).

Aus einem Pool von 120 Anästhesisten der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Würzburg nahmen also 24 Probanden (20%) an diesem Experiment teil. Sie wurden nach ihrer klinischen Erfahrung und ihrem Ausbildungsstand in zwei Gruppen eingeteilt, die Fachärzte (FAs) mit > 5 Jahren Erfahrung und Facharzt-Abschluss und die Assistenten (ATs) mit maximal 2 Jahren klinischer Erfahrung und ohne Facharzt-Reife. Eine Auflistung demographischer Daten sowie Informationen zur Einschätzung ihrer klinischen Erfahrung sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Eigentlich sollte das Erfahrungsintervall für die ATs auf < 2 Jahre beschränkt werden. Dies war jedoch am Uniklinikum Würzburg nicht möglich, sodass es zu maximal 2 Jahre verändert wurde.

Alle Probanden hatten eine normale Sehstärke oder nutzten im Experiment eine Sehverstärkung (Brille oder Kontaktlinsen), sodass sie alle als normalsichtig eingeschätzt werden können.

Die zuständige Ethikkommission stimmte dem Antrag für diese Studie zu (siehe Anhang 1) und jeder Teilnehmer bestätigte sein Einverständnis durch Unterschrift vor Beginn des Versuchs.

Variable	Assistenten (n = 12)	Fachärzte (n = 12)	Test
Geschlecht (weibl/männl)	7/5	2/10	Fisher's exact test, P = 0.089
Alter (Jahre)	29.0 (27, 32)	38.5 (24, 48)	Mann-Whitney U test, P < 0.001
Arbeitserfahrung als Anästhesist (Jahre)	1.3 (0.5, 2)	10.0 (7, 18.5)	Mann-Whitney U test, P < 0.001
Anzahl bisher intubierter Personen			
<201	3	0	-
201 bis 800	7	0	
801 bis 1600	2	2	
>1600	0	10	

**Tabelle 1:** Demographie und Erfahrung der Gruppen ATs und FAs  
Hier aufgeführt ist die Häufigkeit oder der Mittelwert mit Minimal- und Maximalwert.

Die klinische Erfahrung der Fachärzte ergab im Mittel 10,0 Jahre, wobei Angaben meist zwischen 7 und 15 Jahren gemacht wurden und lediglich ein Ausreißer bei 18,5 Jahren lag. Sieben Probanden dieser Gruppe bestätigten eine Fehlsichtigkeit, die sie durch Brille oder Kontaktlinse korrigierten. Die meisten Teilnehmer (sieben) hatten eine Intubations-Erfahrung von mehr als 2001-mal und ein Viertel (drei) 1601-2000-mal. Jeweils ein Proband hatte 802-1201-mal bzw. 1202-1601-mal intubiert.

Die Gruppe ATs hatte durchschnittlich 1,3 Jahre klinische Erfahrung. Hier lagen die Angaben zwischen 0,5 und 2 Jahren. Die Hälfte der Probanden trug eine Korrektur der Fehlsichtigkeit, die andere Hälfte verneinte eine Fehlsichtigkeit. Im Durchschnitt hatte

diese Gruppe bereits 201-mal bis 400-mal intubiert, jeweils drei Personen gaben niedrigere Werte bzw. höhere Werte an (siehe Tabelle 1).

## 2.3 Patienten

Die an der Studie beteiligten Patienten erfüllten ausnahmslos folgende Kriterien:

- Alter: 18 bis 80 Jahre
- kein erschwerter Atemweg bzw. keine Intubationsprobleme vorbeschrieben
- keine der üblichen Hinweise auf einen schwierigen Atemweg bei der klinischen Untersuchung des Patienten erkennbar
- Intubationsnarkose erforderlich und vom Patienten eingewilligt
- keine Zwischenfälle bei Vornarkosen bekannt
- perioperative Risikoklassifikation  $\leq$  ASA III

Die ASA-Klassifikation, entwickelt von der American Society of Anesthesiologists, wird in der Anästhesie genutzt, um den Gesundheitszustand eines Patienten zu beschreiben und dessen Anästhesiefähigkeit zu beurteilen.<sup>32</sup>

- ASA I: abgesehen von der chirurgischen Erkrankung gesunder Patient
- ASA II: Patient mit milder systemischer Grunderkrankung  
(gut eingestellter Diabetes mellitus, leichte Anämie, Schwangerschaft im 3. Trimenon)
- ASA III: Patient mit schwerer systemischer Grunderkrankung  
(kompensierte Herzinsuffizienz, KHK, COPD, Adipositas per magna)
- ASA IV: Patient mit lebensbedrohlicher systemischer Grunderkrankung  
(akutes Koronarsyndrom, Polytrauma, Schock jeglicher Genese)
- ASA V: moribunder Patient, der die kommenden 24 Stunden mit und ohne Operation voraussichtlich nicht überleben wird  
(perforiertes Aortenaneurysma, fulminante Lungenembolie)

ASA VI: Patient, der für hirntot erklärt wurde und dem zu Transplantationszwecken Organe entnommen werden

Nach der Identifikation den Kriterien entsprechender Patienten am Vortag ihrer Operation wurden diese über die Studie informiert. Zusätzlich zur mündlichen Aufklärung wurde jedem, der Interesse hatte, ein Informationsblatt (siehe Anhang 5) ausgehändigt. Nach Besprechung sämtlicher Fragen erfolgte die freiwillige schriftliche Einwilligung (siehe Anhang 6), die jederzeit hätte mündlich widerrufen werden können.

## 2.4 **Material und Setting**

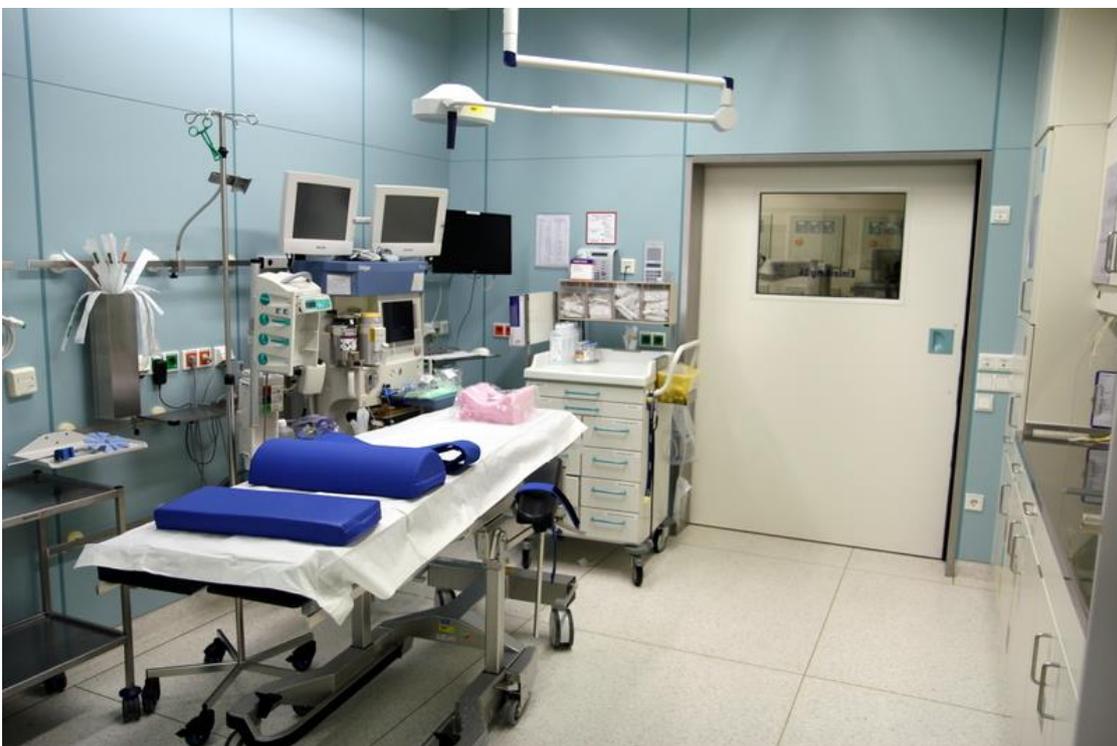
### 2.4.1 Arbeitsumfeld

Der genutzte Einleitungsraum ist einer der Einleitungsräume des Universitätsklinikums Würzburg im Operationstrakt des ZOM in Gebäude A1 auf Ebene -2. Technisch ist er mit der Beatmungsmaschine Primus des Medizintechnikherstellers Draeger (Lübeck, Deutschland) ausgestattet, auf der zwei Monitore des Elektronikkonzerns Philips Healthcare (Amsterdam, Niederlande) befestigt sind. Seitlich dieser Monitore befindet sich außerdem ein Netzwerkrechner mit elektronischen Patientenakten (Patientendatenmanagementsystem) des Softwareherstellers SAP (Walldorf, Deutschland) (siehe Abbildung 1a).



Bildautorin: Sophia Mohme

**Abbildung 1a:** Narkosegerät mit zwei Patientenmonitoren und einem Computerbildschirm im Einleitungsraum



Bildautor: Dr. Tobias Grundgeiger

**Abbildung 1b:** Einleitungsraum, betrachtet aus Richtung des Operationsaals

Die für die Simulation gewählte Umgebung (sog. Simulationsumgebung) unterschied sich in folgenden vier Bereichen von der Umgebung tatsächlicher Narkoseeinleitungen: Lokalisation des Raumes, Einrichtung des Raumes, Simulationspuppe und anwesende Mitarbeiter. Der Simulationsraum befindet sich nicht im OP-Trakt des ZOM, sondern durch ein Stockwerk und eine Wegstrecke von circa 200 m davon getrennt im Simulationszentrum der Anästhesiologie des Universitätsklinikums Würzburg in Gebäude A2 auf Ebene -3. Zwar ist der Simulationsraum technisch mit exakt den gleichen Geräten wie der Einleitungsraum im OP-Trakt eingerichtet, allerdings fehlt ein zusätzlicher Computerbildschirm seitlich oberhalb der Beatmungsmaschine (siehe Abbildung 2a). Da dieser Raum ursprünglich nicht als Einleitungsraum (Sterilität, optimale Ein- und Ausgänge) erbaut wurde, stimmen das Material und die Farbe der Wände sowie des Fußbodenbelags nicht mit den Gegebenheiten im Einleitungsraum überein. Auch die Türen sind keine breiten, elektronischen Türen, durch welche ein Bett passt. Stattdessen werden im Simulationsraum normale Innentüren verwendet. Außerdem gibt es eine dritte Tür und der Proband betritt den Raum nicht an einer kurzen Seite wie im Einleitungsraum. Darüber hinaus fehlt im Simulationsraum die Schrankwand aus dem Einleitungsraum. Das in jene Schrankwand aus Aluminium eingelassene Waschbecken hängt im Simulationsraum frei an der Wand und besteht aus Porzellan. Da die Schrankwand fehlt, steht im Simulationsraum ein Tisch am Platz der fehlenden Ablagefläche für beispielsweise das Anästhesieprotokoll. Der Simulationsraum wird für Trainingskurse unterschiedlicher Art verwendet. Deshalb ist der Simulationsraum mit einem nur vom Kontrollraum aus durchsichtigen Fenster versehen. Zusätzlich steht dort der große Computer des Simulators, es liegen Kabel am Boden, an der Decke hängen Kameras, an der Wand ist ein Computer-Bildschirm befestigt und außerdem befinden sich ein Patientenbett mit einer weiteren Simulationspuppe sowie ein Wagen mit Übungsmaterialien im Raum (siehe Abbildung 2b). Die Mitarbeiter des Simulationszentrums sind keine Anästhesie-Pfleger, also für die Probanden ungewohnt.



Bildautorin: Sophia Mohme

**Abbildung 2a:** Narkosegerät, zwei Patientenmonitore und Patientensimulator im Simulationsraum



Bildautor: Dr. Tobias Grundgeiger

**Abbildung 2b:** Simulationsraum, betrachtet aus Richtung des Kontrollraums

Soweit möglich, wurde der Nahbereich des Probanden wie im Operationstrakt gestaltet. Die Patientenliege, der Medikamentenwagen und die Anästhesiemaschine wurden an exakt den gleichen Positionen und im gleichen Winkel wie im OP-Trakt ausgerichtet. Da im Simulationsraum ein Computerbildschirm an der gleichen Stelle im Raum hängt, an der sich im Einleitungsraum eine analoge Uhr befindet, wurde mittels des Computerbildschirms eine analoge Uhr dargestellt. Darüber hinaus wurde für andere Simulationen benötigtes Equipment (Reanimationspuppe, Wagen mit Intubationsmaterialien, Patientenbett) einheitlich verdeckt.

Mithilfe von Durchführungs-Leitfäden, die diese Vorbereitungen festhielten, und Hilfsmitteln, wie Markierungen am Boden für Liege und Geräte, konnten erreicht werden, dass der Simulationsraum bei jedem Versuchsdurchgang, also für jeden Probanden, genau gleich aussah (siehe Anhang 11/12 und Abbildung 3). Die Pflegekraft der Einleitung am Patienten wurde im Simulationsraum durch einen Projektmitarbeiter ersetzt. Dieser war entweder Mitarbeiter des Simulationszentrums oder selbst Anästhesist und besaß daher die nötigen Kenntnisse.



Bildautorin: Sophia Mohme

**Abbildung 3:** Simulationsraum mit Patientensimulator, abgedeckter Einrichtung, analoger Uhr auf einem Bildschirm und Blick in Richtung Kontrollraum

#### 2.4.2 Simulator

Für unsere Studie kam der High Fidelity Full Scale Patientensimulator (HPS) (siehe Anhang 16) des Herstellers CAE Health Care (früher Meti) (Montreal, Kanada) zum Einsatz. Dieser Simulator ist mit einem lebensgroßen Erwachsenenmannequin der Maße 5 foot (= ca. 152,4 cm) und 11,75 lbs (= ca. 5.33 kg) ausgestattet. Das Mannequin zeigt Augen- und Pupillenmotorik, Herz- und Kreislauffunktionen, eine Sprachfunktion und ein menschenähnliches Aussehen. Mithilfe modellbasierter Physiologie werden verschiedene Organfunktionen nachgeahmt. Diese können darüber hinaus auch durch pharmakologische Modelle beeinflusst werden. So ist der Simulator dazu in der Lage, komplexe physiologische und pharmakologische Kreislaufveränderungen darzustellen und zeigt auf Medikamentengabe realistische Reaktionen. Über das Standardmonitoring können signalisierte Kreislauffunktionen wie der Blutdruck, ein EKG und die Pulsoxymetrie abgeleitet werden. Medikamente werden über einen intravenösen Zugang appliziert. Die Atemwege kann man in ihrer Weite und Relation verändern, wobei die Einstellung *normale Atemwegs-Konfiguration* gewählt wurde. So entsprachen die Atemwege der Simulationspuppe in ihrem Aussehen und ihrer Mobilität denen eines gut zu intubierenden Menschen. Auch Fehlintubation in den Magen oder einen Hauptbronchus war möglich. Eine Besonderheit dieses Simulators ist der zusätzliche Lungensimulator. Er simuliert physiologische Reaktionen auf die Zusammensetzung der eingeatmeten Luft und das Gasmisch der ausgeatmeten Luft entspricht derjenigen eines Menschen. Deshalb kann neben der üblichen Atemmaske und dem gebräuchlichen Schlauchsystem sogar eine aktuelle Standard-Anästhesiemaschine für die Überwachung des Simulatorpatienten verwendet werden.

Im angrenzenden Kontrollraum beobachtete und steuerte ein Projektmitarbeiter das Geschehen im Simulationsraum. Dabei schaute er durch eine halbtransparente Glasscheibe in den Simulationsraum bzw. auf einen Monitor, der die Bilder mehrerer schwenkbarer Kameras an der Decke des Simulationsraums aufzeichnete, und hörte über einen Lautsprecher alle Geräusche aus dem Simulationsraum. Außerdem übernahm er die Stimme des simulierten Patienten, welche dann über einen Lautsprecher im Raum wiedergegeben wurde.

Dieser Projektmitarbeiter steuerte den Simulator durch Anweisungen, die er der Software gab. Für unsere Studie wurde selbst ein Szenario für den Simulator programmiert. Die Reihenfolge der Ereignisse war durch das Skript bereits wie folgend vorgegeben: *baseline* (= spontane Atmung, Ruheherzfrequenz, Ruheblutdruck), *Fentanylgabe*, *Propofolgabe*, *Propofolwirkung*, *Relaxierung*, *Akrinorgabe*. Während des Versuchs musste die den Simulator bedienende Person also lediglich die Gabe des nächsten Medikaments im Programm anwählen, sobald dies durch den Anästhesisten ausgeführt worden war. Alle daraufhin zu erwartenden physiologischen Veränderungen der Kreislaufparameter nahm die Software selbst vor. Somit lief in jedem Versuch das exakt gleiche Programm ab, der Simulator reagierte auf gleiche Interventionen der Probanden gleich.

#### 2.4.3 Eye-Tracking

Wir nutzten die Eye-Tracking-Glasses von SensoMotoric Instruments (SMI) (Teltow, Deutschland), welche eine binokulare Aufzeichnung der Pupillenbewegungen mit der Frequenz 30Hz ermöglichten. Bei einem Mindestabstand von 40 cm zum fixierten Objekt konnten mit diesem Gerät Augenbewegungen von mindestens 0,1 Grad aufgezeichnet werden. Der maximale Bewegungsradius der Pupillen betrug für eine Auswertung 80 Grad horizontal und 60 Grad vertikal. Mit der Szenenkamera auf dem Nasenbügel konnte ein Sichtfeld von 60 Grad horizontal und 46 Grad vertikal in der Auflösung 1280x960 Pixel mit 24 Hz aufgenommen werden. Das angebrachte Mikrophon zeichnete zusätzlich alle Geräusche auf. Weitere technische Details sind im Anhang 15 beigefügt. Der Proband trug das Eye-Tracking-Gerät wie eine normale Brille und befestigte sie zusätzlich mit einem Band am Hinterkopf, um ein Verrutschen zu vermeiden. Brillenträger setzten die Eye-Tracking-Glasses einfach zusätzlich über ihre eigene Brille. Um die Aufnahme sofort speichern zu können, war das Eye-Tracking-Gerät über ein Kabel mit einem Laptop verbunden, welches der Proband in einem speziellen Rucksack für den Versuch bei sich trug (ca. 1,5 kg Gewicht) (siehe Abbildungen 6 und 7).



Bildautorin: Sophia Mohme

**Abbildung 4:** Projektmitarbeiterin mit der Eye-Tracking-Brille

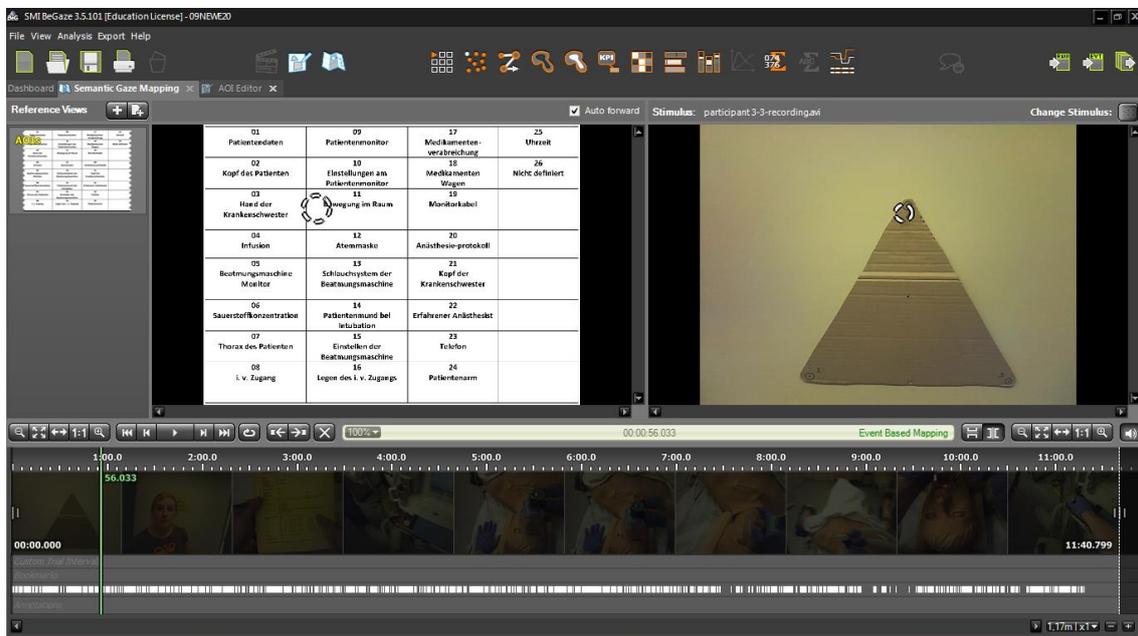


Bildautorin: Sophia Mohme

**Abbildung 5:** Projektmitarbeiterin mit der Eye-Tracking-Brille und dem Aufnahme-Laptop

Zur Aufnahme wurde die SMI Experiment Center™ Software der Firma SensoMotoric Instruments (Teltow, Deutschland) verwendet.

Zu Beginn jedes Versuches wurde eine 3-Punkt-Kalibrierung durchgeführt, um das System jeweils an den Träger der Eye-Tracking-Brille anzupassen. Hierzu wurde jeweils dasselbe gleichseitige Dreieck aus Pappe (Seitenlänge 40 cm) mit beschrifteten Markierungen in jeder Ecke des Dreiecks eingesetzt und dabei im Abstand einer Armlänge des jeweiligen Anästhesisten etwas unterhalb seiner Augenhöhe an der Wand befestigt. Auf Kommando musste der Proband nacheinander auf jede der drei Eckmarkierungen blicken. Dies wurde am Computer festgehalten. Der Abstand einer Armlänge wurde gewählt, da sich das Tätigkeitsfeld der Anästhesisten hauptsächlich in diesem Bereich befindet und somit auch die meisten Fixationen dort zu erwarten waren. Die Kalibrierung nahm wenige Minuten in Anspruch und wurde vor und noch einmal direkt nach der Einleitung durchgeführt, um so eine manuelle Offset Korrektur zu ermöglichen. Damit konnte bei ungenauer Kalibrierung die Anpassung im Nachhinein am Computer manuell verbessert werden (siehe Abbildung 8).



Bildautorin: Sophia Mohme

**Abbildung 8:** Software-Fenster von SMI BeGaze 3.5.101 bei der Auswertung, rechts das Kalibrierungsdreieck während der Kalibrierung

## 2.5 Pilotstudie

Eine Vorstudie mit zwei Probanden in der Simulation und einem Probanden im realen Einleitungsraum diente dazu, den Ablauf zu testen und zu verbessern. Es interessierten die Dauer des gesamten Versuchs inklusive Aufbau und Kalibrierung, die Durchführbarkeit im OP-Trakt, sowie die Frage, ob die Bedingungen, wie beispielsweise die Lichtverhältnisse, für den Eye-Tracker ausreichend sind. Die dabei gewonnenen Daten konnten sogleich genutzt werden, um die Auswertung zu standardisieren. Zwei instruierte Personen (Versuchsleiter) kodierten unabhängig voneinander dasselbe Video, 1309 Fixationen in 9:46 Minuten, wovon eine Interrater-Reliabilität berechnet wurde. Daraus ergab sich, dass die Ergebnisse der beiden Versuchsleiter sehr gut übereinstimmten (Kappa = .835). Nach gemeinsamer Analyse der abweichenden Kodierungen überprüfte jeder der Versuchsleiter für sich noch einmal seine Auswertung. Die daraus resultierenden Ergebnisse ähnelten sich nun noch stärker als zuvor (Kappa = .940) und waren deshalb gemäß Bakeman et al.<sup>33</sup> für die Bedürfnisse der Studie absolut ausreichend. Im Anschluss daran wurden die Auswertungs-Leitfäden noch detaillierter verfasst und Lösungen für die in der Pilotstudie aufgetretenen Probleme ergänzt (siehe Anhang 13). Dadurch konnten erreicht werden, dass nun zwei beliebige außenstehende, aber zuvor instruierte, Personen in der Lage sind, die gewonnenen Daten mithilfe jener Leitfäden sehr ähnlich auszuwerten. Die tatsächliche Kodierung wurde jedoch stets von zwei Versuchsleitern durchgeführt, die intensiv an der Planung und Durchführung der Studie beteiligt waren.

## 2.6 Kodierung/Anonymisierung

Der Name des Probanden tauchte nur auf der Einwilligungserklärung auf, um diese sicher zuordnen zu können. Auf Fragebögen, Interviewblatt, verbunden mit der Videoaufnahme, sowie auf allen verwendeten Listen ist der Name des Probanden codiert. Dazu wurde das Kodierungsschema aus dem Vorschlag der Ethikkommission der DGPS

(Deutschen Gesellschaft für Psychologie) (siehe Anhang 10) benutzt, welches persönliche Informationen über den Probanden durch Ziffern und Buchstaben ersetzt. Durch unter anderem Nennung des eigenen Geburtstages (27) oder der letzten beiden Buchstaben des Vornamens des Vaters (ER) ergibt sich ein achtstelliges Codewort, bestehend aus 4 Ziffern und 4 Buchstaben (siehe Anhang 7/8). Diesen Code mussten die Probanden auf jedem Fragebogen selbst eintragen, welcher somit im Nachhinein einer Person nicht mehr zuzuordnen war. Unter diesem Code, der dem direkt nach der Narkoseeinleitung ausgefüllten Fragebogen entnommen wurde, speicherten die Versuchsleiter die Videoaufnahme, sodass auch diese verschlüsselt war.

Die Videoaufnahmen wurden ebenfalls ohne Verbindung mit dem Namen des jeweiligen Patienten auf zwei externen, mit Passwort geschützten Festplatten gespeichert, die nur für an die Schweigepflicht gebundene Versuchsleiter zugänglich waren. Diese werden so wie alle anderen Daten in der Universität Würzburg unter Verschluss aufbewahrt.

## 2.7 Sicherheit

In bereits erfolgten standardisierten Befragungen fühlten sich die Träger einer Eye-Tracking-Brille nicht eingeschränkt oder gestört<sup>22</sup>. Das Laptop wurde als festsitzender Rucksack getragen, das Kabel wurde durch einen Versuchsleiter am Rucksack fixiert, damit es nicht einschränkend wirkte.

Wenn Probanden aus der Gruppe der Assistenten die Einleitung vornahmen, musste während des Versuchs ein Oberarzt verfügbar sein, um bei Bedarf einzugreifen. Auch ein Versuchsleiter war bei jedem Versuch direkt vor dem Einleitungsraum in Bereitschaft. Für den Fall, dass der Eye-Tracker, beispielsweise durch ein Verrutschen, plötzlich gestört hätte oder das Laptop hinderlich geworden wäre, hätte dieser jederzeit einschreiten und die Technik entfernen können.

## 2.8 Ablauf/Prozedur

### 2.8.1 Simulation

Vor dem ersten Versuch wurde jeder Proband mündlich und schriftlich aufgeklärt und unterschrieb die Einverständniserklärung (siehe Anhang 3/4). Mit den Probanden wurde ein Termin zwischen 8.00 Uhr und 12.00 Uhr an einem regulären Arbeitstag verabredet, zu dem sie sich dann in dem Simulationszentrum einfanden. Während des Versuchs (circa 30 Minuten) vertrat der Oberarzt und Projektmitarbeiter Herr Oliver Happel die Teilnehmer im OP-Trakt. Ein Mitarbeiter aus dem Simulationszentrum oder ein Anästhesist ersetzte für die Simulationen die Anästhesie-Pflegekraft. Eine weitere eingearbeitete Person steuerte den Simulator und betreute den Probanden. Im Simulationsraum fand zunächst die Kalibrierung des Eye-Tracking-Gerätes statt, danach wurde der Proband instruiert, dass es sich im Folgenden um eine Routineeinleitung ohne Zwischenfälle handelt und er sich wie in der Realität verhalten solle. Bei Betreten des Einleitungsraums wartete dort bereits die Schauspiel-Pflegekraft und „der Patient“ war am Monitor angeschlossen. Die Simulationspuppe stellte einen gesunden 54-jährigen Mann, ASA II (milde systemische Grunderkrankung), dar, welcher sich einer Ureterorenoskopie aufgrund einer Nephrolithiasis unterziehen sollte. Nach der Fixation des Tubus und der Einstellung der Beatmungsmaschine wurde die Aufzeichnung von einem Versuchsleiter abgebrochen. Es fand eine erneute Kalibrierung des Eye-Tracking-Gerätes statt und im Anschluss füllte der Proband den ersten Fragebogen (siehe Anhang 7) zur Beurteilung der gerade erfolgten Einleitung aus, der den Cormack-Lehane Score sowie eine Einschätzung der Arbeitsbelastung enthielt.

### 2.8.2 Narkoseeinleitung am Patienten

Im Einleitungsraum fanden die Versuche ebenfalls nur zwischen 8.00 Uhr und 12.00 Uhr in den normalen Dienstzeiten statt. Ein Versuchsleiter informierte das Pflegeteam zuvor, betreute den Probanden und blieb während der gesamten Einleitung unmittelbar vor dem Einleitungsraum. Hier wurde die Eye-Tracking-Brille ebenfalls sowohl zu Beginn als auch am Ende der Aufnahme, nachdem der Patient in den OP-Saal überführt worden

war, kalibriert. Auch nach dieser Einleitung trug der Proband seine Einschätzung in den zweiten Fragebogen (siehe Anhang 8) ein. Sobald er beide Einleitungen ausgeführt hatte, führte ein Versuchsleiter ein halbstandardisiertes Interview zum Thema Informationsquellen bei der Einleitung (siehe Anhang 9) mit ihm durch.

## 2.9 Fragebögen

Mithilfe der von den Teilnehmern nach jeder Einleitung ausgefüllten Fragebögen wurde die subjektive Bewertung der gerade ausgeführten Einleitung ermittelt.

Der Fragebogen nach der ersten Einleitung forderte zusätzlich demographische Angaben, wie Alter und Geschlecht, sowie Informationen zur Berufserfahrung. Nach beiden Einleitungen sollte der Proband auf dem Fragebogen den Erfolg der gerade durchgeführten Narkoseeinleitung einschätzen. Hierzu wurde zunächst nach dem Cormack-Lehane-Wert gefragt. Dieser gibt eine Information zur Einsehbarkeit der Stimmritze und somit zum Schwierigkeitsgrad der Intubation.<sup>32</sup> Man unterscheidet wie folgt.

Grad 1: Glottis frei einsehbar

Grad 2: nur hinteres Drittel der Glottis und hintere Kommissur sichtbar

Grad 3: Glottis völlig verdeckt; nur Epiglottis erkennbar

Grad 4: zusätzlich zu 3 auch Epiglottis durch Mundbodenstrukturen überlagert.

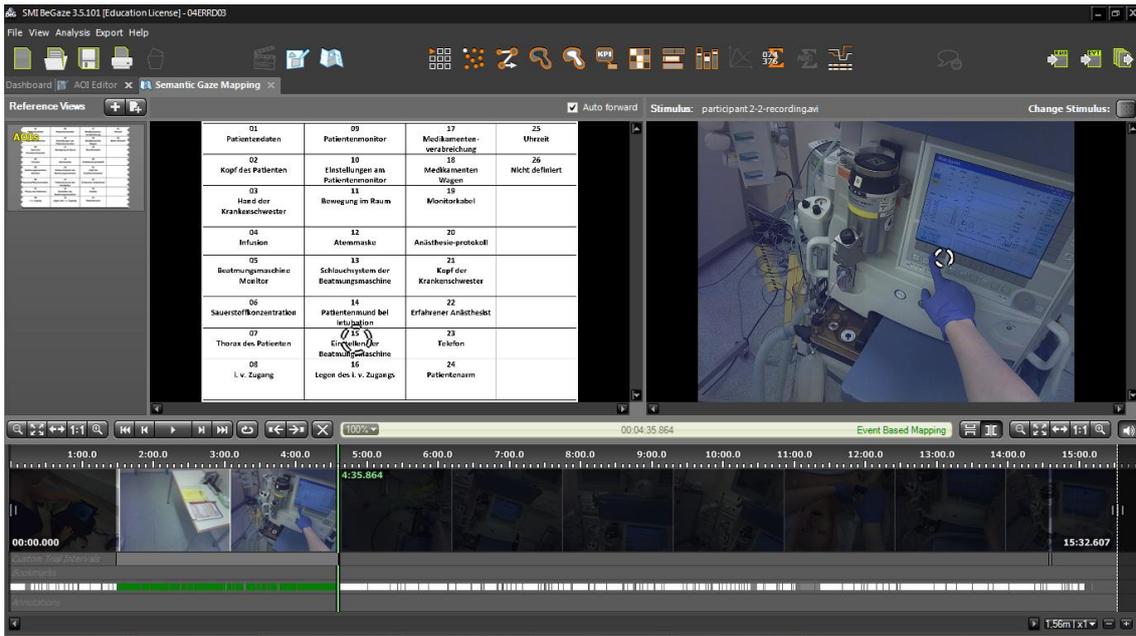
Danach bewerteten die Probanden anhand des NASA Task Load Index (TLX), wie groß sie selbst die Anforderungen an sich, sowie Frustration und Erfolg in dieser Einleitung empfunden hatten. Dafür musste eine Skala von 0 (wenig) bis 10 (sehr hoch) genutzt werden. Dieser Index, von der National Aeronautics and Space Administration (NASA) zur Beurteilung der Arbeitsbelastung entwickelt, unterscheidet die folgenden sechs Dimensionen: geistige, körperliche und zeitliche Anforderung, die Größe der Anstrengung und Frustration, sowie der Erfolg der Ausführung (siehe Anhang 7/8).<sup>32</sup>

## 2.10 Interview

Nutzen erfahrene Anästhesisten mehr nicht-visuelle Informationsquellen, ist ihnen dies möglicherweise bewusst und auf Nachfrage zu ermitteln. Das Interview wurde also durchgeführt, um Daten zur Beantwortung der zweiten Hypothese zu sammeln. Dazu wurde nach den persönlich wichtigsten Informationsquellen während der Einleitung einer Allgemeinanästhesie, gezielt nach für den Probanden wichtigen nicht-visuellen Informationsquellen während der Einleitung, nach Unterschieden in der Priorität der Informationsquellen und nach grundsätzlichen Unterschieden zwischen der Narkoseeinleitung am Patienten und der Simulation gefragt (Anhang 9). Insgesamt dauerte das Interview maximal zehn Minuten.

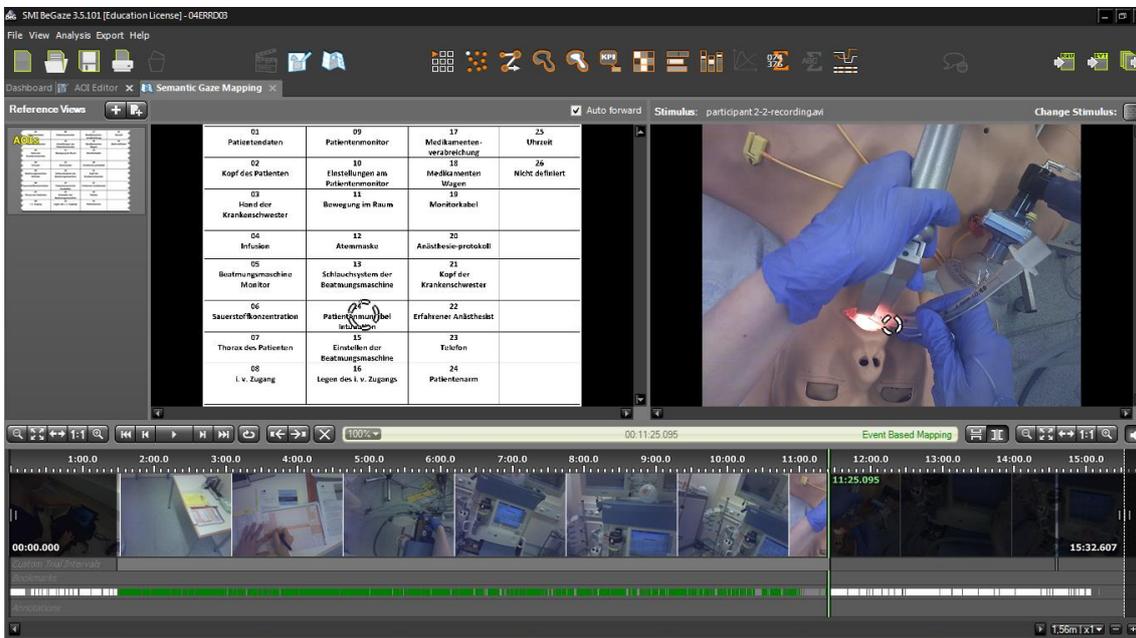
## 2.11 Datenanalyse

Zwei mit den Auswertungs-Leitfäden vertraute Versuchsleiter werteten die Videos mittels SMI BeGaze 3.5.101 aus. Die Auswahl der Areas of Interest (AOIs) orientierte sich an den Untersuchungen von Schulz et al. <sup>21</sup>. Sie wurde aber um weitere ergänzt. Daraus ergaben sich 24 AOIs, wie Tabelle 2 (siehe S. 35) zeigt. *Area of interest* steht, wie bereits erläutert, für eine definierte Teilregion im Raum, die von der Versuchsperson fixiert wird. Dies kann zum Beispiel der *Kopf des Patienten*, die *Atemmaske* oder der *Monitor der Beatmungsmaschine* sein. 23 Teilregionen (AOIs) sind für die Tätigkeit des Anästhesisten relevant. Alle anderen Punkte im Raum gelten als unwichtig und wurden der 24. AOI, nämlich *nicht definiert*, zugeordnet. Zunächst wurde jedes Video von einem der Versuchsleiter kodiert, das bedeutet, jede Fixation einer AOI zugeordnet (siehe Abbildungen 9 und 10).



Bildautorin: Sophia Mohme

**Abbildung 9:** Software-Fenster von SMI BeGaze 3.5.101 bei der Zuordnung der Fixationspunkte zu den AOIs für die Phase 3 (*Präoxygenierung + Narkoseinduktion*)



Bildautorin: Sophia Mohme

**Abbildung 10:** Software-Fenster von SMI BeGaze 3.5.101 bei der Zuordnung der Fixationspunkte zu den AOIs für die Phase 5 (*Intubation*)

Zusätzlich wurde jede Aufnahme, orientiert am Ablauf einer Narkoseeinleitung in der Allgemeinanästhesie, in sechs Phasen eingeteilt. Die erste Phase, *Datenabgleich* genannt, beginnt mit der ersten Fixation im Einleitungsraum und umfasst die Abfrage der Patientendaten und die Patientenbeurteilung durch den Anästhesisten. Daran schließt sich die *Vorbereitungsphase* mit Einschalten der Monitore, Bereitstellung der Medikamente, des Spatels, etc. an. Als dritte Phase folgt die *Präoxygenierung*, d. h. die Beatmung mit Maske, plus *Narkoseinduktion* mit Gabe eines Analgetikums (Fentanyl) und eines Hypnotikums (Propofol). In der vierten Phase findet die *Maskenbeatmung* per Hand, sowie die *Relaxierung* (Gabe von Vecuronium) statt. Die letzten beiden Phasen sind die *Intubation* selbst und als sechste Phase die *maschinelle Beatmung* mit Einstellung der Anästhesiemaschine, woraufhin die Aufnahme endete. Der Leitfaden zur Phaseneinteilung findet sich im Anhang 14.

Angelehnt an das System von Schulz et al.<sup>21</sup> wurden die AOIs den Gruppen „überwachende Tätigkeiten“, „manuelle Tätigkeiten“ und „weitere Beobachtungspunkte“ zugeordnet. Die „überwachenden Tätigkeiten“, von nun an kurz „Überwachung“, umfassten die AOIs *Patientendaten, der Kopf bzw. Thorax des Patienten, die Hände der Pflegekraft, die Infusion, die Anästhesiemaschine, der intravenöse Zugang und der Patientenmonitor*. Anhand der Fixation dieser Objekte im Raum kann die Einleitung durch den Anästhesisten kontrolliert werden. Die AOIs der Gruppe „manuelle Tätigkeiten“, im Folgenden nur „Manuelles“ genannt, sind das *Vornehmen von Einstellungen am Patientenmonitor bzw. an der Anästhesiemaschine, die Bewegung im Raum, die Atemmaske, das Schlauchsystem, der Mund des Patienten während der Intubation, die Medikamentengabe, der Medikamentenwagen und Monitorkabel*. Diese AOIs werden bevorzugt während manueller Handlungen fixiert. Zur letzten Gruppe, „weitere Beobachtungspunkte“ bzw. „Weiteres“, gehören alle übrigen AOIs. Sie sind während der Einleitung zwar relevant, lassen sich aber nicht den Gruppen „Überwachung“ oder „Manuelles“ zuordnen. Für diese Gruppe wurde das *Anästhesieprotokoll, der Kopf der Pflegekraft, der Oberarzt, das Telefon, der Patientenarm, die Uhr* und die letzte AOI mit der Bezeichnung *nicht definiert* gewählt. Unter *nicht definiert*

fallen alle anderen Punkte im Raum, die nicht Teil der 23 definierten AOIs sind (siehe Tabelle 2, S.35).

Schließlich wurde für jeden Probanden und für jede Phase die relative Verweildauer pro AOI prozentual bezogen auf die Gesamtzeit berechnet. Zur statistischen Auswertung diente IBM SPSS 22 (IBM, Chicago, IL, USA). Dabei wurden die drei Gruppen „Überwachung“, „Manuelles“ und „Weiteres“ mithilfe einer multivariaten Varianzanalyse (MANOVAs) mit den Faktoren *Erfahrung* (Assistenten, Fachärzte), *Umgebung* (Simulation, OP) und *Phase* (1 - 6) analysiert. Am Institut für Mensch-Computer-Medien wurde eine Bachelorarbeit (Bachelor of Science Mensch-Computer-System) erstellt, die ausschließlich die Frage nach dem Einfluss der Umgebung betrachtet hat und keinerlei Bezug auf die Phasen und auf die Erfahrung nahm. Da der Schwerpunkt dieser Studie auf den Faktoren *Erfahrung* und *Umgebung* lag und hierbei besonders die Phasen beachtet wurden, wurden nur signifikante Haupt- und Interaktionseffekte dieser beiden Faktoren beachtet. Dazu wurde der t-Test genutzt. Für alle anderen Variablen wurde der Name der genutzten parametrischen und nicht-parametrischen Tests dokumentiert. Das Signifikanzniveau wurde für alle Tests auf  $\alpha = 0.050$  gesetzt. Als Haupteffekte werden direkte Effekte eines Faktors bezeichnet. Wurde in der Simulation eine signifikant andere visuelle Aufmerksamkeitsverteilung der Anästhesisten als während der Einleitung am Patienten ermittelt, ist dies ein Haupteffekt des Faktors *Umgebung*. Interaktionseffekte treten auf, wenn ein Haupteffekt durch einen zweiten Faktor moduliert wird. Ist die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung der Anästhesisten in der Simulation nur während bestimmter Phasen signifikant verändert, liegt ein Interaktionseffekt *Umgebung x Phase* vor.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Visuelle Aufmerksamkeitsverteilung

Aufgrund unzureichend guter Kalibrierung des Eye-Tracking-Gerätes musste das Material einer simulierten Einleitung verworfen werden und ist nicht Teil der Auswertung. Deshalb führte ein Facharzt wenige Tage später die Einleitung in der Simulation noch einmal durch. Die Aufnahme eines Assistenten am Patienten musste verworfen werden, da der Assistent beim ersten Versuch Hilfe durch den vor dem Einleitungsraum bereitstehenden Oberarzt einforderte. Dieses Material ist also ebenfalls nicht Teil der Auswertung. Jene Einleitung wurde circa acht Wochen später durch eine Wiederholung an einem anderen Patienten ersetzt.

Um die Aufnahmen möglichst vergleichbar zu machen, wurden im Nachhinein aus acht Aufnahmen Abschnitte des Videos entfernt, die dann also nicht Teil der Auswertung wurden. Folgende Gründe sind dafür zu nennen: Während einer Simulation traten technische Probleme mit der Beatmungsmaschine auf, viermal geschahen zwei nötige Versuche für die erfolgreiche Intubation (Bildmaterial des jeweils ersten Versuches herausgeschnitten), zweimal zeitintensives Anästhesieprotokoll-Ausfüllen und einmal zusätzliches Venenverweilkanüle-Legen. So dauerten die ausgewerteten Videos im Endeffekt 8-15 Minuten und pro Video wurden 1050-2000 Fixationen den 24 Areas of Interest (AOIs) zugeordnet.

#### 3.1.1 Effekte des Faktors *Erfahrung*

Tabelle 2 (siehe S. 35) listet sämtliche Messwerte in Form der relativen Verweildauer für jede AOI getrennt nach *Umgebung* und Anästhesisten-Gruppe auf. Bis auf zwei Ausnahmen wurde kein signifikanter Effekt des Faktors *Erfahrung* deutlich. Assistenten und Fachärzte verhielten sich also in der gleichen Umgebung, bezogen auf ihre visuelle Aufmerksamkeit, sehr ähnlich. Beide Ausnahmen zeigten sich in Phase 6 der Narkoseeinleitung am Patienten (siehe 3.1.2).

### 3.1.2 Effekte der Faktoren *Umgebung* und *Phase*

#### 3.1.2.1 AOI-Gruppe *Überwachung*

Es ergab sich ein Haupteffekt des Faktors *Umgebung* (im Folgenden *UM* genannt) und ebenso ein Haupteffekt des Faktors *Phase*. Beide Anästhesisten-Gruppen richteten ihre visuelle Aufmerksamkeitsverteilung in der Simulation insgesamt ( $M = 48,86\%$  der gesamten Verweildauer während der Einleitung) (siehe Tabelle 2, Seite 35) und in folgenden Phasen im speziellen signifikant mehr auf AOIs der Gruppe *Überwachung* als im Einleitungsraum: Phase 1 (*Datenabgleich*) ( $P = 0.013$ ), Phase 4 (*Maskenbeatmung + Relaxierung*) ( $P = 0.035$ ), Phase 5 (*Intubation*) ( $P = 0.039$ ) und Phase 6 (*maschinelle Beatmung*) ( $P = 0.005$ ) (siehe Diagramm 2a und Tabelle 3a). Es wurde außerdem eine *UM x Phase* Interaktion deutlich. Alle anderen Effekte waren nicht signifikant.

Die statistischen Daten sind im Folgenden aufgelistet.

- Haupteffekt des Faktors *UM*:  $F(1,22) = 13.938, p = 0.001, \eta_p^2 = .39$

(Einleitungsraum:  $M = 42.51, SD = 8.16$ ; Simulation:  $M = 48.86, SD = 7.32$ )

- Haupteffekt des Faktors *Phase*:  $F(5,18) = 162.401, p < 0.001, \eta_p^2 = .98$

- Interaktion *UM x Phase*:  $F(5,18) = 3.886, p = 0.015, \eta_p^2 = .52$

M: Mittelwert

SD: Standardabweichung

F: Testwert der F-Verteilung

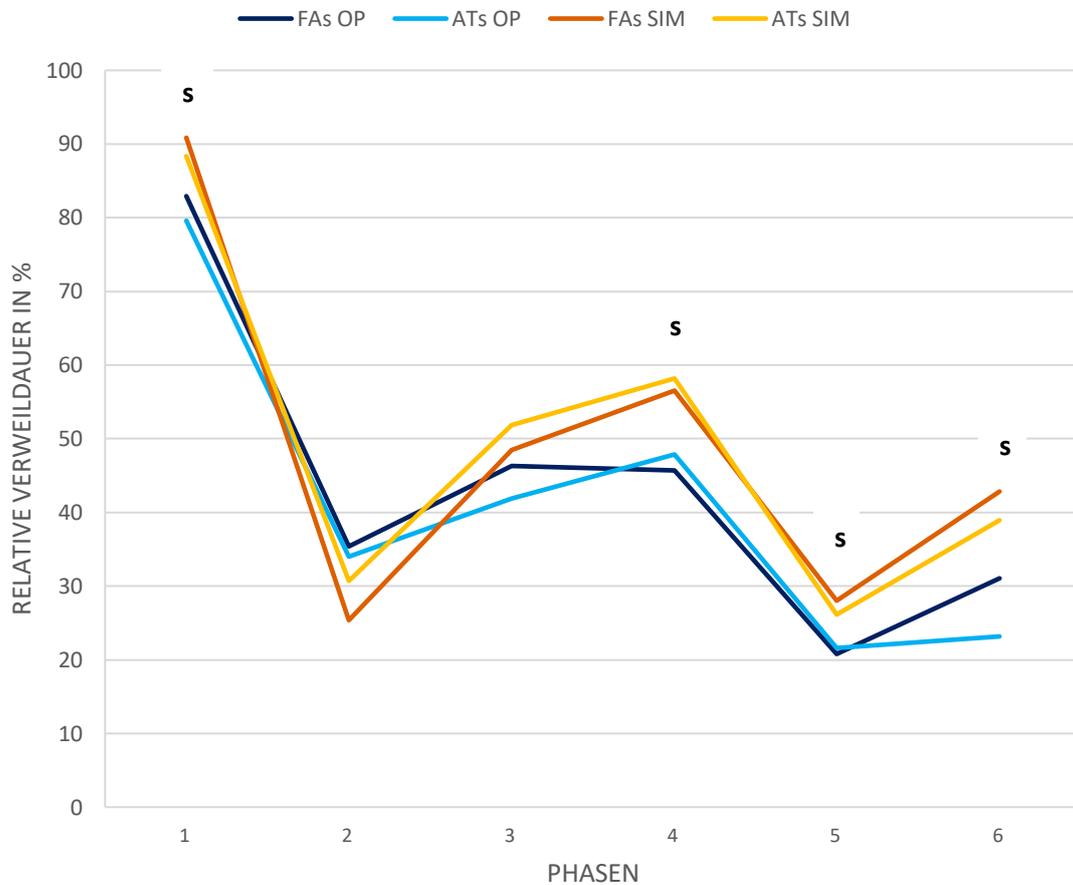
p-Wert: Maß für die Signifikanz, signifikant bei  $p < 0.05$

$\eta_p^2$ : Maß für die Effektstärke

Areas of interests (AOIs)		Simulationsraum						Einleitungsraum					
		ATs		FAs		ATs+FAs		ATs		FAs		ATs+FAs	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Überwachung</b>													
1	Patientendaten	10.08	5.06	12.83	3.26	11.45	3.61	8.45	6.07	8.83	3.53	8.64	3.34
2	Kopf des Patienten	12.08	3.53	8.53	3.46	10.30	4.29	11.43	3.27	12.77	4.44	12.10	5.51
3	Hände Pflegekraft	4.12	3.04	4.73	1.87	4.42	2.31	4.33	3.84	4.49	2.73	4.41	3.39
4	Infusion	1.06	1.34	0.60	0.46	0.83	0.75	0.92	0.62	1.26	0.93	1.09	1.04
5	Anästhesiemaschine	5.50	2.50	6.25	3.57	5.88	3.22	4.05	2.62	5.16	2.92	4.60	2.57
6	Thorax des Patienten	7.00	4.31	7.28	2.77	7.14	3.19	5.43	3.63	3.76	3.68	4.59	3.99
7	intravenöser Zugang	2.13	2.12	2.74	1.47	2.44	1.48	2.15	2.05	2.64	1.49	2.39	2.06
8	Patientenmonitor	5.51	1.21	4.14	1.19	4.83	2.37	3.31	2.44	2.33	3.05	2.82	1.95
<b>Manuelles</b>													
9	Einstellungen vornehmen am Patientenmonitor	1.72	0.81	2.38	2.73	2.05	2.08	0.99	0.81	0.65	1.15	0.82	0.81
10	Bewegung im Raum	1.01	0.80	1.17	0.56	1.09	0.67	2.09	1.21	1.12	0.78	1.60	1.12
11	Atemmaske	7.41	4.06	6.89	4.39	7.15	3.84	9.32	4.84	6.68	3.39	8.00	4.57
12	Schlauchsystem	11.70	3.83	14.03	3.78	12.86	3.71	9.04	3.33	8.58	3.38	8.81	3.52
13	Mund des Patienten (Intubation)	7.34	2.86	6.56	1.63	6.95	1.92	8.88	3.02	8.30	2.17	8.59	2.89
14	Einstellungen vornehmen an der Anästhesiemaschine	7.33	3.23	8.51	3.03	7.92	3.76	11.73	3.54	9.42	4.42	10.57	3.52
15	Medikamentengabe	1.07	0.00	0.14	0.47	0.60	1.15	0.10	0.27	0.00	1.43	0.05	0.19
16	Medikamentenwagen	4.82	4.18	4.39	2.40	4.60	1.94	4.16	2.75	6.03	1.41	5.09	3.59
17	Monitorkabel	1.28	0.64	0.56	0.27	0.92	0.95	1.18	1.43	0.89	1.24	1.04	1.09
<b>Weiteres</b>													
18	Anästhesieprotokoll	1.24	6.68	1.98	2.80	1.61	2.28	3.67	2.97	4.56	1.63	4.11	5.07
19	Kopf Pflegekraft	1.44	1.77	0.85	0.90	1.15	1.02	0.82	0.82	1.57	1.08	1.19	1.40
20	Oberarzt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.28	0.00	0.00	0.08	0.21
21	Telefon	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.38	0.07	0.00	0.10	0.28
22	Patientenarm	1.06	1.27	1.12	0.76	1.09	0.77	0.87	0.51	2.27	0.81	1.57	1.19
23	Uhrzeit	0.48	0.29	0.46	0.61	0.47	0.63	0.41	0.62	0.20	0.68	0.30	0.48
24	Nicht definiert	4.64	4.98	3.85	2.43	4.24	4.35	6.40	5.79	8.44	5.78	7.42	5.39

**Tabelle 2:** Relative Verweildauer in % für jede Area of Interest, gegliedert in *Umgebung* (Simulationsraum vs. Einleitungsraum) und *Erfahrung* (ATs vs. FAs)  
ATs = Assistenten  
FAs = Fachärzte  
M: Mittelwert, SD: Standardabweichung

# ÜBERWACHUNG



**Diagramm 2a:** Relative Verweildauer in % für *Überwachung* in Abhängigkeit von der Phase. Die Bezeichnung „s“ markiert signifikante Effekte zwischen den Umgebungen. Fehlerbalken sind aus Übersichtsgründen entfernt, die Standardabweichungen der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

FAs: Gruppe Fachärzte

ATs: Gruppe Assistenten

OP: Umgebung Einleitungsraum

Sim: Umgebung Simulationsraum

Phase 1: Datenabgleich

Phase 2: Vorbereitung

Phase 3: Präoxygenierung + Narkoseinduktion

Phase 4: Maskenbeatmung + Relaxierung

Phase 5: Intubation

Phase 6: maschinelle Beatmung

## Überwachung

Phasen	Bedingung	Mittelwert	SD
Phase 1	FAs OP	82,92	17,44
	ATs OP	79,59	18,34
	FAs Sim	90,85	9,47
	ATs Sim	88,35	5,34
Phase 2	FAs OP	35,38	18,27
	ATs OP	34,00	15,71
	FAs Sim	25,37	9,57
	ATs Sim	30,69	12,80
Phase 3	FAs OP	46,26	18,92
	ATs OP	41,86	13,18
	FAs Sim	48,43	10,82
	ATs Sim	51,87	14,63
Phase 4	FAs OP	45,74	17,69
	ATs OP	47,82	17,17
	FAs Sim	56,52	15,27
	ATs Sim	58,18	21,72
Phase 5	FAs OP	20,78	9,29
	ATs OP	21,60	9,27
	FAs Sim	28,05	9,00
	ATs Sim	26,13	6,54
Phase 6	FAs OP	31,08	14,01
	ATs OP	23,13	15,80
	FAs Sim	42,86	18,31
	ATs Sim	38,90	17,40

**Tabelle 3a:** Relative Verweildauer in % für *Überwachung*, angegeben als Mittelwert und Standardabweichung in Abhängigkeit von der Phase  
 SD: Standardabweichung  
 Weitere Abkürzungen siehe Diagramm 2a

### 3.1.2.2 AOI-Gruppe *Manuelles*

Für die Gruppe „*Manuelles*“ wurde ein signifikanter Haupteffekt des Faktors *Phase* und eine *UM x Phase* Interaktion bemerkt. Während Phase 2 (*Vorbereitung*) ( $p < 0.001$ ) widmeten beide Anästhesisten-Gruppen den AOIs der Gruppe *manuelle Tätigkeiten* in der Simulation signifikant mehr visuelle Aufmerksamkeit als in der tatsächlichen Narkoseeinleitung. Außerdem schauten die Assistenten in Phase 6 (*Einstellung der Beatmungsmaschine*) ( $p = 0.048$ ) im Einleitungsraum signifikant häufiger auf AOIs der Gruppe *manuelle Tätigkeiten* als in der Simulation (siehe Diagramm 2b und Tabelle 3b). Weitere signifikante Effekte konnten nicht festgestellt werden.

Die statistischen Daten sind im Folgenden aufgelistet.

- Haupteffekt des Faktors *Phase*:  $F(5,18) = 334.514, p < 0.001, \eta_p^2 = .99$

- Interaktionseffekt *UM x Phase*:  $F(5,18) = 6.438, p = 0.001, \eta_p^2 = .64$

(Definitionen siehe S. 34)

### 3.1.2.3 AOI-Gruppe *weitere Beobachtungspunkte*

Während der Simulation verwendeten die Anästhesisten auf AOIs der Gruppe „*Weiteres*“ signifikant weniger Beobachtungszeit als am Patienten. Für die Gruppe „*Weiteres*“ ergab sich also ein signifikanter Haupteffekt des Faktors *Umgebung*. Auch für den Faktor *Phase* trat ein signifikanter Haupteffekt auf. Da kein Interaktionseffekt *UM x Phase* bestand, konnte jedoch keine Aussage über die einzelnen Phasen getroffen werden (siehe Diagramm 2c und Tabelle 3c). Weitere signifikante Effekte konnten nicht festgestellt werden.

Die statistischen Daten sind im Folgenden aufgelistet:

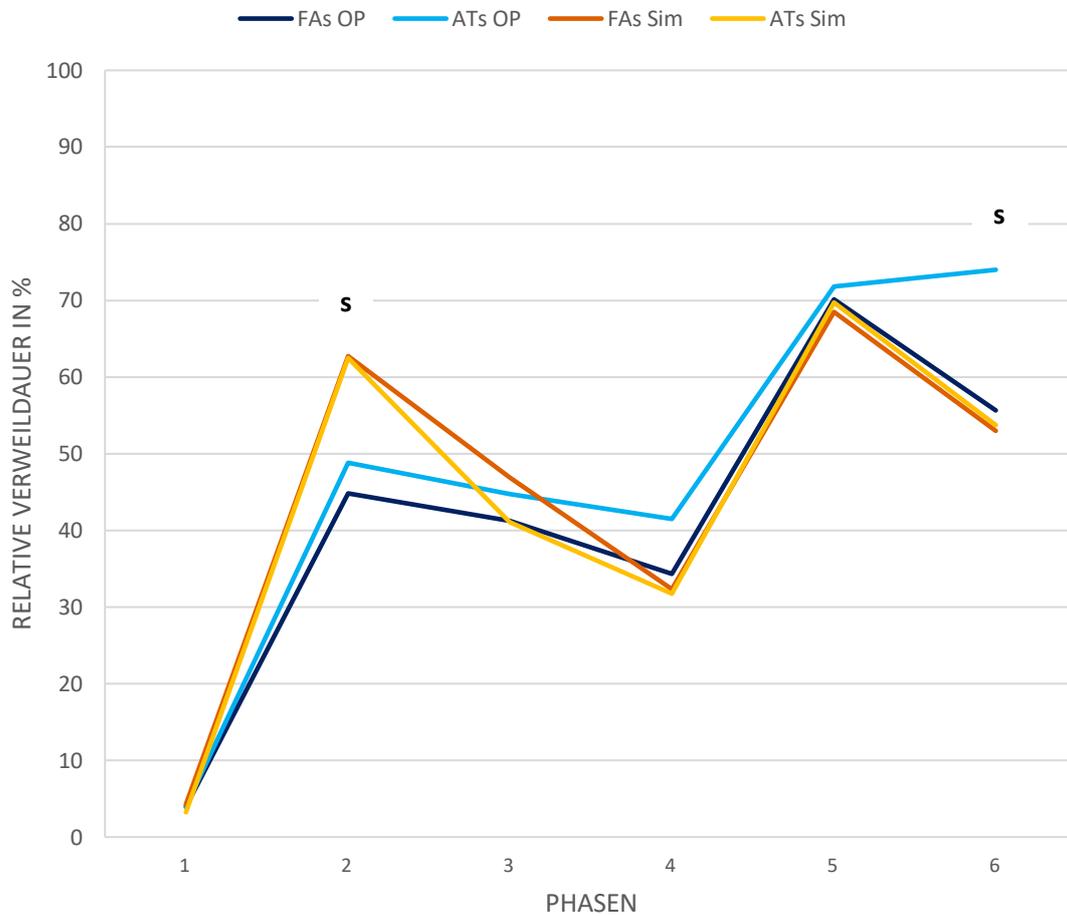
- Haupteffekt des Faktors *UM*:  $F(1,22) = 17.714, p < 0.001, \eta_p^2 = .45$

(Einleitungsraum:  $M = 12.91, SD = 7.75$ ; Simulation:  $M = 7.00, SD = 5.04$ )

- Haupteffekt des Faktors *Phase*:  $F(5,18) = 6.719, p = 0.001, \eta_p^2 = .65$

(Definitionen siehe S. 34)

## MANUELLES



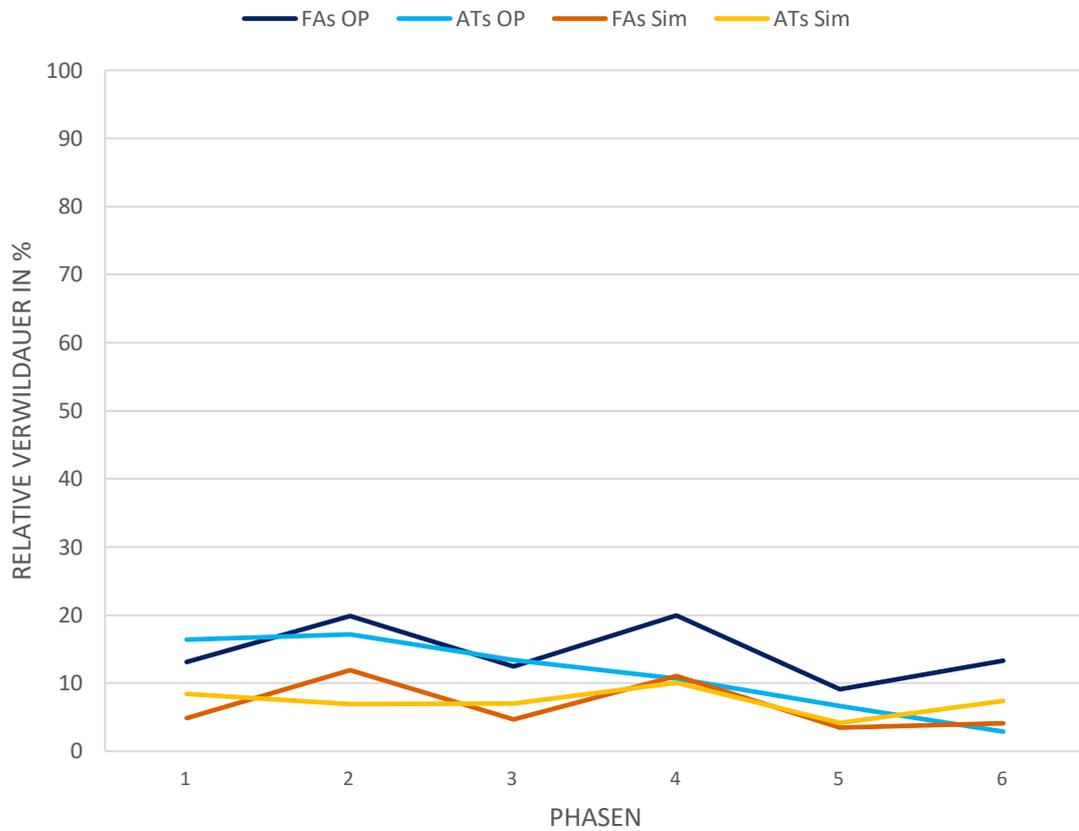
**Diagramm 2b:** Relative Verweildauer in % für *Manuelles* in Abhängigkeit von der Phase. Die Bezeichnung „s“ markiert signifikante Effekte der Umgebung. Fehlerbalken sind aus Übersichtsgründen entfernt, die Standardabweichungen der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Abkürzungen siehe Diagramm 2a

## Manuelles

Phasen	Bedingung	Mittelwert	SD
Phase 1	FAs OP	3,96	3,73
	ATs OP	4,05	3,46
	FAs Sim	4,27	5,39
	ATs Sim	3,23	2,52
Phase 2	FAs OP	44,78	24,55
	ATs OP	48,84	18,14
	FAs Sim	62,72	19,49
	ATs Sim	62,44	14,73
Phase 3	FAs OP	41,24	16,52
	ATs OP	44,71	15,28
	FAs Sim	46,90	10,51
	ATs Sim	41,08	11,40
Phase 4	FAs OP	34,32	20,09
	ATs OP	41,52	17,79
	FAs Sim	32,37	16,72
	ATs Sim	31,76	15,62
Phase 5	FAs OP	70,12	14,70
	ATs OP	71,80	14,32
	FAs Sim	68,48	7,09
	ATs Sim	69,71	7,91
Phase 6	FAs OP	55,61	20,71
	ATs OP	73,99	17,68
	FAs Sim	52,99	17,47
	ATs Sim	53,76	20,73

**Tabelle 3b:** Relative Verweildauer in % für *Manuelles*, angegeben als Mittelwert und Standardabweichung in Abhängigkeit von der Phase  
 SD: Standardabweichung  
 Weitere Abkürzungen siehe Diagramm 2a

## WEITERES



**Diagramm 2c:** Relative Verweildauer in % für *Weiteres* in Abhängigkeit von der Phase  
Fehlerbalken sind aus Übersichtsründen entfernt, die Standardabweichungen  
der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.  
Abkürzungen siehe Diagramm 2a

## Weiteres

<b>Phasen</b>	<b>Bedingung</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>SD</b>
Phase 1	FAs OP	13,12	17,26
	ATs OP	16,36	16,58
	FAs Sim	4,88	7,43
	ATs Sim	8,42	5,48
Phase 2	FAs OP	19,84	24,88
	ATs OP	17,16	14,57
	FAs Sim	11,91	16,65
	ATs Sim	6,88	7,74
Phase 3	FAs OP	12,50	12,14
	ATs OP	13,43	14,06
	FAs Sim	4,67	2,45
	ATs Sim	7,04	6,27
Phase 4	FAs OP	19,94	12,38
	ATs OP	10,66	10,87
	FAs Sim	11,02	8,63
	ATs Sim	10,06	20,04
Phase 5	FAs OP	9,10	11,73
	ATs OP	6,60	9,52
	FAs Sim	3,47	4,35
	ATs Sim	4,16	5,70
Phase 6	FAs OP	13,31	13,29
	ATs OP	2,88	5,97
	FAs Sim	4,15	4,38
	ATs Sim	7,35	7,44

**Tabelle 3c:** Relative Verweildauer in % für *Weiteres*, angegeben als Mittelwert und Standardabweichung in Abhängigkeit von der Phase  
 SD: Standardabweichung  
 Weitere Abkürzungen siehe Diagramm 2a

### 3.2 Halbstandardisierte Interviews

Die Ergebnisse der halbstandardisierten Interviews sind in Tabelle 4 zu sehen. Zusammenfassend sind keine auffälligen Unterschiede zwischen den Antworten der Assistenten und denjenigen der Fachärzte zu erkennen. Die erfahrenen Anästhesisten beantworteten die Fragen bezüglich der wichtigsten Informationsquellen während der Einleitung einer Allgemeinanästhesie und zu den nicht-visuellen Informationsquellen ähnlich wie die unerfahrenen Anästhesisten. Auch nannten beide Gruppen die gleichen Abweichungen der Simulation von der wirklichen Einleitung in Bezug auf genutzte Informationsquellen und grundsätzliche Unterschiede. Dabei wurde am häufigsten auf Limitationen der Simulator-Puppe hingewiesen.

Informationsquelle	ATs (n = 12)	FAs (n = 12)
Frage: Welche sind für Sie die wichtigsten Informationsquellen während der Einleitung einer Allgemeinanästhesie?		
Patient (Aussehen, Atembewegung, Gespräch)	18	16
Dokumentation (Prämedikationsbogen, Patientenunterlagen, Narkoseprotokoll)	13	13
Monitoring (Beatmungsmaschine, Patientenmonitor, Anästhesiemaschine)	11	14
Klinische Parameter (Vigilanz, Augen, Auskultation, körperliche Untersuchung, Puls, Temperatur)	5	6
Kollegen (Ärzte, Pfleger, Operateur)	4	5
Informationssystem Computer (OP-Plan, SAP)	2	2
Weitere Informationsquellen mit einer Häufigkeit < 3: Geräusche insgesamt (2), Pulsoxymeter (1), Equipment Check (1).		
Frage: Welche weiteren (nicht visuellen) Informationsquellen gibt es? Nutzen Sie diese? Wie wichtig sind diese?		
Auditiv		
Puls und Sauerstoffsättigung	16	14
Kollegen (Ärzte, Pfleger, Operateur)	5	3
Alarmer	4	6
Patient (Sprache, Husten, Schmerz)	4	3
Atmung (undichte Maske, Atemgeräusch, Auskultation)	3	6
Haptik		
Atmung	10	11
Haut (Temperatur, Schweiß, Puls)	6	5
Relaxierung	2	1
Weitere genannte Informationsquellen mit einer Häufigkeit < 3: Gerüche (1).		

Frage: Welche Unterschiede bezüglich Informationsquellen oder grundsätzliche Unterschiede sind Ihnen zwischen der Aufnahme in der Simulation und in der Realität aufgefallen? Welche weiteren Unterschiede könnten Sie sich vorstellen?

Limitationen der Simulator-Puppe (Haut, Relaxierung, Sprache, Auskultation, Atmung, Mundöffnung, Haptik)	8	10
Weniger Stress in der Simulation (kein Zwischenfall, kein Zeitdruck, weniger Störfaktoren)	2	2
Kommunikation in der Simulation (weniger, künstlich)	1	3
Simulation an sich (Simulation unbekannt, assoziiert mit Zwischenfällen und Stress)	0	4
wenig Patienteninfos (kein SAP)	0	3

Weitere genannte Informationsquellen mit einer Häufigkeit < 3:  
 unbekannte Pflegekraft in der Simulation (2), intravenöser Zugang in der Simulation (2),  
 Eye-Tracking-Brille weniger störend in der Simulation (2), Intubation im realen Fall  
 schwieriger (2), mehr visuelle Aufmerksamkeit auf den Patienten im realen Fall (2), Gerüche (1),  
 mehr Monitoring in der Simulation (1), technische Fehler in der Simulation (1),  
 mehr unterschiedliche Informationsquellen in der Simulation (1)

**Tabelle 4:** Ergebnisse der halbstandardisierten Interviews  
 Die Werte entsprechen den Häufigkeiten der Angaben. Einzelne Werte können größer als die Anzahl der Probanden (n) sein, weil die Daten in Gruppen zusammengefasst wurden.

### 3.3 Weitere Ergebnisse

#### 3.3.1 Einleitungslängen

Bei der Analyse der Aufnahmelängen zeigte sich, dass die simulierten Einleitungen signifikant kürzer waren als die am wirklichen Patienten (siehe Tabellen 5a + 5b, ANOVA: Haupteffekt *Umgebung*  $p = 0.007$ ). Es bestand kein signifikanter Effekt des Faktors *Erfahrung*, dafür zusätzlich ein Haupteffekt des Faktors *Phase*, sowie ein Interaktionseffekt *Phase* x *UM*. Während die Phasen 1, 2, 3, 4 und 6 in der Simulation signifikant kürzer waren, konnte für Phase 5, die Intubation, kein signifikanter Effekt des Faktors *Umgebung* ermittelt werden (siehe Tabellen 5a + 5b).

Variable	Simulationsraum			Einleitungsraum			Test: Effekt, <i>p</i> -Wert
	ATs	FAs	ATs +FAs	ATs	FAs	ATs +FAs	
<b>Länge Einleitungen</b>							ANOVA:
M	10:21	09:27	09:53	12:37	10:55	11:46	Erfahrung, 0.133
(SD)	(01:50)	(02:41)	(02:17)	(02:42)	(02:52)	(02:52)	Umgebung, 0.007
in Min:Sek							Erfahrung x Umgebung, 0.541

**Tabelle 5a:** Umgebungsbezogene Werte  
 ATs = Assistenten  
 FAs = Fachärzte  
 ATs + Fas = ATs und FAs gesamt  
 M: Mittelwert  
 SD: Standardabweichung

Phasen	Länge in Min : Sek				Test: Effekt, <i>p</i> -Wert
	SIM		OP		
	M	SD	M	SD	
<b>1 Datenabgleich</b>	01:07	00:19	01:38	00:49	doppelseitiger t-Test: <i>UM</i> , 0.003
<b>2 Vorbereitung</b>	01:00	00:31	01:43	01:11	doppelseitiger t-Test: <i>UM</i> , 0.008
<b>3 Präoxygenierung + Narkoseinduktion</b>	02:39	00:40	03:22	01:20	doppelseitiger t-Test: <i>UM</i> , 0.016
<b>4 Maskenbeatmung + Relaxierung</b>	02:18	00:45	02:45	00:53	doppelseitiger t-Test: <i>UM</i> , 0.044
<b>5 Intubation</b>	01:18	00:23	01:22	00:44	doppelseitiger t-Test: <i>UM</i> , 0.633
<b>6 Maschinelle Beatmung</b>	01:22	00:51	00:43	00:28	doppelseitiger t-Test: <i>UM</i> , 0.002

**Tabelle 5b:** Phasenlängen in Abhängigkeit von der Umgebung  
 M: Mittelwert  
 SD: Standardabweichung

### 3.3.2 Fragebögen

Beim Vergleich der Cormack-Lehane Scores stellte sich heraus, dass sowohl Assistenten als auch Fachärzte die Intubation in der Simulation mit einem signifikant niedrigeren Score bewerteten als die Intubation in der Einleitung am Patienten (Tabelle 6, Wilcoxon Signed Rank Test: ATs  $p = 0.046$ , FAs  $p = 0.046$ ). Das bedeutet, in der Simulation wurde unter besserer Sicht auf die Stimmritze intubiert. Es wurde kein weiterer signifikanter Effekt festgestellt.

Analog zu früheren Studien<sup>34</sup> wurde durch die Untersuchung der Daten bezüglich der Arbeitsbelastung (NASA TLX) ermittelt, dass Fachärzte die Einleitung als nicht so anstrengend empfanden wie die Assistenzärzte (Haupteffekt *Erfahrung*,  $p = 0.025$ ). Im Vergleich zur Narkoseeinleitung am Patienten schätzten beide Gruppen die Arbeitsbelastung insgesamt in der Simulation als weniger hoch ein (Haupteffekt *Umgebung*,  $p = 0.003$ ). Es konnte allerdings kein Interaktionseffekt festgestellt werden. In Tabelle 6 sind die Werte und statistische Analysen zusammengestellt.

Variable	Simulationsraum			Einleitungsraum			Test: Effekt, <i>p</i> -Wert
	ATs	FAs	ATs +FAs	ATs	FAs	ATs +FAs	
<b>CLS</b>							Wilcoxon Signed Rank Test für Umgebung:
Med, (25. P/75. P)	1 (1/1)	1 (1/2)	1 (1/1)	1 (1/2)	2 (1/2)	1 (1/2)	ATs, 0.046 FAs, 0.046
							Mann-Whitney U Test für Erfahrung: Simulationsraum, 0.319 Einleitungsraum, 0.319
<b>NASA TLX</b>							ANOVA:
M (SD)	3.60 (1.06)	2.80 (0.96)	3.20 (1.07)	4.40 (1.22)	3.21 (1.14)	3.80 (1.30)	Erfahrung, 0.025 Umgebung, 0.003 Erfahrung x Umgebung, 0.454

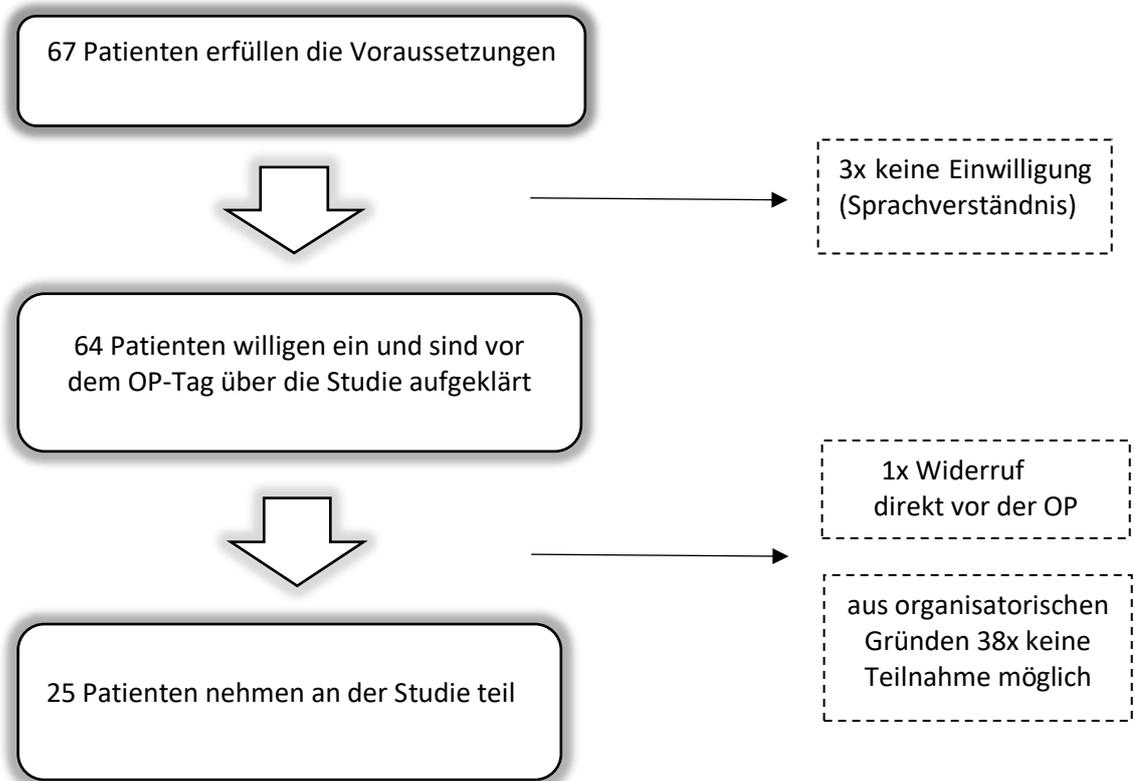
**Tabelle 6:** Umgebungsbezogene Werte der Fragebögen  
ATs = Assistenten  
FAs = Fachärzte  
ATs + Fas = ATs und FAs gesamt  
CLS = Cormack- Lehane Score (von 1= *Glottis frei einsehbar* bis  
4= *Glottis völlig verdeckt, Epiglottis überlagert*)  
Med = Median  
25./75. P = 25./75. Perzentile  
M: Mittelwert  
SD: Standardabweichung  
NASA TLX = Task Load Index der National Aeronautics and Space  
Administration (NASA) zur Ermittlung der Arbeitsbelastung  
Der NASA Task Load Index reicht von 0 = sehr niedrig bis  
10 = sehr hoch und verläuft in 0.5er Schritten.

### 3.3.3 Probandenalter und Patientenkollektiv

Die Teilnehmer der Gruppe Fachärzte waren signifikant älter als die Assistenzärzte (siehe Tabelle 1, S.13).

Aufgrund einer abgebrochenen Einleitung vor einer Operation waren 25 Versuche mit Patienten nötig. Da es am angesetzten Versuchstag im OP-Trakt immer wieder zu Änderungen des Zeitplans kam, wurden über einen Zeitraum von circa 14 Wochen insgesamt 64 Patienten aufgeklärt, um 25 Versuchspatienten für 24 Aufnahmen teilnehmen zu lassen. Von 67 möglichen Teilnehmern verweigerten nur drei die Teilnahme, wobei dies

stets an mangelndem Sprachverständnis lag. Lediglich eine Patientin zog ihre vorherige Einwilligung am Tag der Operation wieder zurück (siehe Diagramm 1).



**Diagramm 1:** Aus dem Pool der möglichen Patienten tatsächlich an der Studie teilnehmende Patienten

#### 3.3.4 Sicherheit

Weder die Patienten noch die Probanden waren zu irgendeiner Zeit durch die Versuche gefährdet. Wenn Probanden aus der Gruppe Assistenten die Einleitung vornahmen, musste während des Versuchs ein Oberarzt verfügbar sein, um bei Bedarf einzugreifen. Dies wurde nur einmal nötig. Auch ein Versuchsleiter war bei jedem Versuch direkt vor dem Einleitungsraum in Bereitschaft. Für den Fall, dass der Eye-Tracker plötzlich stören sollte, beispielsweise durch ein Verrutschen, oder das Laptop hinderlich wurde, hätte dieser jederzeit einschreiten und die Technik entfernen können. Dies war in keinem Versuch erforderlich. Die Probanden waren auch zu keiner Zeit wesentlich beeinträchtigt. Auf die allgemeine Frage hin äußerten einige Teilnehmer als einzigen Nachteil Druckstellen durch die Eye-Tracking-Brille an der Nase. Wenige erwähnten, das Sichtfeld sei leicht eingeschränkt, was jedoch ebenfalls nicht als störend empfunden wurde. Da es sich um ein mobiles Eye-Tracking-Gerät handelte, waren die Versuchspersonen in ihrer Bewegung nicht behindert.

Der Schutz der Privatsphäre sämtlicher Teilnehmer der Studie wurde zu jedem Zeitpunkt gewährleistet. Die Namen der Patienten und Probanden erschienen niemals in Verbindung mit der Videoaufnahme und damit auch nicht bei der Auswertung. Auf den Videos waren die Gesichter der Patienten allerdings sichtbar, man hätte jemanden wiedererkennen können. Eine Schwärzung wäre zu aufwändig gewesen und deshalb nicht machbar. Niemals war jedoch ein Gesicht verbunden mit einem Namen zu erkennen.

## 4 Diskussion

### 4.1 Diskussion der Ergebnisse

Erstmals wurde eine derartige Studie während einer Anästhesieeinleitung an menschlichen Patienten mit einer großen Anzahl Probanden durchgeführt. Auch der Einsatz der Eye-Tracking-Brille in großem Maßstab in der tatsächlichen Anästhesieeinleitung ist neu. Die hohe Standardisierung der Versuchsmethodik hat sich bewährt. Durch die aufwändige Erstellung zahlreicher Durchführungs-Leitfäden (siehe Anhang 11 bis 14) konnten in jedem Versuch die exakt gleichen Rahmenbedingungen und der gleiche Ablauf gewährleistet werden. Dies ist essentiell für aussagekräftige Ergebnisse. In der Studie wurde der Effekt der Faktoren *Erfahrung*, *Umgebung* und *Phase* auf die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung der Anästhesisten für die Gruppen „Überwachung“, „Manuelles“ und „weitere Beobachtungspunkte“ analysiert.

#### 4.1.1 Hypothesen 1 und 2

Es wurde erwartet, dass ein Anästhesist durch zahlreiche Einsätze am Patienten erlernt, auf eine spezielle Art Zugang zu seiner Umgebung und zu den möglichen Informationsquellen zu erlangen. Deshalb bestand die Annahme, dass Anästhesisten mit mehr als fünf Jahren Berufstätigkeit aufgrund ihres großen Erfahrungsschatzes aus Routineeinsätzen, wie einer Einleitung, in der Lage sind, nicht-visuelle Informationsquellen besonders effektiv zu nutzen. Dies hätte dazu führen können, dass sie auf das Scannen der Umwelt, zum Beispiel durch regelmäßige Blicke auf Standard-Informationsquellen, wie den Patientenmonitor oder den Bildschirm der Beatmungsmaschine, in gewissem Rahmen verzichten. Somit würden die erfahrenen Anästhesisten zumindest während der tatsächlichen Narkoseeinleitung den AOIs der Gruppe „Überwachung“ weniger visuelle Aufmerksamkeit widmen (Hypothese 1). Darüber hinaus wurde zu Beginn der Studie vermutet, dass erfahrene Anästhesisten die nicht-visuellen Informationsquellen ganz bewusst intensiver nutzen (Hypothese 2). Doch anders als angenommen ergab sich bei der visuellen Aufmerksamkeit während der meisten Phasen der

Anästhesieeinleitung am Patienten kein signifikanter Effekt der *Erfahrung*. Allein während der maschinellen Beatmung (Phase 6) in der tatsächlichen Anästhesieeinleitung achteten die Assistenten signifikant häufiger auf *Manuelles*. Im Simulationsraum unterschied sich die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung von unerfahrenen und erfahrenen Anästhesisten erwartungsgemäß (Hypothese 1) nicht.

Die Analyse der Interviews zeigte, dass unerfahrene Anästhesisten visuellen wie nicht-visuellen Informationsquellen die gleiche Bedeutung beimessen wie erfahrene Anästhesisten (siehe Tabelle 4). Die Versuchspersonen schätzten ihr Verhalten also gleich ein. Das harmoniert mit dem fehlenden signifikanten Effekt des Faktors *Erfahrung*. Offensichtlich haben bereits die wenig erfahrenen Anästhesisten innerhalb von 0,5 bis 2 Jahren die optimale Nutzung der verfügbaren Informationsquellen erlernt und wenden sie schon an. Dazu passend ergaben Studien zum Erlernen der endotrachealen Intubation eine hohe Lerngeschwindigkeit. Konrad et al.<sup>35</sup> ermittelten für verschiedene manuelle Fähigkeiten von jungen Anästhesisten sehr steil ansteigende Lernkurven. So füllten 11 Assistenzärzte aus der Anästhesie in ihrem ersten Jahr der Facharzt-Weiterbildung jeden Tag auch einen Fragebogen zum Erfolg ihrer Intubationen aus. Für eine Erfolgsrate von 90% innerhalb der ersten beiden Intubationsversuche waren durchschnittlich etwas weniger als 60 zuvor durchgeführte Intubationen nötig. Danach konnte über die folgenden 40 Intubationen jedoch kein wesentlicher Anstieg der Lernkurve festgestellt werden.<sup>35</sup> Die größte Studie zur Lernkurve bei der endotrachealen Intubation wurde 2012 von Bernhard et al.<sup>36</sup> durchgeführt. Untersucht wurden hier 21 Assistenzärzte der Anästhesie in ihrem ersten Jahr Facharzt-Weiterbildung. Die Erfolgsrate des ersten Intubationsversuches während Routine-Allgemeinanästhesien stieg bei ihren ersten 25 bis zu 200 selbständigen Intubationen von 67% auf 83%. Für die gesamte Erfolgsrate von 95%, unabhängig von der Anzahl der Intubationsversuche, sind bei der endotrachealen Intubation gemäß dieser Studie für den Einzelnen 100 bis 150 Intubationsdurchführungen nötig. In einer Universitätsklinik mit intensiver Ausbildung und damit verbunden regelmäßiger selbständiger Anästhesieeinleitungen darf es also nicht überraschen, dass 75% der Probanden aus der Gruppe der Assistenten bereits über 200 Intubationen durchgeführt hatten (siehe Tabelle 1, S. 13). Gemäß der Studie von Bernhard et al.<sup>36</sup>

mussten sie die Routine-Intubation bereits sehr gut beherrschen. Für die Lernkurven weiterer praktischer Fähigkeiten gelten möglicherweise ähnliche Werte. Daraus ergäbe sich, dass es nicht nötig ist, sehr junge Anästhesisten bezüglich effektiver Nutzung visueller Informationsquellen gezielt zu schulen. Anscheinend geschieht das Erlernen dieser Fähigkeiten also bereits während des normalen Lernprozesses und erreicht schon früh ein sehr gutes Niveau. So wird verständlich, dass in diesem Bereich kaum ein signifikanter Effekt des Faktors *Erfahrung* ermittelt werden konnte.

Ein Grund für den weitgehend fehlenden Effekt des Faktors *Erfahrung* könnte jedoch auch in der Art und Weise der Auswertung der gewonnenen Daten liegen. Eine feinere Auswertung könnte zum Gewinn zusätzlicher Informationen über den möglichen Einfluss des Faktors *Erfahrung* beitragen. Um eine etwas detailliertere Auswertung zu erzielen, könnte man die *Überwachungs-AOIs* zusätzlich untergliedern und wie Seagull et al.<sup>18</sup> die AOIs des tatsächlichen Monitorings, also der Gerätenutzung, von den AOIs der Überwachung des Patienten selbst trennen. Dabei ergäbe sich ein Vergleich zwischen Mensch und Monitor. Man würde ermitteln, ob erfahrenere Anästhesisten vielleicht ebenso viel überwachen, sich aber dafür weniger auf Geräte stützen, sondern stattdessen Informationen durch Betrachtung des Patienten selbst gewinnen. Somit gäbe es weitere spezielle Fähigkeiten, die erst im Verlaufe längerer Berufserfahrung erlernt werden.

Der signifikante Effekt der *Erfahrung* zeigte sich während der maschinellen Beatmung (Phase 6) des Patienten. Dort verwendeten Assistenten den weitaus größten Teil ihrer visuellen Aufmerksamkeit (ca. 75 %) auf aktive Kontrolle der Anästhesiemaschine und des Patientenmonitors (AOI-Gruppe „Manuelles“), erfahrene Fachärzte nur etwa die Hälfte (ca. 55 %) ihrer Fixationszeit (siehe Tabelle 3b und Diagramm 2b). Das Bedürfnis nach Kontrolle schien bei den weniger erfahrenen Assistenten ausgeprägter, die im Durchschnitt auch nur 3 % der Zeit auf AOIs der Gruppe „Weiteres“ richteten. Dieser Verhaltensunterschied kann auf weniger Stress der Fachärzte oder nachlassender Kontrolle als Folge großer Routine beruhen. Unterschiedlicher Stressaspekt spielt jedenfalls eine Rolle, denn gemäß den Interviews empfanden die Assistenten ihren Einsatz am Patienten anstrengender als die Fachärzte (siehe 4.1.5).

An dieser Stelle muss schließlich betont werden, dass die visuelle Aufmerksamkeit nur eine wichtige Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Umgang mit Komplikationen ist. Die Erfahrung eines Anästhesisten besteht aber aus weiteren Komponenten. Es genügt nicht, dass der Anästhesist die Sauerstoffsättigung kontrolliert. Er muss den pathologischen Wert auch erkennen und angemessen handeln. Erst darin spiegelt sich Erfahrung wider. In der vorliegenden Studie wurde Erfahrung allein über die Gesamtzeit klinischer Erfahrung definiert. Möchte man den Erfahrungsgrad eines Anästhesisten korrekt abbilden und vergleichen, so müssen jedoch umfangreichere Daten erfasst werden.

#### 4.1.2 Hypothese 3

In den Simulationen konnte, verglichen mit den tatsächlichen Anästhesieeinleitungen, eine signifikant erhöhte visuelle Aufmerksamkeit auf AOIs der Gruppe „Überwachung“ beobachtet werden. Wie vermutet (Hypothese 3) bestand also ein Haupteffekt des Faktors *Umgebung*. Sowohl die Interview-Studie von Dieckmann et al.<sup>28</sup> als auch die Interview-Ergebnisse der vorliegenden Studie legen nahe, dass dieser Effekt auf den Einschränkungen durch die Simulationspuppe beruht. Die Unterschiede sind in den Phasen *Datenabgleich, Maskenbeatmung + Relaxierung, Intubation und maschinelle Beatmung* signifikant. Für die Phasen *Vorbereitung* sowie *Präoxygenierung + Narkoseinduktion* waren die Effekte nicht signifikant. Das lässt sich damit erklären, dass der Ablauf in den beiden letztgenannten Phasen sehr standardisiert ist. Während der *Vorbereitung* finden vor allem manuelle Tätigkeiten sowie eine Kontrolle der Materialien und Geräte statt (AOIs *Medikamentenwagen, Einstellung der Maschinen, Atemmaske und Schlauchsystem, Anästhesieprotokoll* und *Uhrzeit*). Während der *Narkoseinduktion* liegt der Aktionsschwerpunkt des Anästhesisten auf der Kommunikation mit der Pflegekraft (AOI *Kopf der Pflegekraft*). Das heißt, in diesen Phasen findet kaum Interaktion mit dem Patienten statt, riskante Kreislaufreaktionen werden nicht erwartet. Somit spielt die Überwachung in diesen Phasen eine untergeordnete Rolle und es zeigte sich hier möglicherweise deshalb kein signifikanter Effekt.

In Übereinstimmung mit Manser et al.<sup>29</sup> trat für die Gruppe „*Manuelles*“ kein Haupteffekt des Faktors *Umgebung* auf. Es ergab sich aber ein Effekt der *Umgebung* in Form eines Interaktionseffektes *UM* x *Phase*. In der Simulation schenkten beide Anästhesisten-Gruppen den AOIs der Gruppe „*manuelle Tätigkeiten*“ während der *Vorbereitungsphase* eine höhere Aufmerksamkeit als in der Anästhesieeinleitung am Patienten. Dieser Unterschied in der Simulation könnte daran liegen, dass sowohl der Simulationsraum als auch die Schauspieler-Pflegekraft für die Anästhesisten ungewohnt war. Folglich schauten sie häufiger auf AOIs der Gruppe „*Manuelles*“, die Kontrolle der Ausrüstung teilweise selbst übernehmend. Die am Patienten signifikant stärkere Fokussierung der Assistenten auf „*Manuelles*“ während der maschinellen Beatmung wurde schon diskutiert (siehe 4.1.1).

Auch für die Gruppe „*weitere Beobachtungspunkte*“ wurde ein Haupteffekt der *Umgebung* festgestellt. Die Anästhesisten widmeten den AOIs der Gruppe „*Weiteres*“ in der Simulation signifikant weniger Aufmerksamkeit als im Einleitungsraum. Das stimmt mit den Ergebnissen von Manser et al.<sup>29</sup> überein. Im Einleitungsraum treten ablenkende Reize aufgrund umfangreicher (meist) visueller Störungen häufiger auf als in dem abgeschotteten, verschlossenen Simulationsraum. Daher könnte sich die visuelle Aufmerksamkeit für „*Weiteres*“ erhöhen. Passend zu dieser Vermutung widmeten die Anästhesisten der vorliegenden Studie außerdem auch nicht klassifizierten, also für ihre Tätigkeiten hoch wahrscheinlich irrelevanten, Objekten in der Realität mehr visuelle Aufmerksamkeit als während der Simulation. Analysen zum Thema Störfaktoren im OP-Trakt während einer Einleitung scheinen daher in Hinblick auf die Optimierung der Tätigkeiten des Anästhesisten sinnvoll. Ein anderer Erklärungsansatz liegt in der abhängigen Variable, der *relativen Verweildauer*, selbst. Für jeden Fixationspunkt und damit für jede Fixationsdauer einer AOI gibt es drei mögliche Zuordnungen: „*Überwachung*“, „*Manuelles*“ und „*Weiteres*“. *Nicht definiert* zählt zur letzten. Da aber die gesamte Fixationsdauer in Prozent berechnet und in dieser Form für alle Analysen genutzt wurde, besteht eine direkte Abhängigkeit. Sinkt die absolute Fixationsdauer nur für eine AOI-Gruppe und somit die Gesamtlänge der Einleitung, steigen die relativen Fixationszeiten für die übrigen AOI-Gruppen. Nochmalige Analyse sämtlicher absoluter Fixationszeiten würde

solch einen Störfaktor aufdecken. Steigt wie in der vorliegenden Studie während der Simulation die relative Dauer der visuellen Aufmerksamkeit auf „Überwachung“ und bleibt sie für „Manuelles“ insgesamt unverändert, so muss sie relativ betrachtet für „Weiteres“ zwingendermaßen sinken. Dies könnte das Ergebnis ebenfalls begründen. Nun ist es schwer möglich, zu beweisen, welche Veränderung ursächlich und welche ihre Folge ist.

#### 4.1.3 Einleitungslänge

Beim Vergleich der Aufnahmelängen der Videos in Abhängigkeit von der Umgebung wurde ein signifikanter Unterschied ermittelt (siehe Tabelle 5a, S.45). Die Anästhesieeinleitung dauerte im Einleitungsraum länger als im Simulationsraum. Der genauere Längenvergleich der einzelnen Phasen miteinander deckte auf, dass in der simulierten Einleitung bis auf die *Intubation* (Phase 5) sämtliche Phasen signifikant kürzer als am Patienten waren (siehe Tabelle 5a + 5b, S.45). Die Intubation selbst ist sowohl zeitlich als auch die Handlungen betreffend ein streng schematisch ablaufender Eingriff. Dieser wird so zügig wie möglich durchgeführt und es gibt wenig Spielraum, ihn zusätzlich zu verkürzen. Die Probanden haben die Einleitung aber über die übrigen, eigenhändig steuerbaren Phasen stets schneller ausgeführt. Dies bestätigt die Vermutung, dass die Simulationsumgebung auf sie nicht wirklichkeitsgetreu wirkte und die Anästhesisten hier mehr einen standardisierten Ablauf wiedergegeben haben, in Kenntnis der Situation vielleicht unbewusst beschleunigt. Zum Beispiel die Präoxygenierung ist innerhalb der Einleitung ein Abschnitt, welcher sehr einfach verkürzt werden kann. So führten die Probanden die Präoxygenierung auffälligerweise stets kürzer durch als die empfohlenen vier Minuten<sup>37</sup> (Tabelle 5b, S.45). Die daraus folgende Gefahr der Unterversorgung mit Sauerstoff während der Intubation betrachteten die Anästhesisten in der Simulation vielleicht als hinnehmbar oder gar als unerheblich, da sie wussten, dass sie gerade keinen Menschen behandeln.

Manser et al.<sup>29</sup> ermittelten ebenfalls einen signifikanten Unterschied der Aufnahmelängen. Sie verglichen allerdings die komplette Operation mit der kompletten simulierten Operation. Das Ergebnis der vorliegenden Studie ermöglicht durch die Phaseneinteilung

und den möglichen Vergleich jeder einzelnen Phasenlänge eine weitaus feinere Analyse und differenziertere Ursachenforschung.

#### 4.1.4 Ergebnisse Cormack-Lehane Score

Die Auswertung der Cormack-Lehane Scores zeigte ebenfalls einen Effekt des Faktors *Umgebung*, denn in der Simulation wurden die Intubationen von Fachärzten und Assistenten mit signifikant niedrigeren, also besseren Werten, bewertet als in der Realität (siehe Tabelle 6, S.47). Dies kann nicht daran liegen, dass sich die Anästhesisten mit der Einstellung der Stimmritze in der Simulation mehr Zeit ließen, da die Intubationen im Simulationsraum und im Einleitungsraum ja gleich lang dauerten. Es könnte eher bedeuten, dass die Einsehbarkeit der Stimmritze bei der Simulationspuppe grundsätzlich besser ist als bei einem Menschen. So wäre der Simulationspatient mehr ein sehr gut zu intubierender Mensch als ein normaler Patient.

Dieses Ergebnis ist ein weiterer Hinweis darauf, dass die Simulation von den Anästhesisten als nicht realitätsgleich wahrgenommen wird.

#### 4.1.5 Arbeitsbelastung (NASA TLX)

Die Analyse der Daten bezüglich Arbeitsbelastung (siehe Tabelle 6, S.47) ergab, dass beide Anästhesisten-Gruppen die Narkoseeinleitung im Simulationsraum insgesamt signifikant als weniger anstrengend bewerteten. Auch das spricht dafür, dass die Simulation eher als solche, denn als tatsächliche Einleitung wahrgenommen wurde. Deshalb führten die Anästhesisten sie eventuell entspannter durch und fühlten sich weniger belastet. Im Vergleich zu den Fachärzten empfanden die Assistenten die Einleitung aber generell als anstrengender. Hier macht sich also offenbar doch ihre geringere Arbeitserfahrung und die damit fehlende Routine bemerkbar.

#### 4.1.6 Alter der Anästhesisten

Der signifikante Altersunterschied zwischen den Assistenten und den Fachärzten lässt sich durch die Voraussetzungen für die Einteilung zu einer Gruppe erklären. Der Gruppe

Fachärzte wurde man zugeteilt, wenn man mindestens 5 Jahre klinische Erfahrung und den Facharzt für Anästhesie vorweisen konnte (siehe Tabelle 1, S. 13). Dadurch ergibt sich hier ein höheres Alter als bei den Assistenten, die nicht mehr als 2 Jahre klinische Erfahrung haben durften. Der Faktor *Alter* allein hat vermutlich keinen Einfluss auf die Ergebnisse, da er eng mit dem Faktor *klinische Erfahrung* verbunden ist. Eine umfangreiche Untersuchung, in der es keinen signifikanten Unterschied des Faktors Alter bei unterschiedlicher Erfahrung gibt, scheint hier unmöglich.

#### 4.2 Konsequenzen

Simulatoren werden in der Anästhesie seit längerer Zeit benutzt. Sie waren essentiell für die Entwicklung neuer Maschinen sowie für deren Anordnung im Arbeitsfeld.<sup>16</sup> Natürlich existieren gewisse Einschränkungen, derer man sich bei der Nutzung bewusst sein muss, denn eine Simulation kann nicht der Wirklichkeit entsprechen. So konnte auch die vorliegende Studie bestätigen, dass sich die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung von Anästhesisten im Simulationsraum von der im Einleitungsraum unterscheidet (Hypothese 3). Damit wird klar, dass in der hier gewählten Simulationsumgebung gewonnene Ergebnisse nicht exakt und gleichwertig auf die Wirklichkeit übertragen werden können. Beim Training im Simulationsraum muss einem also stets bewusst sein, dass es sich lediglich um eine suboptimale Nachahmung der Realität handelt.

Ob es möglich ist, den Probanden vergessen zu lassen, dass er sich in einer Simulation befindet, sei dahingestellt. Aber es erscheint ungünstig, wenn er schon bei einem flüchtigen Blick zur Wand oder zur Simulator-Puppe sofort – also ständig – daran erinnert wird. Der genutzte Patientensimulator sollte also verbessert werden. Die Eingliederung des Simulationsraums in den OP-Trakt ist ein wichtiger Aspekt. Außerdem sollte der Raum exakt die gleiche Größe, Form und Ausstattung haben wie der Einleitungsraum. Zusätzliche Gegenstände (einschließlich Wandverkleidung), wie die abgedeckte Ausrüstung oder die Operations-Leuchte, sollten unbedingt aus dem Simulationsraum entfernt werden. Dafür müsste zusätzlich eine Schrankwand mit beschrifteten Türen

und Fächern sowie eine Arbeitsplatte an der gleichen Raumseite wie im Einleitungsraum errichtet werden. Außerdem wäre natürlich unbedingt eine technische Optimierung der Puppe anzustreben. Die Simulator-Puppe wurde in den Interviews seitens der Probanden deutlich am häufigsten als auffälliger Unterschied zwischen der Simulation und der tatsächlichen Einleitungssituation genannt. So sind besonders die Sprache, Hautbeschaffenheit, -temperatur und -farbe sowie sichtbare Kreislaufreaktionen, wie Schwitzen, Hautrötung oder Zyanose an Haut- und Schleimhaut, zu verbessern. Natürlich werden kaum alle Eigenschaften eines Menschen exakt durch eine Puppe abgebildet werden können, sodass es bei einem möglichst realitätsnahen Simulationspatienten bleiben wird. Doch die Entwicklungen der Roboter-Forschung wirken schon heutzutage weitaus menschenähnlicher als die in der vorliegenden Studie genutzte Puppe. Hier ist vor allem auf die aktuelle Roboterfrau *Sophia* (2016) von *Hanson Robotics* hinzuweisen. Momentan besitzt sie eine eigene Homepage, nämlich [www.sophiabot.com](http://www.sophiabot.com). *Sophias* Gesicht sieht dem eines Menschen, anhand von Videos beurteilt, zum Verwechseln ähnlich. Außerdem besitzt sie eine sehr realistisch wirkende Mimik, wodurch ihre verbalen Äußerungen sehr natürlich erscheinen. Ihre künstliche Intelligenz ist für Simulationen in der Anästhesie nicht unbedingt nötig. Doch eine menschlichere Verhaltensweise des Patientensimulators während der ersten Minuten der Einleitung würde dazu beitragen, dass die Gesamtsituation für den Probanden realitätsnäher erscheint. Der Einsatz einer bekannten Pflegekraft scheint gemäß den Interviewergebnissen für die bewusste Realitätsnähe der Simulation wenig bedeutend zu sein, das fehlende Störszenario während der Anästhesieeinleitung im Einleitungsraum aber doch. Diesbezüglich sollte allerdings weniger die Simulationsumgebung als vielmehr die Einleitungssituation im OP-Trakt verbessert werden.

Nun wirkte sich die zu wenig realitätsnahe Simulationsumgebung während der gewählten relativ stressarmen Situation deutlich aus. Das wird sich vermutlich ändern, sobald der Proband auf unerwartete Ereignisse schnell reagieren muss, denn Stresssituationen erleichtern es den Anästhesisten vermutlich, die Simulationssituation zu vergessen. Somit könnte die in der vorliegenden Studie genutzte Simulationsumwelt durchaus realitätsnahes Training erlauben, solange der Proband stärker fokussiert ist. Möglich wäre

die regelmäßige Schulung von Anästhesisten für Ausnahmesituationen. Man könnte das Verhalten bei Komplikationen oder die Situation einer Risiko-Anästhesie mit zu erwartenden Komplikationen im Rahmen einer Notfall-OP trainieren. Auch Übungen zur Teamarbeit und -kommunikation sind in der gegebenen Simulationsumgebung realitätsnah durchführbar. Außerdem bietet der Simulationsraum eine außergewöhnliche Möglichkeit für Studenten, erste Erfahrungen in der Anästhesiologie zu erwerben. Meist ohne praktische Kenntnisse steht bei ihnen die mangelnde Realitätstreue nicht im Vordergrund. Die ersten praktischen Tätigkeiten in der Anästhesiologie stellen für sie zunächst eher eine Stresssituation dar. So ist ihre Aufmerksamkeit besonders fokussiert und nicht auf beispielsweise das Mobiliar gerichtet. Diese Besonderheit eines umfangreichen Trainings komplexer Situationen für Studenten kann nur in einem Simulationsraum geboten werden.

Selbstverständlich müssen neue Techniken oder neue Arbeitsabläufe unbedingt zusätzlich in der Realität unter soweit wie möglich kontrollierten Bedingungen erprobt werden. Doch in einem Arbeitsumfeld, in dem Menschen beteiligt sind und Menschen für Menschen Verantwortung übernehmen, ist es ethisch nicht möglich, Forschung oder Training allein in der Realität zu betreiben. Wir benötigen in der Medizin und besonders in der Anästhesiologie eine Alternative dazu. Offensichtlich ist der Patientensimulator nicht perfekt, doch er ist eine gute Möglichkeit, die beste, die momentan existiert. Daher sollte keinesfalls auf dessen Einsatz verzichtet werden, der Nutzen überwiegt die Nachteile definitiv.

#### **4.3 Methodischer Erkenntnisgewinn**

Zunächst ist zu betonen, dass während der Versuche selbst kaum technische Schwierigkeiten auftraten (eine Wiederholung wegen Kalibrierung, Kürzung mancher Aufnahmen). Die entwickelte Versuchsdurchführung hat sehr gut funktioniert und ist für weitere Studien zu empfehlen. Zur Standardisierung der Studie war natürlich die Erstellung der Leitfäden (siehe Anhang) besonders hilfreich. Sie stehen nun für künftige Studien

zur Verfügung. Auch der Einsatz der Eye-Tracking-Brille war sehr erfolgreich. Erstmals konnte gezeigt werden, dass auch innerhalb eines begrenzten Zeitintervalls die Durchführung von Aufnahmen mit insgesamt 24 Probanden funktioniert und dies sogar in einer sehr dynamischen Umgebung möglich ist. Forschungen mit einem Eye-Tracking-Gerät sind aufwändig, doch liefern sie Informationen, die nur auf diesem Weg ermittelt werden können. In einem komplexen Arbeitsumfeld hat sich der Einsatz bewährt und es sind während der Versuche keine Probleme oder riskanten Situationen entstanden. Mit den Ergebnissen dieser umfangreichen Studie lässt sich die verantwortungsbewusste und ständig kontrollierte Verwendung einer Eye-Tracking-Brille nun als sinnvoll und ungefährlich einschätzen. Folglich kann diese weiterhin in der Forschung auch für hochsensible Situationen, wie während der Einleitung einer Allgemeinanästhesie oder anderen medizinischen Eingriffen am Menschen, empfohlen werden.

Während der Studie sind allerdings einige Aspekte, meist die Organisation betreffend, aufgefallen, deren Optimierung zu einem deutlich vereinfachten Ablauf eines Experiments beitragen würde. Führt man ein derartiges Experiment nämlich in einer hochkomplexen und dynamischen Umgebung, wie beispielsweise einem großen Operations-Trakt einer maximalversorgenden Klinik, durch, muss man auch mit dafür spezifischen Herausforderungen rechnen.

Erstens ist die Verfügbarkeit der Anästhesisten zu nennen. Erst nach der Einwilligung der Patienten selbst konnten die Ärzte darüber informiert werden, dass ein Versuch stattfinden soll, meist erst am Versuchstag selbst. So erfuhren die Versuchsleiter natürlich auch erst am Tag der Operation von Krankheit, Urlaub, Dienstausschub zeitlich oder örtlich (die Wegstrecke zu den anderen Kliniken ist zu weit, um den Zeitbedarf für die Studie während der Arbeitszeit zu rechtfertigen), Kongress oder Fortbildung und anderen Verpflichtungen wie der Visite. Während zu Anfang noch ein recht großer Pool an Probanden existierte und deshalb einfach spontan auf einen anderen Anästhesisten ausgewichen werden konnte, wurde dieser mit Fortschreiten des Experiments natürlich immer kleiner und die Durchführung schwieriger.

Zweitens kann die Rekrutierung der Patienten verbessert werden. So konnte natürlich nicht jeden Tag eine Aufnahme stattfinden, da häufig kein geeigneter Patient im gewählten Zeitintervall von 8.00 Uhr bis 12.00 Uhr operiert werden sollte. Dies war sogar in einem Klinikum der Maximalversorgung ein Problem und lässt vermuten, dass so eine Studie in einem kleineren Klinikum kaum möglich ist. Weitere Schwierigkeiten ergaben sich aus dem Zeitbedarf für das Patientenvorgespräch. Da Patienten in möglichst gutem Allgemeinzustand ohne Grundkrankheiten ausgewählt wurden, lief dies häufig auf junge Patienten mit elektiven Operationen, wie Frakturversorgungen, hinaus. Gerade dieses Patientenkollektiv ist aber am Vortag der geplanten Operation kaum zu erreichen. Viele erfolglose Versuche diese aufzusuchen kosteten sehr viel Zeit. Eine weniger zeitaufwändige Lösung für dieses Problem wäre, in der Prämedikationsambulanz auf in Frage kommende Patienten zu warten anstatt sie auf der Station zu suchen.

Drittens stellt der Operationsbetrieb an sich eine Schwierigkeit für die Planung und Durchführbarkeit einer derartigen Studie dar. Patienten konnten beispielsweise kurzfristig, z. B. aufgrund von veränderten Blutwerten, gar nicht operiert werden. Andere Operationen wurden auf den Nachmittag verschoben und fielen somit aus dem gesetzten Zeitintervall. Weitere Hindernisse waren Besonderheiten bei der Durchführung der Narkose, welche erst nach der Aufklärung des Patienten im System erschienen. Da für jeden Versuchsdurchgang im Vorfeld ein hoher organisatorischer Aufwand nötig war, konnte wenig auf unerwartete Veränderungen im OP-Plan reagiert werden, sodass viele zunächst geplante Narkoseeinleitungen nicht durchgeführt werden konnten. Natürlich sind solche kurzfristigen Veränderungen in einem großen Operationsbetrieb normal. Allerdings würde die auf diese Weise verschenkte Zeit aller Beteiligten minimiert, wenn ein Mitarbeiter aus der Anästhesie genügend Zeit dazu hätte, sich regelmäßig Hintergrundinformationen bezüglich der in Frage kommenden Patienten sowie der fehlenden Versuchspersonen einzuholen. Wichtige Fakten sind vor allem der Inhalt des Anästhesie-Aufklärungsgesprächs und der Zustand des Patienten innerhalb der letzten 24 Stunden vor der Operation. Außerdem ist der aktuelle Dienstplan inklusive Dienstaustausche und Krankmeldungen von großer Bedeutung. Optimal wäre es, wenn zumindest ein Projektmitarbeiter des Universitätsklinikums für den Zeitraum solch einer

Studie von seinen anderen oder zumindest einem Großteil seiner anderen Tätigkeiten freigestellt werden könnte.

Schließlich ergab sich bei der Kodierung der Unterlagen durch die Teilnehmer selbst eine Schwierigkeit im Verständnis der Kodierungsfragen. Sechs von 24 Versuchspersonen notierten beim zweiten Fragebogen eine etwas andere Version des Codes. Meist unterschied er sich in zwei Stellen, einmal sogar in sechs. Aufgrund der geringen Anzahl an Probanden konnte dennoch jeder Code korrekt zugeordnet werden. Bei einer deutlich höheren Versuchspersonenanzahl könnte dies jedoch zu einem ernst zu nehmenden Problem werden. Deshalb sollte der anwesende Versuchsleiter den Teilnehmern vor Ausfüllen der Fragebögen die Kodierungsfragen zusätzlich zur schriftlichen Erläuterung noch einmal selbst erklären.

#### **4.4 Ausblick**

In der vorliegenden Studie konnte bezüglich der visuellen Aufmerksamkeit kein wesentlicher Unterschied zwischen erfahrenen und weniger erfahrenen Anästhesisten ermittelt werden. Eine Analyse der Daten mit dem Vergleich zwischen Monitor-AOIs und Mensch-AOIs könnte möglicherweise doch einen Effekt des Faktors Erfahrung zeigen. Wird das Ergebnis auch dann bestätigt, könnte dies an der anfangs steilen Lernkurve der Anästhesisten liegen. So besäßen Anästhesisten mit circa 1,3 Jahren Erfahrung die gleichen Fähigkeiten bezüglich der Erkundung ihres Arbeitsumfeldes wie Anästhesisten mit circa 10 Jahren Erfahrung. Deshalb wäre es außerdem interessant, weitere Untersuchungen mit Anästhesie-Assistenten unterschiedlicher klinischer Erfahrungen vorzunehmen. Man könnte in einer neuen Studie mehrere Gruppen mit Anästhesie-Assistenten bilden, die sich in der Anzahl ihrer bereits absolvierten Allgemeinanästhesien unterscheiden. Mithilfe eines Eye-Tracking-Gerätes könnte man dann deren visuelle Aufmerksamkeitsverteilung untersuchen. So könnte man untersuchen, wie steil die Lernkurve zu

Beginn wirklich ist, also nach wie vielen Einsätzen ein Anästhesist seine visuelle Aufmerksamkeit ändert.

Die in dieser Studie gewonnenen Daten lassen sich außerdem noch in anderer Hinsicht auswerten. Zum Beispiel hat die Eye-Tracking-Brille während der Aufnahmen zusätzlich die Pupillengrößen der Versuchspersonen aufgezeichnet. Diese könnte man unter anderem zum Thema Arbeitsbelastung oder Situationsbewusstsein während der verschiedenen Phasen einer Einleitung analysieren. Künftig könnte man dann die notwendige Verbesserung der Realitätsnähe einer Simulation auch über den Parameter Pupillengröße messen.

## 5 Limitationen

Die Studie wurde mit 2 x 12 Teilnehmern durchgeführt, womit ein mittelstarker Effekt erreicht werden konnte. Für einen starken Effekt wäre eine Studie mit einer größeren Anzahl an Probanden wünschenswert.

Die simulierten Fälle fanden im Simulationszentrum des Universitätsklinikums Würzburg statt. Eine Simulation im Einleitungsraum des Operations-Traktes würde für die Anästhesisten realitätsnäher wirken. Die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung würde sich deutlich mehr aufsplittern, da in der Realität Mitarbeiter durch den Raum laufen oder der Chirurg aus dem Operationssaal durch den Türspalt schaut. All das gab es im Simulationszentrum natürlich nicht. Allerdings lassen sich nicht sämtliche Effekte durch diesen Unterschied erklären. In der Phase *Intubation* hat zum Beispiel die Umgebung wenig Auswirkungen auf die visuelle Aufmerksamkeit, da sich der Anästhesist unmittelbar auf den Kopf und Hals des Patienten konzentriert. Trotzdem konnte in dieser Phase ein signifikanter Effekt festgestellt werden.

Trotz strenger Auswahl der Patienten für die Studie und der sicherlich erreichten Ähnlichkeit der Patienten und ihrer Operationen bewerteten die Teilnehmer die Anästhesieeinleitung am Patienten als signifikant schwieriger als den simulierten Fall. Nur im nahen Umfeld des Anästhesisten konnte der Simulationsraum dem Einleitungsraum im Operationstrakt angeglichen werden. Es bleiben möglicherweise gravierende Unterschiede (Wände, Fußboden, Mobiliar, Lage). Wie bereits diskutiert, bleibt der Simulationspatient natürlich ein Simulator und ihm fehlten wichtige Eigenschaften eines Menschen, was die Aufmerksamkeitsverteilung des Anästhesisten beeinflusst hat.

Manche Assistenten waren in der Versuchssituation zum ersten Mal im Simulationszentrum, kannten die Räumlichkeit also noch gar nicht. Möglicherweise hatte dies unabhängig von der Einleitung eine Auswirkung auf die Aufmerksamkeitsverteilung im Sinne einer Erkundung der Umgebung. Man könnte jeden Probanden zunächst einmal in dem Simulationsraum eine Einleitung durchführen lassen, damit er sich sozusagen an die Umgebung gewöhnt und erst danach die Versuche wie erfolgt starten. Dafür ist natürlich deutlich mehr Zeit und personeller Aufwand nötig, der in der Form während des laufen-

den OP-Betriebs schwierig erscheint. Zur Eliminierung des beschriebenen Störfaktors wäre der Aufwand aber sinnvoll.

Ein weiterer Aspekt der Vergleichbarkeit der Realität mit einem simulierten Fall betrifft die ungewohnte Pflegekraft in der Simulation, die meist von einem Anästhesisten oder einem Mitarbeiter des Simulationszentrums dargestellt wurde. Dadurch eventuell unbewusst veränderte Aufmerksamkeitsverteilung ist nicht auszuschließen. Aber nur wenige Probanden kritisierten, dass sie noch nie mit dieser Pflegekraft zusammengearbeitet hätten und sie nicht kennen würden.

Für die Auswertung der Aufnahmen ist die Problematik der Zuordnung der Fixationen zu einer AOI zu erwähnen. Die in der Pilotstudie entwickelten Auswertungs-Leitfäden stellten sicher, dass die Auswertungen gleich vorgenommen wurden. Allerdings ergab sich das Problem, dass vom Anästhesisten aus gesehen rechts vom Patienten viele AOIs dicht nebeneinander lagen. Hier sind zu nennen: die Monitore, Kabel, der Infusionsständer mit Infusionssystem, der intravenöse Zugang, der Arm und der Thorax des Patienten und Schläuche der Anästhesiemaschine. Dies erschwerte die richtige Zuordnung der Fixation zur AOI sicherlich, war jedoch in der Simulation exakt genauso wie im Einleitungsraum und außerdem bei jeder Durchführung gleich. Deshalb ist hier keine Auswirkung auf die Effekte zu erwarten.

Schließlich ist auf die eingeschränkte Begründung der Ergebnisse hinzuweisen. Es wurde gezeigt, dass sich die visuelle Aufmerksamkeitsverteilung von Anästhesisten in der Simulation von der Wirklichkeit im Einleitungsraum unterscheidet. Dieses Ergebnis wurde durch die Einteilung der AOIs in die Gruppen „Überwachung“, „Manuelles“ und „Weiteres“ zusätzlich detailliert dargestellt. Mögliche Ursachen für die unterschiedliche visuelle Aufmerksamkeitsverteilung wurden diskutiert, die tatsächliche Ursachen-Wirkungs-Beziehung aber nicht bewiesen. Ob die erhöhte visuelle Aufmerksamkeit auf „Überwachung“ in der Simulation der wesentliche Grund für die verringerte Aufmerksamkeit auf „Weiteres“ ist oder ob es sich genau andersherum verhält, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden.

## 6 Zusammenfassung

In der vorliegenden experimentellen Studie wurde die visuelle Aufmerksamkeit von Anästhesisten während der Einleitung einer Allgemeinanästhesie in Abhängigkeit von ihrer Erfahrung mithilfe eines mobilen Eye-Tracking-Gerätes untersucht. 12 Assistenten mit durchschnittlich 1,3 Jahren klinischer Erfahrung und ebenfalls 12 Fachärzte mit durchschnittlich circa 10 Jahren klinischer Erfahrung nahmen an der Studie teil. Ebenso wurde der simulierte Fall mit der Anästhesieeinleitung am Patienten verglichen. Beide Anästhesisten-Gruppen führten mit der Eye-Tracking-Brille jeweils eine Einleitung sowohl an einem Simulator im Simulationsraum als auch am Patienten im Einleitungsraum vor dem OP-Saal durch. Diese Brille zeichnete dabei Daten zu Fixationspunkten und Blickbewegungen der Probanden auf. Angelehnt an Schulz et al.<sup>21</sup> wurden 24 Areas of Interest definiert und diese den Gruppen „manuelle Tätigkeiten“, „Überwachung“ und „weitere Beobachtungspunkte“ zugeordnet. Als abhängige Variable für die statistische Auswertung wurde die *relative Verweildauer* in Prozent genutzt und eine *multivariate ANOVA* gerechnet.

Es ergab sich im Wesentlichen kein signifikanter Effekt des Faktors *Erfahrung*. Die Assistenten verteilten ihre visuelle Aufmerksamkeit nicht signifikant anders als die erfahreneren Anästhesisten und verhielten sich folglich in Bezug darauf weitgehend gleich. Der Erwerb dieses Verhaltens findet demnach anscheinend schon sehr früh statt, sodass mit 1,3 Jahren Erfahrung in dieser Hinsicht kein Unterschied zu deutlich mehr Erfahrung auftritt. Ein halbstandardisiertes Interview stützt diese Annahme. Der Faktor *Umgebung* beeinflusste aber signifikant das Verhalten der Anästhesisten. In der Simulation widmeten beide Gruppen sowohl der „Überwachung“ insgesamt als auch „manuellen Tätigkeiten“ während der Vorbereitungsphase mehr visuelle Aufmerksamkeit als in der Narkoseeinleitung am Patienten. Das ist einerseits mit den Einschränkungen der Simulationspuppe zu erklären und liegt andererseits wahrscheinlich an der ungewohnten Umgebung und der unbekanntem Pflegekraft, sodass die Anästhesisten das Material länger kontrollierten. Folglich schauten beide Gruppen während der Narkoseeinleitung

am Patienten häufiger auf „*weitere Beobachtungspunkte*“, was auch durch die höhere Komplexität und Störanfälligkeit dieser Situation schlüssig wirkt.

Optimierungsmöglichkeiten der Bedingungen im Simulationsraum werden angesprochen, Anschlussstudien vorgeschlagen. Es konnte gezeigt werden, dass der Einsatz eines Eye-Tracking-Gerätes auch während der hochsensiblen Einleitung einer Allgemeinanästhesie am Patienten problemlos möglich ist. Darüber hinaus liefert die Studie nun eine stark standardisierte Versuchsmethode, welche für weitere Forschungsfragen sehr empfohlen werden kann.

## 7 Literaturverzeichnis

- 1** Agutter J, Drews F, Syroid N, et al. Evaluation of graphic cardiovascular display in a high-fidelity simulator. *Anesthesia and analgesia* 2003; **97**: 1403-13
- 2** Howard SK, Gaba DM, Fish KJ, Yang G, Sarnquist FH. Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents. *Aviation Space and Environmental Medicine* 1992; **63**: 763-70
- 3** Patterson MD, Blike GT, Nadkarni VM. In Situ Simulation: Challenges and Results. In: Henriksen K, Battles JB, Keyes MA, Grady ML, eds. *Advances in Patient Safety: New Directions and Alternative Approaches*. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality, 2008
- 4** Weinger MB, Steadman RH, Gaba DM. This is not a test! Misconceptions surrounding the maintenance of certification in anesthesiology simulation course. *Anesthesiology* 2014; **121**: 655-9
- 5** Liu D, Jenkins SA, Sanderson PM, et al. Monitoring with head-mounted displays: performance and safety in a full-scale simulator and part-task trainer. *Anesthesia and Analgesia* 2009; **109**: 1135-46
- 6** de Man FR, Erwtteman M, van Groeningen D, et al. The effect of audible alarms on anaesthesiologists' response times to adverse events in a simulated anaesthesia environment: a randomised trial. *Anaesthesia* 2014; **69**: 598-603
- 7** Gaba DM, Howard SK, Small SD. Situation awareness in anesthesiology. *Human Factors* 1995; **37**: 20-31
- 8** Boulet John R MD, Kras J, Woodhouse J, McAllister J, Ziv A. Reliability and validity of a simulation-based acute care skills assessment for medical students and residents. *Anesthesiology* 2003; **99**: 1270-80
- 9** Dieckmann P MT, Rall M, Wehner T. On the ecological validity of simulation settings for training and research in the medical domain. In: Dieckmann P, ed. *Using simulations for education, training and research*. Lengerich: Pabst Science Publisher, 2009; 18-39
- 10** Land MF, Hayhoe M. In what ways do eye movements contribute to everyday activities? *Vision Research* 2001; **41**: 3559-65
- 11** Rothkopf CA, Ballard DH, Hayhoe MM. Task and context determine where you look. *Journal of Vision* 2007; **7**: 20
- 12** Land MF, Mennie N, Rusted J. The roles of vision and eye movements in the control of activities of daily living. *Perception* 1999; **28**: 1311-28
- 13** Land MF. Eye movements and the control of actions in everyday life. *Progress in Retinal and Eye Research* 2006; **25**: 296-324
- 14** Duchowski A. A Breadth-First Survey of Eye Tracking Applications. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers* 2002; **34**: 455-70

- 15** Grundgeiger T, Wurmb T, Happel O. Eye Tracking in Anesthesiology: Literature Review, Methodological Issues, and Research Topics. *Proceeding of the 59th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society* 2015; **59**: 493-7
- 16** Boquet G, Bushman JA, Davenport HT. The anaesthetic machine - A study of function and design. *British Journal of Anaesthesia* 1980; **52**: 61-7
- 17** Seagull FJ, Xiao Y, MacKenzie CF, Jaber M, Dutton RP. Monitoring behavior: A pilot study using an ambulatory eye-tracker in surgical operating rooms. *Proceedings of the 43rd Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society* 1999; **43**: 850-4
- 18** Seagull FJ, Xiao Y, Dutton RP, Downey D, Jaber M. Diagnosis in real and simulated environments: Do we look at different things? *Anesthesiology* 2000; **93**: U165
- 19** Schulz-Stübner S, Jungk A, Kunitz O, Rossaint R. Analysis of the anesthesiologist's vigilance with an eye-tracking device. A pilot study for evaluation of the method under the conditions of a modern operating theatre. *Anaesthetist* 2002; **51**: 180-6
- 20** Via DK, Kyle R, Xiao Y, Seagull J, MacKenzie C. Eye tracking system improves evaluation of performance during simulated anesthesia events. *International Meeting on Medical Simulation*. Santa Clara, CA, 2002
- 21** Schulz CM, Schneider E, Fritz L, et al. Visual attention of anaesthetists during simulated critical incidents. *British Journal of Anaesthesia* 2011; **106**: 807-13
- 22** Schulz CM, Schneider E, Fritz L, et al. Eye tracking for assessment of workload: A pilot study in an anaesthesia simulator environment. *British Journal of Anaesthesia* 2011; **106**: 44-50
- 23** Schulz CM, Schneider E, Kohlbecher S, et al. The influence of anaesthetists' experience on workload, performance and visual attention during simulated critical incidents. *Journal of Clinical Monitoring and Computing* 2013; **28**: 475-80
- 24** Koh RY, Park T, Wickens CD, Teng Ong L, Noi Chia S. Differences in attentional strategies by novice and experienced operating theatre scrub nurses. *Journal of Experimental Psychology: Applied* 2011; **17**: 233-46
- 25** Vine S, McGrath J, Bright E, Dutton T, Clark J, Wilson M. Assessing visual control during simulated and live operations: gathering evidence for the content validity of simulation using eye movement metrics. *Surgical Endoscopy* 2014; **28**: 1788-93
- 26** Tien T, Pucher P, Sodergren M, Sriskandarajah K, Yang G-Z, Darzi A. Differences in gaze behaviour of expert and junior surgeons performing open inguinal hernia repair. *Surgical Endoscopy* 2015; **29**: 405-13
- 27** Tun JK, Tang J, Kneebone RL. Redefining Simulation Fidelity for Healthcare Education. *Simulation & Gaming* 2015; **46**: 159-74
- 28** Dieckmann P, Manser T, Wehner T, Rall M. Reality and fiction cues in medical patient simulation: an interview study with anesthesiologists. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making* 2007; **1**: 148-68
- 29** Manser T, Dieckmann P, Wehner T, Ralf M. Comparison of anaesthetists' activity patterns in the operating room and during simulation. *Ergonomics* 2007; **50**: 246-60

- 30** Weller J, Henderson R, Webster CS, et al. Building the evidence on simulation validity: comparison of anesthesiologists' communication patterns in real and simulated cases. *Anesthesiology* 2014; **120**: 142-8
- 31** Holmqvist K, Andersson R, Dewhurst R, Jarodzka H, van de Weijer J. Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. New York: Oxford University Press, 2011
- 32** Norbert Roewer HT, Christian Wunder. *Anästhesie compact: Leitfaden für die klinische Praxis*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2012
- 33** Bakeman R, McArthur D, Quera V, Robinson BF. Detecting sequential patterns and determining their reliability with fallible observers. *Psychological Methods* 1997; **2**: 357-70
- 34** Weinger MB HO, Zornow MH, Paulus MP, Gaba DM, Dallen LT. An objective methodology for task analysis and workload assessment in anesthesia providers. *Anesthesiology* 1994; **80**: 77-92
- 35** Konrad C, Schupfer G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesthesia and Analgesia* 1998; **86**: 635-9
- 36** Bernhard M, Mohr S, Weigand MA, Martin E, Walther A. Developing the skill of endotracheal intubation: implication for emergency medicine. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 2012; **56**: 164-71
- 37** Paal P, Herff H, Mitterlechner T, et al. Anaesthesia in prehospital emergencies and in the emergency room. *Resuscitation* 2010; **81**: 148-54

## 8 Anhang

### 8.1 Anhang 1: Bestätigung der Ethikkommission



Ethik-Kommission • Versbacher Str. 9 • 97078 Würzburg

Dr. Tobias Grundgeiger  
Institut Mensch Computer Medien  
JMU Würzburg  
Oswald-Külpe-Weg 82  
97074 Würzburg

**Ethik-Kommission**  
Institut für Pharmakologie und Toxikologie  
Versbacher Str. 9  
97078 Würzburg

Vorsitzende: Prof. i.R. Dr. E.-B. Bröcker  
Geschäftsführer: Dr. R. Wölfel  
Sekretariat: S. Schmidt/M. Hutter/A. Geiger  
Telefon 0049 (0)931 31 48315  
Telefax 0049 (0)931 31 87520  
ethikkommission@uni-wuerzburg.de  
www.ethik-kommission.medizin.uni-wuerzburg.de

Würzburg, 10.11.2014/hu

Unser Zeichen: **203/14** (bitte bei Schriftwechsel angeben)

#### **Beratung nach § 15 Berufsordnung für Ärzte in Bayern**

**Titel:** Blickbewegungen bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie: Ein Vergleich zwischen Realität und Simulation sowie bei unterschiedlicher Expertise.  
**Antragsteller:** Dr. Tobias Grundgeiger, Institut Mensch Computer Medien, JMU Würzburg, Oswald-Külpe-Weg 82, 97074 Würzburg

Sehr geehrter Herr Dr. Grundgeiger,

die Ethik-Kommission bestätigt den Eingang der revidierten Unterlagen vom 03.11.2014.

Die Auflagen aus dem Votum vom 26.09.2014 sind erfüllt und wurden angemessen umgesetzt.

Die Ethik-Kommission erlaubt sich noch folgende Hinweise:

Unter Berücksichtigung des Pilotcharakters der Studie erscheinen die Fallzahlen (Zahl der Anästhesisten) auch in Anbetracht der zu erwartenden unterschiedlichen Operationsverfahren vertretbar.

Folgende Punkte sollten in den Informationsschriften überarbeitet werden:

Es handelt sich um die Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Es ist nicht nachvollziehbar, wie bei anonymisierten Daten diese bei einem Widerruf gelöscht werden können (Einwilligungserklärung Anästhesist).

Aus der Informationsschrift für Patienten geht nicht klar hervor, welche Daten überhaupt von Ihm erhoben werden und zu welchem Zweck - Gegenstand der Untersuchung sind die Anästhesisten.

Weiter wird angegeben, dass die Daten anonymisiert erfasst werden. Wie können dann Daten bei einem Widerruf auf Wunsch des Patienten gelöscht werden?

Der letzte Satz der Informationsschrift ist nicht nachvollziehbar (... wenn Sie weiterhin teilnehmen wollen ...).

Mit freundlichen Grüßen

Prof. i. R. Dr. med. Eva-Bettina Bröcker  
Vorsitzende der Ethik-Kommission

Ausgefertigt im Auftrag

Dr. med. Reinhard Wölfel  
Geschäftsführer der Ethik-Kommission

8.2 Anhang 2: E-Mail für die Rekrutierung der Anästhesisten  
(Autor: Oliver Happel, 2015)

Betreff: Studie: Blickbewegungen bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

wir führen momentan eine Studie zu „Blickbewegungen bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie“ durch und suchen dafür Teilnehmer. Weiter Informationen zur Studie und der Einwilligungsbogen sind im Anhang dieser E-Mail.

Bitte meldet Euch bei Fragen und Interesse an einer Teilnahme per Email oder sprecht mich direkt an (Tel.: 30054)!

Viele Grüße,

Oliver Happel

Anhang:

04\_Anästhesisten\_Information

04\_Anästhesisten\_Einwilligung

## 8.3 Anhang 3: Information zur Studie (Anästhesist)

(Autor: Dr. Tobias Grundgeiger, 2015)

Universitätsklinikum Würzburg  
Zentrum Operative Medizin  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. N. Roewer  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg



Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Institut Mensch-Computer-Medien  
Dr. Tobias Grundgeiger  
[tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de)  
0931 31 81743

Sehr geehrte/r Teilnehmer/in,

vielen Dank, dass Sie sich für die Studie „Blickbewegungen bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie“ interessieren! Im Folgenden erhalten Sie Informationen über die Studie und was die Teilnahme an der Studie beinhaltet. Die Studie wurde der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg vorgelegt.

### Inhalt und Ablauf der Studie

Bei dieser Studie möchten wir Blickbewegungen von Anästhesisten bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie untersuchen. Dazu werden Sie gebeten zwei Einleitungen durchzuführen: eine tatsächliche Einleitung eines Patienten und eine Einleitung am Patientensimulator. In beiden Fällen werden Sie einen *eye tracker* tragen, der Ihre Blickbewegungen aufzeichnet. Dieser *eye tracker* besteht aus einer etwas größeren Brille und einem Computer, der während der Aufzeichnung der Daten in einem Rucksack getragen wird. Der *eye tracker* wird Sie bei Ihren Tätigkeiten während der Einleitung nicht behindern. Falls Sie sich eingeschränkt fühlen bzw. falls Bedenken für die Patientensicherheit bestehen, können wir die Untersuchung sofort abbrechen und den *eye tracker* abnehmen. Der Zeitaufwand für jeden Teilnehmer beträgt etwa 2 x 25 Minuten (tatsächliche Einleitung und Simulation) und ein einmaliges 15-minütiges Interview.

### Welche Daten werden erhoben?

Der *eye tracker* hat zwei Kameras sowie ein Mikrofon: eine Kamera nimmt ein Szenenvideo auf, die zweite Kamera erfasst die Augenbewegungen. Eine Software errechnet dann wohin der Träger im Moment blickt und zeigt diesen Punkt auf dem Szenenvideo an. Die Aufzeichnung und Auswertung der Videoaufnahme erfolgen anonymisiert, d.h. unter Verwendung eines individuellen Teilnehmercodes. Die Aufnahmen und erhobenen Daten werden von Personen ausgewertet die der Schweigepflicht unterliegen und keine vertraulichen Informationen weitergeben.

Um mögliche weitere Einflüsse in der Studie berücksichtigen zu können, werden in einem Fragebogen demografische Daten (Alter, Geschlecht, klinischer Erfahrung, usw.) abgefragt. Nach den Einleitungen würden wir gerne noch ein kurzes Interview mit Ihnen durchführen bei welchem der Interviewer Notizen machen wird.

### Was passiert mit den Daten und wie werden sie gelagert?

Wir werden Ihre Daten nicht individuell auswerten sondern nur für die Gesamtgruppe der Teilnehmer. Ungefähr 24 Personen werden an dieser Untersuchung teilnehmen. Nur Mitarbeiter dieses Forschungsprojektes haben Zugang zu Ihren Daten. Ihre Daten werden in anonymisierter Form (Teilnehmercode) erfasst und bis zum Abschluss des Projekts unter Verschluss bzw. passwortgeschützt aufbewahrt. Die gesamten Daten werden nach Abschluss des Projekts vernichtet (6 Jahre). Es gibt zu keinem Zeitpunkt ein Dokument, das die erfassten Daten mit Ihrem Namen in Verbindung bringt.

Es steht Ihnen frei an dieser Untersuchung teilzunehmen oder bei Teilnahme die Untersuchung zu irgendeinem Zeitpunkt zu beenden. Durch einen Abbruch der Studie oder Nichtteilnahme entsteht für Sie keinerlei Nachteil. Falls Sie den Versuch abbrechen werden Ihre Daten auf Wunsch sofort gelöscht.

Es besteht die Möglichkeit, dass Sie nach der Induktion der Narkose am Patientensimulator klinisches Feedback erhalten. Des Weiteren erhalten Sie als Dankeschön für die Teilnahme einen Cafeteriagutschein (5 Euro).

Wenn Sie Fragen zu dieser Studie haben, wenden Sie sich bitte jederzeit gerne an die Leiter dieses Projekts: Oliver Happel, [happel\\_O@ukw.de](mailto:happel_O@ukw.de), Tel.: 0931 201 30054, oder Dr. Tobias Grundgeiger, [tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de), Tel: 0931 31 81743.

### Einwilligung zu Teilnahme

Wenn Sie nun an der Studie teilnehmen wollen unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung. Sie erhalten dieses Informationsblatt und eine Version der Einwilligungserklärung für Ihre Akten.

**Wichtig: Wir bitten Sie Ihren Kollegen/innen nichts über den Inhalt der Studie zu erzählen. Falls eine von Ihren Kollegen/innen noch an der Studie teilnehmen würde, könnte dieses Vorwissen die Ergebnisse verzerren.**

## 8.4 Anhang 4: Einwilligungserklärung (Anästhesist)

(Autor: Dr. Tobias Grundgeiger, 2015)

Universitätsklinikum Würzburg  
Zentrum Operative Medizin  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. N. Roewer  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg



Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Institut Mensch-Computer-Medien  
Dr. Tobias Grundgeiger  
[tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de)  
0931 31 81743

### **Titel der Studie: Blickbewegungen bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie**

Ich \_\_\_\_\_ (Name des Teilnehmers /der Teilnehmerin in Blockschrift) bin mündlich über die Studie und den Versuchsablauf aufgeklärt worden. Ich habe alle Informationen vollständig gelesen und verstanden. Sofern ich Fragen zu dieser Studie hatte wurden sie von dem/der anwesenden VersuchsleiterIn oder von Herrn Dr. Tobias Grundgeiger bzw. Herrn Oliver Happel vollständig und zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Mit der beschriebenen Handhabung der erhobenen Daten bin ich einverstanden. Die Aufzeichnung und Auswertung der Daten erfolgt anonymisiert, d. h. unter Verwendung eines persönlichen Codewortes, das ich selbst erstellt habe und das nur ich kenne. Mir ist bekannt, dass ich mein Einverständnis zur Aufbewahrung bzw. Speicherung meiner Daten widerrufen kann ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Im Falle einer Ablehnung oder eines Rücktritts entstehen für mich keinerlei Kosten oder anderweitige Nachteile; eine spätere Teilnahme an der Studie ist dann allerdings nicht mehr möglich.

Ich bin darüber informiert worden, dass ich eine Löschung aller meiner Daten verlangen kann. Dies ist jedoch nur am Ende der Erhebung von Ihren Daten möglich, da die Daten ab diesem Zeitpunkt keiner bestimmten Person mehr zugeordnet werden können. Die erhobenen Daten werden von Personen wissenschaftlich ausgewertet, die der Schweigepflicht unterliegen und keine vertraulichen Informationen weitergeben.

Ich bin einverstanden, dass meine anonymisierten Daten zu Forschungszwecken weiter verwendet werden können und 6 Jahre gespeichert bleiben dürfen. Alle Daten und die Videoaufnahmen werden in einem verschlossenen Schrank und auf passwortgeschützten elektronischen Speichermedien aufbewahrt.

Ich bin darüber informiert, dass mein Name nur auf dieser Einwilligungserklärung steht, nicht gespeichert wird und dass die Einwilligungserklärung getrennt aufbewahrt und nach Projektende (Ende 2015) vernichtet wird. Mir ist bekannt, dass eine Zuordnung der erhobenen Daten zu einer bestimmten Person auch vorher nicht möglich ist.

Verbleibt beim **Teilnehmer**:

Ich hatte genügend Bedenkzeit für eine Entscheidung und möchte an der Studie „Blickbewegungen bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie“ teilnehmen. Ich weiß, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und ich die Teilnahme jederzeit ohne Angaben von Gründen beenden kann.

Eine Ausfertigung dieser Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

---

Ort, Datum, Unterschrift des **Teilnehmers**

---

Name des Teilnehmers in Druckschrift

---

Ort, Datum, Unterschrift des **Versuchsleiters**

---

Name des VL in Druckschrift

Bei Fragen oder anderen Anliegen kann ich mich an folgende Personen wenden:

Dr. Tobias Grundgeiger  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Oswald-Külpe-Weg 82  
97074 Würzburg  
0931 31 81743  
[tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de)

Oliver Happel  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Oberdürrbacher Str. 6,  
97080 Würzburg  
0931 201 30054  
[happel\\_O@ukw.de](mailto:happel_O@ukw.de)

## 8.5 Anhang 5: Information zur Studie (Patient)

(Autor: Dr. Tobias Grundgeiger, 2015)

Universitätsklinikum Würzburg  
Zentrum Operative Medizin  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. N. Roewer  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg



Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Institut Mensch-Computer-Medien  
Dr. Tobias Grundgeiger  
[tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de)  
0931 31 81743

Sehr geehrte/r Teilnehmer/in,

vielen Dank, dass Sie sich für die Studie „Blickbewegungen bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie“ interessieren! Im Folgenden erhalten Sie Informationen über die Studie und was die Teilnahme an der Studie beinhaltet. Die Studie wurde der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg vorgelegt.

### Inhalt und Ablauf der Studie

Bei dieser Studie möchten wir die Blickbewegungen von Anästhesisten bei der Einleitung einer Narkose untersuchen. Dazu wird der Anästhesist bei der Einleitung Ihrer Narkose einen *eye tracker* (Blickbewegungsmessgerät) tragen. Ein *eye tracker* besteht aus einer etwas größeren Brille und einem kleinen Computer, der in einem Rucksack getragen wird. Die Brille hat zwei Kameras und ein Mikrofon: eine Kamera nimmt ein Video vom Sichtfeld des Anästhesisten auf (Szenenvideo), die zweite Kamera erfasst seine Augenbewegungen. Eine Software berechnet dann wohin der Träger geblickt hat und zeigt diesen Punkt dann entsprechend auf dem Szenenvideo an. Der *eye tracker* wird den Anästhesisten bei seinen Tätigkeiten während der Einleitung Ihrer Narkose nicht behindern.

Das übliche und weitestgehend standardisierte Vorgehen bei der Einleitung einer Narkose wird bei dieser Untersuchung in keiner Weise verändert (übliche Medikamente, übliche technische und personelle Ausstattung). Die im präoperativen Aufklärungsgespräch besprochenen Risiken bleiben unverändert bestehen.

### Welche Daten werden erhoben?

Wenn Sie an dieser Studie teilnehmen werden von Ihnen zwei Arten von Daten erhoben. Zum einen wird notiert wie gut der Anästhesist bei der Intubation Ihre Stimmritzen sehen konnte. Zum anderen werden Sie auf den Videoaufnahmen des *eye trackers* zu sehen sein.

### Was passiert mit den Daten und wie werden sie gelagert?

Bei der Auswertung interessiert uns wohin der Anästhesist während der Einleitung geblickt hat (z.B. Patientenmonitor, Dokumente, etc.). Insgesamt werden ungefähr 24 Personen an dieser Untersuchung teilnehmen. Nur Mitarbeiter dieses Forschungsprojektes haben Zugang zu Ihren Daten. Die Aufnahme wird von Personen ausgewertet, die der Schweigepflicht unterliegen und keine vertraulichen Informationen weitergeben. Ihre Daten werden in anonymisierter Form erfasst und bis zum Abschluss des Projekts unter Verschluss bzw. passwortgeschützt aufbewahrt. Die gesamten Daten werden nach Abschluss des Projekts vernichtet (6 Jahre). Es gibt zu keinem Zeitpunkt ein Dokument, das erfasste Daten mit Ihrem Namen in Verbindung bringt.

Es steht Ihnen frei an dieser Untersuchung teilzunehmen oder Ihre Einwilligung zur Teilnahme auch zu einem späteren Zeitpunkt zu widerrufen. Durch einen Abbruch der Studie oder Nichtteilnahme entsteht für Sie keinerlei Nachteil. Falls Sie den Versuch abbrechen, werden Ihre Daten auf Wunsch sofort gelöscht.

Wenn Sie Fragen zu dieser Studie haben, wenden Sie sich bitte an die Leiter dieses Projekts: Oliver Happel, [happel\\_O@ukw.de](mailto:happel_O@ukw.de), Tel.: 0931 201 30054, oder Dr. Tobias Grundgeiger, [tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de), Tel: 0931 31 81743.

#### Einwilligung zu Teilnahme

Wenn Sie nun der Studie teilnehmen wollen unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung. Sie erhalten dieses Informationsblatt und eine Version der Einwilligungserklärung für Ihre Akten.

## 8.6 Anhang 6: Einwilligungserklärung (Patient)

(Autor: Dr. Tobias Grundgeiger, 2015)

Universitätsklinikum Würzburg  
Zentrum Operative Medizin  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. N. Roewer  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg



Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Institut Mensch-Computer-Medien  
Dr. Tobias Grundgeiger  
[tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de)  
0931 31 81743

### **Titel der Studie: Blickbewegungen bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie**

Ich \_\_\_\_\_ (Name in Blockschrift) bin mündlich über die Studie und den Versuchsablauf aufgeklärt worden. Ich habe alle Informationen vollständig gelesen und verstanden. Sofern ich Fragen zu dieser Studie hatte, wurden sie von der/dem anwesenden VersuchsleiterIn oder von Herrn Dr. Tobias Grundgeiger bzw. Herrn Oliver Happel vollständig und zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Mit der beschriebenen Handhabung der erhobenen Daten bin ich einverstanden. Die Aufzeichnung und Auswertung der Daten erfolgt anonymisiert. Mir ist bekannt, dass ich mein Einverständnis zur Aufbewahrung bzw. Speicherung meiner Daten widerrufen kann ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Im Falle einer Ablehnung oder eines Rücktritts entstehen für mich keinerlei Kosten oder anderweitige Nachteile; eine spätere Teilnahme an der Studie ist dann allerdings nicht mehr möglich.

Ich bin darüber informiert worden, dass ich eine Löschung aller meiner Daten verlangen kann. Dies ist jedoch nur am Ende der Erhebung von Ihren Daten möglich, da die Daten ab diesem Zeitpunkt keiner bestimmten Person mehr zugeordnet werden können. Die erhobenen Daten werden von Personen wissenschaftlich ausgewertet, die der Schweigepflicht unterliegen und keine vertraulichen Informationen weitergeben. Ich bin einverstanden, dass meine anonymisierten Daten zu Forschungszwecken weiter verwendet werden können und 6 Jahre gespeichert bleiben dürfen. Alle Daten und die Videoaufnahmen werden in einem verschlossenen Schrank und auf passwortgeschützten elektronischen Speichermedien aufbewahrt.

Ich bin darüber informiert, dass mein Name nur auf dieser Einwilligungserklärung steht, nicht gespeichert wird und dass die Einwilligungserklärung getrennt aufbewahrt und

nach Projektende (Ende 2015) vernichtet wird. Mir ist bekannt, dass eine Zuordnung der erhobenen Daten zu einer bestimmten Person auch vorher nicht möglich ist.

Verbleibt beim **Versuchsleiter**:

Ich hatte genügend Bedenkzeit für eine Entscheidung und möchte an der Studie „Blickbewegungen bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie“ teilnehmen. Ich weiß, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und ich die Teilnahme jederzeit ohne Angaben von Gründen beenden kann.

Eine Ausfertigung dieser Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum, Unterschrift des **Teilnehmers**

\_\_\_\_\_  
Name des Teilnehmers in Druckschrift

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum, Unterschrift des **Versuchsleiters**

\_\_\_\_\_  
Name des VL in Druckschrift

Bei Fragen oder anderen Anliegen kann ich mich an folgende Personen wenden:

Dr. Tobias Grundgeiger  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Oswald-Külpe-Weg 82  
97074 Würzburg  
0931 31 81743  
[tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de)

Oliver Happel  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Oberdürrbacher Str. 6,  
97080 Würzburg  
0931 201 30054  
[happel\\_O@ukw.de](mailto:happel_O@ukw.de)

## 8.7 Anhang 7: 1. Fragebogen (Anästhesist)

(Autor: Dr. Tobias Grundgeiger, 2015)

Universitätsklinikum Würzburg  
Zentrum Operative Medizin  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. N. Roewe  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg



Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Institut Mensch-Computer-Medien  
Dr. Tobias Grundgeiger  
[tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de)  
0931 31 81743

Datum: \_\_\_\_\_

Versuchsleiter: \_\_\_\_\_

Sehr geehrter TeilnehmerIn,

vielen Dank für die Teilnahme. Bitte füllen Sie nun diesen Fragebogen aus. Um Ihre Daten richtig zuordnen zu können, ohne die Geheimhaltung zu verletzen, benötigen wir zuerst ein Codewort:

### Aus diesen Teilen besteht Ihr Codewort:

1. der Anzahl der Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter
2. den beiden letzten Buchstaben des Mädchennamens (Geburtsnamens) Ihrer Mutter
3. den beiden letzten Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters
4. Ihrem eigenen Geburtstag (nur dem Tag, nicht Monat und/oder Jahr)

- \* Bitte schreiben Sie alle Zahlen zweistellig, d.h. wenn nötig mit führender Null.
- \* Bei mehreren oder zusammengesetzten Vornamen berücksichtigen Sie bitte nur den ersten.
- \* Wenn Sie einen Namen nicht kennen, schreiben Sie statt der Buchstaben XX bzw. für die Zahl 00.

### Beispiel (fiktiv)

Name der Mutter:	<b>Elke</b> -Hannelore Müller geb. Mayerhofer
Name des Vaters:	<b>Wolf</b> -Rüdiger Müller
Ihr Geburtstag:	<b>09.11.1987</b>
Daraus ergibt sich als Codewort:	<b>04ERLF09</b>

### Bitte tragen Sie jetzt in die Kästchen Ihr Codewort ein:

Die Anzahl der Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Mutter:	.....	.....
Die beiden letzten Buchstaben des Geburtsnamens Ihrer Mutter:	.....	....
Die beiden letzten Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Vaters:	.....	.....
Ihr eigener Geburtstag (nur der Tag):	.....	.....

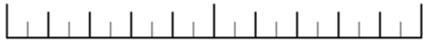
**Bitte wenden!**



1. Wie alt sind Sie? \_\_\_\_\_ Jahre      2. Geschlecht:  männlich  weiblich
3. Haben Sie eine Fehlsichtigkeit?  Ja  Nein  
 Wenn ja, tragen Sie eine Sehhilfe, die diese Fehlsichtigkeit korrigiert?  Ja  Nein
4. Was ist Ihre höchste fachliche Qualifikation?  
 Qualifikation: \_\_\_\_\_ Klinische Erfahrung: \_\_\_\_\_ Jahre
5. Wie oft haben Sie in etwa bereits einen Menschen intubiert?  
 weniger als 100       201 bis 400       801 bis 1200       1601 bis 2000  
 101 bis 200       401 bis 800       1201 bis 1600       mehr als 2001
6. Wie würden Sie die vorgenommene Intubation nach der Cormack-Lehane Klassifikation beurteilen?

	Beschreibung	Bitte ankreuzen
1	Gesamte Stimmritze einstellbar	
2	Stimmritze teilweise sichtbar (hintere Kommissur)	
3	Stimmritze nicht einstellbar, nur Epiglottis sichtbar	
4	Auch Epiglottis nicht einstellbar, nur Zungengrund sichtbar"	

7. Wie beanspruchend war die gerade durchgeführte Einleitung auf den folgenden Skalen?

<p><b>Geistige Anforderungen:</b>          Wie viel geistige Anstrengung war bei der Informationsaufnahme und bei der Informationsverarbeitung erforderlich (z.B. Denken, Entscheiden, Rechnen, Erinnern, Hinsehen, Suchen ...)? War die Einleitung leicht oder anspruchsvoll, einfach oder komplex, erforderte sie hohe Genauigkeit oder ist sie fehlertolerant?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p> 
<p><b>Körperliche Anforderungen:</b>          Wie viel körperliche Aktivität war erforderlich (z.B. ziehen, drücken, drehen, steuern, aktivieren ...)? War die Einleitung leicht oder schwer, einfach oder anstrengend, erholsam oder mühselig?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p> 
<p><b>Zeitliche Anforderungen:</b>          Wie viel Zeitdruck empfanden Sie hinsichtlich der Häufigkeit oder dem Takt mit dem Aufgaben oder Aufgabenelemente auftraten? War die Abfolge langsam und geruhsam oder schnell und hektisch?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p> 
<p><b>Ausführung der Aufgaben:</b>          Wie erfolgreich haben Sie ihrer Meinung nach die von Ihnen selbst gesetzten Ziele bei der Einleitung erreicht? Wie zufrieden waren Sie mit Ihrer Leistung bei der Verfolgung dieser Ziele?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p> 
<p><b>Anstrengung:</b>          Wie hart mussten Sie arbeiten, um Ihren Grad an Aufgabenerfüllung zu erreichen?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p> 
<p><b>Frustration:</b>          Wie unsicher, entmutigt, irritiert, gestresst und verärgert (versus sicher, bestätigt, zufrieden, entspannt und zufrieden mit sich selbst) fühlten Sie sich während der Einleitung?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p> 

## 8.8 Anhang 8: 2. Fragebogen (Anästhesist)

(Autor: Dr. Tobias Grundgeiger, 2015)

Universitätsklinikum Würzburg  
Zentrum Operative Medizin  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. N. Roewer  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg



Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Institut Mensch-Computer-Medien  
Dr. Tobias Grundgeiger  
[tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de)  
0931 31 81743

Datum: \_\_\_\_\_

Versuchsleiter: \_\_\_\_\_

Sehr geehrter TeilnehmerIn,

vielen Dank für die Teilnahme. Bitte füllen Sie nun diesen Fragebogen aus. Um Ihre Daten richtig zuordnen zu können, ohne die Geheimhaltung zu verletzen, benötigen wir zuerst ein Codewort:

### Aus diesen Teilen besteht Ihr Codewort:

1. der Anzahl der Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter
2. den beiden letzten Buchstaben des Mädchennamens (Geburtsnamens) Ihrer Mutter
3. den beiden letzten Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters
4. Ihrem eigenen Geburtstag (nur dem Tag, nicht Monat und/oder Jahr)

\* Bitte schreiben Sie alle Zahlen zweistellig, d.h. wenn nötig mit führender Null.

\* Bei mehreren oder zusammengesetzten Vornamen berücksichtigen Sie bitte nur den ersten.

\* Wenn Sie einen Namen nicht kennen, schreiben Sie statt der Buchstaben XX bzw. für die Zahl 00.

### Beispiel (fiktiv)

Name der Mutter:	<b>Elke</b> -Hannelore Müller geb. Mayerhofer
Name des Vaters:	<b>Wolf</b> -Rüdiger Müller
Ihr Geburtstag:	<b>09.11.1987</b>
Daraus ergibt sich als Codewort:	<b>04ERLF09</b>

### Bitte tragen Sie jetzt in die Kästchen Ihr Codewort ein:

Die Anzahl der Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Mutter:	.....	.....
Die beiden letzten Buchstaben des Geburtsnamens Ihrer Mutter:	.....	....
Die beiden letzten Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Vaters:	.....	.....
Ihr eigener Geburtstag (nur der Tag):	.....	.....

**Bitte wenden!**



1. Wie würden Sie die vorgenommene Intubation nach der Cormack-Lehane Klassifikation beurteilen?

	Beschreibung	Bitte ankreuzen
1	Gesamte Stimmritze einstellbar	
2	Stimmritze teilweise sichtbar (hintere Kommissur)	
3	Stimmritze nicht einstellbar, nur Epiglottis sichtbar	
4	Auch Epiglottis nicht einstellbar, nur Zungengrund sichtbar	

2. Wie beanspruchend war die gerade durchgeführte Einleitung auf den folgenden Skalen?

<p><b>Geistige Anforderungen:</b>                      Wie viel geistige Anstrengung war bei der Informationsaufnahme und bei der Informationsverarbeitung erforderlich (z.B. Denken, Entscheiden, Rechnen, Erinnern, Hinsehen, Suchen ...)? War die Einleitung leicht oder anspruchsvoll, einfach oder komplex, erforderte sie hohe Genauigkeit oder ist sie fehlertolerant?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p>
<p><b>Körperliche Anforderungen:</b>                      Wie viel körperliche Aktivität war erforderlich (z.B. ziehen, drücken, drehen, steuern, aktivieren ...)? War die Einleitung leicht oder schwer, einfach oder anstrengend, erholsam oder mühselig?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p>
<p><b>Zeitliche Anforderungen:</b>                      Wie viel Zeitdruck empfanden Sie hinsichtlich der Häufigkeit oder dem Takt mit dem Aufgaben oder Aufgabenelemente auftraten? War die Abfolge langsam und geruhsam oder schnell und hektisch?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p>
<p><b>Ausführung der Aufgaben:</b>                      Wie erfolgreich haben Sie ihrer Meinung nach die von Ihnen selbst gesetzten Ziele bei der Einleitung erreicht? Wie zufrieden waren Sie mit Ihrer Leistung bei der Verfolgung dieser Ziele?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p>
<p><b>Anstrengung:</b>                      Wie hart mussten Sie arbeiten, um Ihren Grad an Aufgabenerfüllung zu erreichen?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p>
<p><b>Frustration:</b>                      Wie unsicher, entmutigt, irritiert, gestresst und verärgert (versus sicher, bestätigt, zufrieden, entspannt und zufrieden mit sich selbst) fühlten Sie sich während der Einleitung?</p>	<p>gering <span style="float: right;">hoch</span></p>

## 8.9 Anhang 9: Interview (Anästhesist)

(Autor: Dr. Tobias Grundgeiger, 2015)

Universitätsklinikum Würzburg  
Zentrum Operative Medizin  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. N. Roewer  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg



Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Institut Mensch-Computer-Medien  
Dr. Tobias Grundgeiger  
[tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.grundgeiger@uni-wuerzburg.de)  
0931 31 81743

Datum: \_\_\_\_\_

Versuchsleiter: \_\_\_\_\_

Sehr geehrter TeilnehmerIn,

vielen Dank für die Teilnahme. Bitte füllen Sie nun diesen Fragebogen aus. Um Ihre Daten richtig zuordnen zu können, ohne die Geheimhaltung zu verletzen, benötigen wir zuerst ein Codewort:

**Aus diesen Teilen besteht Ihr Codewort:**

1. der Anzahl der Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter
2. den beiden letzten Buchstaben des Mädchennamens (Geburtsnamens) Ihrer Mutter
3. den beiden letzten Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters
4. Ihrem eigenen Geburtstag (nur dem Tag, nicht Monat und/oder Jahr)

\* Bitte schreiben Sie alle Zahlen zweistellig, d.h. wenn nötig mit führender Null.

\* Bei mehreren oder zusammengesetzten Vornamen berücksichtigen Sie bitte nur den ersten.

\* Wenn Sie einen Namen nicht kennen, schreiben Sie statt der Buchstaben XX bzw. für die Zahl 00.

**Beispiel (fiktiv)**

Name der Mutter: **Elke-Hannelore Müller geb. Mayerhofer**

Name des Vaters: **Wolf-Rüdiger Müller**

Ihr Geburtstag: **09.11.1987**

Daraus ergibt sich als Codewort: **04ERLF09**

**Bitte tragen Sie jetzt in die Kästchen Ihr Codewort ein:**

Die Anzahl der Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Mutter: ..... ..

Die beiden letzten Buchstaben des Geburtsnamens Ihrer Mutter: ..... ..

Die beiden letzten Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Vaters: ..... ..

Ihr eigener Geburtstag (nur der Tag): ..... ..

### Leitfaden halb-standardisiertes für den Interviewer

- Für die Teilnahme Danken.
- Generelle Situation: Bei dieser Studie möchten wir Blickbewegungen von Anästhesisten bei der Einleitung einer Allgemeinanästhesie untersuchen. Dazu werden Sie gebeten zwei Einleitungen durchzuführen: eine tatsächliche Einleitung eines Patienten und eine Einleitung am Patientensimulator.

Wenn Sie sich vorstellen eine Einleitung durchzuführen, was sind für Sie die wichtigsten Informationsquellen während einer Einleitung einer Allgemeinanästhesie?

Welche weiteren (nicht visuellen) Informationsquellen gibt es? Nutzen Sie diese? Wie wichtig sind diese?

Ggf. spezieller Fragen: Nutzen Sie auch nicht visuelle Quellen (Haptik, Kraftaufwand,...)?

Wenn Sie die Einleitung in der Simulation mit der Einleitung im OP vergleichen, sind Ihnen Unterschiede bezüglich der Informationsaufnahme aufgefallen? Welche Unterschiede bezüglich der Infoaufnahme könnten Sie sich vorstellen?

## 8.10 Anhang 10: Vorlage Code Versuchspersonen DGPS

(Quelle: Homepage DGPS (<https://www.dgps.de/index.php?id=186>, 12/2018))

>Logo des Forschungsinstituts<

>Forschungsinstitut<  
>Name des Projektleiters<  
Ansprechpartner für eventuelle Rückfragen:  
>Name des Versuchsleiters<  
Telefon: >Telefonnummer des Versuchsleiters<

### Wie erstellen Sie Ihr persönliches Codewort?

Um Ihre Daten richtig zuordnen zu können, ohne die Geheimhaltung zu verletzen, benötigen wir ein Kenn- oder Codewort. Das Codewort ist so aufgebaut, dass niemand von Ihrem Codewort auf Ihre Person rückschließen kann, auch wir nicht. Sie selbst können Ihr Codewort aber jederzeit rekonstruieren, wenn Sie danach gefragt werden und es vergessen haben sollten. Wir brauchen Ihnen nur die Regel zu verraten, nach der Sie es herstellen müssen.

#### Dies sind die Bestandteile Ihres Codeworts:

1. Die beiden letzten Buchstaben des Geburtsnamens Ihrer Mutter
2. Die Anzahl der Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihrer Mutter
3. Die beiden letzten Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Vaters
4. Ihr eigener Geburtstag (nur der Tag, nicht Monat und/oder Jahr).

- \* Bitte schreiben Sie alle Zahlen zweistellig, d.h. wenn nötig mit führender Null.
- \* Bei mehreren oder zusammengesetzten Vornamen berücksichtigen Sie bitte nur den ersten.
- \* Wenn Sie den jeweiligen Namen nicht kennen, schreiben Sie statt der Buchstaben XX bzw. für die Zahl 00.

#### Beispiel (fiktiv)

Name der Mutter:	<b>Elke-Hannelore Müller geb. Mayerhofer</b>
Name des Vaters:	<b>Wolf-Rüdiger Müller</b>
Ihr Geburtstag:	<b>09.11.1987</b>
Daraus ergibt sich als Codewort:	<b>ER04LF09</b>

#### Bitte tragen Sie jetzt in die Kästchen Ihr Codewort ein:

Die beiden letzten Buchstaben des Geburtsnamens Ihrer Mutter:	00
Die Anzahl der Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihrer Mutter:	00
Die beiden letzten Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Vaters:	00
Ihr eigener Geburtstag (nur der Tag):	00

**Wichtig:** Diese Liste verbleibt bei Ihnen. Bewahren Sie sie gut auf! Sie sollten sie niemandem zeigen!

## 8.11 Anhang 11: Leitfaden zur Durchführung 1 (OP)

(Vorlage von: Dr. Tobias Grundgeiger, angepasst von: Christoph Klöffel, 2015)

# Leitfaden zur eye-tracking Studie im Uniklinikum

## Equipment:

- Eine Mappe für die Musterunterlagen.
  - Für Anästhesist:
    - Information über die Studie für Anästhesisten
    - Einwilligungserklärung (Verbleib beim Teilnehmer)
    - Einwilligungserklärung (Verbleib beim Versuchsleiter)
    - Fragebogen nach OP
    - Fragebogen nach Sim
    - 1 halb standardisiertes Interview + Cafeteria-Gutscheine
  - Für Patient:
    - Information über die Studie für Patienten
    - Einwilligungserklärung (Verbleib beim Teilnehmer)
    - Einwilligungserklärung (Verbleib beim Versuchsleiter)
- Einen Ordner zum Abheften der Unterlagen. (1 Einwilligungserklärung Anästhesist und 1 Einwilligungserklärung Patient, sowie 1 Fragebogen [OP-Bedingung] und 1 Fragebogen [Simulationsbedingung], und 1 halb standardisiertes Interview).
- Koffer mit mobilem **eye-tracker** (Brille) und **Laptop mit Netzteil**.
- 2 Festplatten zur Speicherung der Daten.
- Rucksack zur Fixierung des Aufnahmegerätes am Teilnehmer.

## Einwilligung der teilnehmenden Anästhesisten:

- Von Ole vorab:
  - Das Blatt mit Informationen zur Studie geben und durchlesen lassen. Verbleibt beim Teilnehmer.
  - Die 2 Einwilligungserklärungen unterzeichnen lassen. Eine für den Anästhesisten. Eine für unsere Akten. Beide müssen auch vom Versuchsleiter unterschrieben sein.
  - Am Tag der eye-tracking Aufnahmen wenn möglich Kontaktlinsen tragen und kein Makeup.
- Am Tag der Aufnahme: Die unterschriebene Einwilligungserklärung muss vorliegen. OHNE kann der Versuch nicht gestartet werden.

### **Einwilligung der teilnehmenden Patienten:**

- Ole und Steffi koordinieren die Aufklärungen
- Steffi visitiert die vorausgewählten Patienten auf den entsprechenden Stationen und erkundigt sich nach Interesse für eine Teilnahme bei einer Studie
- Aufklärungsgespräch, bei Zustimmung mit Ausfüllen der Einverständniserklärung
- Die 2 Einwilligungserklärungen unterzeichnen lassen. Eine für den Patienten. Eine für unsere Akten. Beide müssen auch vom Versuchsleiter unterschrieben sein.
- Den Rest der Forschungsgruppe über die erhaltenen Einverständnisse bzw. Datum und Uhrzeit der OPs informieren.
- Absprache, wer am OP-Tag zu welcher Uhrzeit anwesend sein kann.

### **Vorbereitung (OP-Bedingung):**

- Equipment holen bei... (Schlüssel abzuholen bei...)Equipment auf Vollständigkeit Prüfen
- Akkustand von Laptop voll? Genügend Speicherplatz für Aufnahme auf dem Laptop vorhanden ist? MINIMUM: 2GB (15 Minuten Aufnahme entspricht etwa 1 GB)
- Energieeinstellungen überprüfen (Batteriesymbol unten rechts). Ggf. die SMI-High Performance Einstellung auswählen, wenn nicht schon aktiv.

### **Teilnehmenden Anästhesist und Patient im OP aufsuchen**

### **Eigentliche Durchführung (auf Gang vor Einleitungsraum):**

- Laptop starten.
- Das Programm iView ETG starten (Icon im oberen linken Eck des Desktops)
- USB Kabel von eye-tracker sollte nicht um Brillenhalteband gewickelt sein.
- Den mobilen eye-tracker mit dem Laptop per USB verbinden (links unten) und mit Klettband USB-Stecker sichern.

- Warten bis alle drei Symbole in der rechten oberen Ecke auf grün sind (neben Remaining Storage) -> kann einige Sekunden dauern.
  - Fixationsdreieck aufhängen
    - Punkt (1) auf etwa 160 cm. Mit Uhu Klebeknete vorzugsweise auf nicht gestrichener Oberfläche (zB Tür)
  - Begrüßung des Anästhesisten. Sich für die Teilnahme an der Studie bedanken.
  - Anwesende Anästheseschwester/pfleger wird mündlich über Studie informiert.
  - Übereinstimmung von Einverständnis und Person für Patient mit Anästhesist überprüfen.
  - Quick Run ausführen.
  - Die VP bitten die Brille aufzuziehen. Brille sollte fest angelegt werden, so dass sie nicht verrutschen kann und sollte nach der Kalibrierung auch nicht mehr bewegt werden bzw. neu positioniert werden. Dies dem Brillenträger auch mitteilen. Kopf mal wackeln lassen und ggf. Brille neu ausrichten.
  - Falls nötig einen Augenblick warten, und die VP ein bisschen umherschauen lassen, bis der Fixationskreis von rot über gelb komplett grün wird.
    - Falls dies nicht passiert checken ob Augen gut getrackt werden: Nasenstütze anpassen, Brillenrand im Weg, Kontaktlinsen, Makeup
    - Dann noch einmal „0-Punkt-Kalibrierung“ auswählen.
  - VP bitten vor Dreieck zu stehen mit etwa 70 cm Abstand/Armlänge
  - VP bitten auf mittleren Punkt des Dreiecks zu schauen: Passt der Ausschnitt des Szenenvideos? Es ist ok wenn nicht alle Punkte auf der Szenenkamera auftauchen. Sind die Augen gut in der Augensicht zu erkennen?
  - 3 Punkt Kalibrierung durchführen.
    - Ggf. auf den Pfeil neben der Schaltfläche mit dem Titel „1-Point Calibration“ klicken, um die „3-Point Calibration“ auszuwählen. -> Die 3 Punkt Kalibrierung ist nun aktiv.
    - Die VP die drei Punkte bei den Zahlen auf dem Dreieck nacheinander jeweils fixieren lassen. Ggf. kann auch blauer Punkt als Fixationspunkt genutzt werden.
    - Den von der VP fixierten Punkt im Programm mithilfe des Kreuzes anvisieren und per Mausclick als aktuellen Fixationspunkt bestätigen.
  - Im Programm auf die Schaltfläche „Recording“ unter der Kalibrierung klicken, um die Aufnahme zu starten.
  - Im aktuellen Fenster die VP-Nummer als Name eintragen und auf „OK“ klicken.
  - USB Kabel mit Klettband befestigen. Lange Streifen auf lange Seite.
  - Den Laptop im dafür vorgesehenen Rucksack festschnallen. (mit der Bildschirmseite Richtung Rücken und dem USB Stecker nach oben)
  - Der VP beim Anziehen des Rucksacks helfen.
  - USB Kabel unter Klettverschluss verstauen.
  - Die VP nochmals bitten die drei Ecken des Dreiecks nacheinander zu fixieren, um später eine Abweichung festzustellen.
- 
- Am Ende die VP nochmals bitten die drei Ecken des Dreiecks nacheinander zu fixieren, um feststellen zu können, ob es Abweichungen gab.
  - Der VP den Rucksack wieder abnehmen und auf die Schaltfläche „Done Recording“ klicken, um die Aufnahme zu beenden. Mit einem Klick auf „Close“ in der oberen linken Ecke zum Ausgangsbildschirm des Programms zurückkehren.

- Fragebogen ausfüllen lassen.
- Sich nochmals für die Teilnahme bedanken.

### **Nach der Durchführung:**

- Code Wort der VP als Ordnernamen ersetzen.
  - Daten sind unter: Computer/Spare(D)/Recorded Data
- Equipment auf Vollständigkeit prüfen.
- Einverständniserklärungen und Fragebögen abheften.
- Eyetracker verstauen.
- Erhaltene Aufnahmedaten vom Laptop überprüfen und auf beiden externen Festplatten sichern.
  - Die Festplatte anschließen.
  - VeraCrypt\_Portable\_Windows starten (Verknüpfung von Veracrypt.exe im Ordner VeraCrypt).
  - Einen Laufwerksbuchstaben wählen (den obersten).
  - Unter „Volume“ auf „Select File“ klicken und die Datei Studie\_Uniklinikum auswählen.
  - Auf „Mount“ klicken und daraufhin das Passwort eingeben und bestätigen.
  - Eine Minute warten bis das Programm die Festplatte entschlüsselt hat. Bis das Volume neben dem Laufwerksbuchstaben angezeigt wird.
  - Die Aufnahmedaten von „Recording Data“ auf die Festplatte unter „Aufnahme“ speichern.
  - Daraufhin die VP-Nummer mit dem, aus dem Fragebogen generierten, Codewort der VP ergänzen.
  - VeraCrypt erneut starten und Dismount All wählen.
- Aufnahme von Laptop löschen.
- Laptop herunterfahren und Laptop aufladen
- Equipment aufräumen und einschließen.
- Simulationsraum aufräumen und Ursprungszustand wiederherstellen, siehe Punkt "Vorbereitung (Simulationsbedingung)".





Hier sollten alle Unterlagen liegen, die auch im OP vorhanden sind:

-Patientenakte:

-- bla

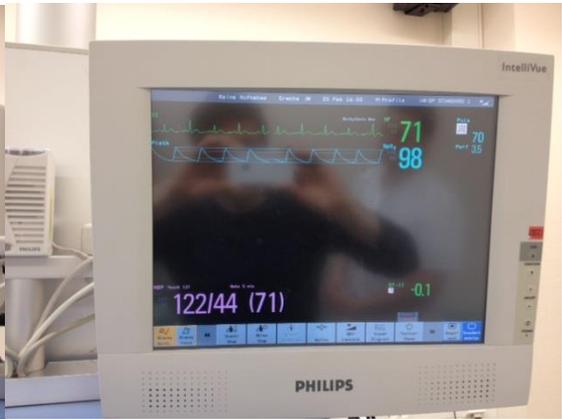
-- lba

-Alkoholtücher





Arm der  
Beatmungsmaschine  
nach hinten fahren



Links: Op Tracking

rechts: standard 1



Hier sollte nichts hängen/liegen



Patientendecke bis Brustwarze ziehen



Markierungen auf Boden



Maske und Konnektor



Spritzen voll und von links nach rechts

Propofol (milchig) 20 ml in 20 ml Spritze

Fentanyl (10 mmol) in 10 ml Spritze

Rocuronium (5 ml) in 5 ml Spritze

Atropin (1 ml), in 2 ml Spritze

Akrinor (2 ml) in 2 ml Spritze

Magensonde

Tubus und MacIntosh

Material zum Fixieren

Stethoskop

Druckmesser



Markierungen an Wand und auf Boden

# Leitfaden zur eye-tracking Studie im Uniklinikum

## Equipment:

- Koffer mit mobilem **eye-tracker** (Brille) und **Laptop** mit **Netzteil**.
- 2 Festplatten zur Speicherung der Daten.
- Rucksack zur Fixierung des Aufnahmegerätes am Teilnehmer.

## Einwilligung der teilnehmenden Anästhesisten:

- Von Ole vorab:
  - Das Blatt mit Informationen zur Studie geben und durchlesen lassen. Verbleibt beim Teilnehmer.
  - Die 2 Einwilligungserklärungen unterzeichnen lassen. Eine für den Anästhesisten. Eine für unsere Akten. Beide müssen auch vom Versuchsleiter unterschrieben sein.
  - Am Tag der eye-tracking Aufnahmen wenn möglich Kontaktlinsen tragen und kein Makeup.
- Am Tag der Aufnahme: Sich nach der unterschriebenen Einwilligungserklärung erkundigen. OHNE kann der Versuch nicht gestartet werden.
- Teilnehmer sollte Arbeitskleidung + Mundschutz+ Haube + Handschuhe tragen
- Andy trägt blau und Mundschutz+ Haube + Handschuhe

## Eigentliche Durchführung:

- Laptop starten.
- Das Programm iView ETG starten (Icon im oberen linken Eck des Desktops)
- USB Kabel von eye-tracker sollte nicht um Brillenhalteband gewickelt sein.
- Den mobilen eye-tracker mit dem Laptop per USB verbinden (links unten) und mit Klettband USB-Stecker sichern.
- Warten bis alle drei Symbole in der rechten oberen Ecke auf grün sind (neben Remaining Storage) -> kann einige Sekunden dauern.
  
- Begrüßung des Anästhesisten. Sich für die Teilnahme an der Studie bedanken.
  
- Anästhesisten informieren, dass Sie hier gleich die Einleitung einer Narkose am Patienten durchführen sollen. Dabei wird ein Anästhesiepfleger helfen (vorstellen). Der Ablauf wird so sein, dass wir hier den eye tracker anlegen und kalibrieren, dann vor der Tür ein Briefing machen, dann kommt die Einleitung und im Anschluss ein kurzer Fragebogen. Fragen?
  
- Anästhesist bitten Stethoskop abzulegen (als nicht um den Hals hängen lassen) da dies sich ggf. mit Brille verhaken kann. Daraufhinweisen, dass auf dem Med-Wagen ein Stethoskop liegt. Bitte einen Mundschutz anzulegen und Haube aufzuziehen.

- Quick Run ausführen.
  - Die VP bitten die Brille aufzuziehen. Brille sollte fest angelegt werden, so dass sie nicht verrutschen kann und sollte nach der Kalibrierung auch nicht mehr bewegt werden bzw. neu positioniert werden. Dies dem Brillenträger auch mitteilen. Kopf mal wackeln lassen und ggf. Brille neu ausrichten.
  - Falls nötig einen Augenblick warten, und die VP ein bisschen umherschauen lassen, bis der Fixationskreis von rot über gelb komplett grün wird.
    - Falls dies nicht passiert, checken ob Augen gut getrackt werden: Nasenstütze anpassen, Brillenrand im Weg, Kontaktlinsen, Makeup
    - Dann noch einmal „0-Punkt-Kalibrierung“ auswählen.
  - VP bitten vor Dreieck zu stehen mit etwa 70 cm Abstand/Armlänge
  - VP bitten auf mittleren Punkt des Dreiecks zu schauen: Passt der Ausschnitt des Szenenvideos? Es ist ok wenn nicht alle Punkte auf der Szenenkamera auftauchen. Sind die Augen gut in der Augensicht zu erkennen?
  - 3 Punkt Kalibrierung durchführen.
    - Ggf. auf den Pfeil neben der Schaltfläche mit dem Titel „1-Point Calibration“ klicken, um die „3-Point Calibration“ auszuwählen. -> Die 3 Punkt Kalibrierung ist nun aktiv.
    - Die VP die drei Punkte bei den Zahlen auf dem Dreieck nacheinander jeweils fixieren lassen. Ggf. kann auch blauer Punkt als Fixationspunkt genutzt werden.
    - Den von der VP fixierten Punkt im Programm mithilfe des Kreuzes anvisieren und per Mausclick als aktuellen Fixationspunkt bestätigen.
  - Im Programm auf die Schaltfläche „Recording“ unter der Kalibrierung klicken, um die Aufnahme zu starten.
  - Im aktuellen Fenster die VP-Nummer als Name eintragen und auf „OK“ klicken.
  - USB Kabel mit Klettband befestigen. Lange Streifen auf lange Seite.
  - Den Laptop im dafür vorgesehenen Rucksack festschnallen. (mit der Bildschirmseite Richtung Rücken und dem USB Stecker nach oben)
  - Der VP beim Anziehen des Rucksacks helfen.
  - Langes USB Kabel gut unter Klettverschluss verstauen.
  - Die VP nochmals bitten die drei Ecken des Dreiecks nacheinander zu fixieren, um später eine Abweichung festzustellen.
- 
- Mit dem Anästhesisten vor die Tür gehen. Briefing: „Bitte stellen Sie vor, dass es halb acht Uhr morgens ist. Sie kommen gerade von der Morgenbesprechung in den OP-Trakt und gehen zu Ihrem ersten Patienten. Ihr Patient ist ein Mann mit einem Nierensteine (Nephrolithen). Mit dem Patienten wurde für die geplante URS im Prämedikationsgespräch eine Intubationsnarkose besprochen. Bitte führen Sie nun die Einleitung so durch, wie Sie sie auch mit einem echten Patienten durchführen würden. Wenn Sie den Patienten für die anstehende OP freigeben, endet die Einleitung bzw. die Studie. Es ist kein Zwischenfall geplant, bitte führen sie die Einleitung so durch, wie Sie sie auch mit einem echten Patienten durchführen würden.“
- 
- Wichtig! Am Ende aufpassen, dass der Teilnehmer nicht gleich die Brille abzieht!

- Am Ende die VP nochmals bitten die drei Ecken des Dreiecks nacheinander zu fixieren, um feststellen zu können, ob es Abweichungen gab.
- Dem VP den Rucksack wieder abnehmen und auf die Schaltfläche „Done Recording“ klicken, um die Aufnahme zu beenden. Mit einem Klick auf „Close“ in der oberen linken Ecke zum Ausgangsbildschirm des Programms zurückkehren.
- Fragebogen ausfüllen lassen.
- Sich nochmals für die Teilnahme bedanken

Nachbereitung und Datenbackup sind im OP-Leitfaden beschrieben.

## 8.13 Anhang 13: Leitfaden zur AOI-Zuordnung

(Autor: Christoph Klöffel, 2015)

### Leitfaden zur Auswertung

AOIs und Spezifikationen

Nr.	Name	Nähere Beschreibung
1	Patientendaten	Gelbe Unterlagen mit Patientendaten. Inkl. Patientendaten vom Computer.
2	Kopf des Patienten	
3	Hand der Krankenschwester	Zureichen von diversen Dingen von der Krankenschwester. Medikamentengabe der Krankenschwester. Überwachung der Tätigkeit der Krankenschwester.
4	Infusion	
5	Beatmungsmaschine Monitor	Reine Informationsaufnahme
6	Thorax des Patienten	Ab Schultern des Patienten abwärts.
7	i. v. Zugang	Beobachten. Suche nach i. v. Zugang.
8	Patientenmonitor	Informationsaufnahme von beiden Monitoren oberhalb der Beatmungsmaschine.
9	Einstellungen am Patientenmonitor	
10	Bewegung im Raum	Körperbewegung, Augenbewegung zum Ziel hin. Orientierungsfixationen. Fixieren von Hindernissen bei der Bewegung.
11	Atemmaske	Ab inklusive dem blauen Aufsatz, Filter
12	Schlauchsystem der Beatmungsmaschine	Checken der Schläuche zur Beatmung die von der Beatmungsmaschine abgehen.
13	Patientenmund bei Intubation	Tubus gehört zum Patientenmund nach und während der Intubation
14	Einstellen der Beatmungsmaschine	
15	Medikamentenverabreichung	Anästhesist verabreicht dem Patienten Medikamente.
16	Medikamentenwagen	Medikamente, Utensilien (normalerweise auf Medikamentenwagen). Ggf. Material aus Schränken.
17	Monitorkabel	Am Patienten angebrachte Kabel zur Überwachung, zum Ableiten von EKG.
18	Anästhesieprotokoll	
19	Kopf der Krankenschwester	
20	Erfahrener Anästhesist	Zweiter Anästhesist, der einem unerfahrenen über die Schulter schauen würde.
21	Telefon	
22	Patientenarm	
23	Uhrzeit	Uhr an der Wand, ggf. andere Zeitgeber die klar definiert werden können.
24	Nicht definiert	Alles was keiner AOI zugeordnet werden kann und was außerhalb der Aufnahme der Szenenkamera getracked wurde und nicht schlüssig einer AOI zugeordnet werden kann.

Im Zweifel immer auf visuelle Fixation achten, nicht auf logische Zusammenhänge.

- Auswertungssoftware starten nachdem externe Festplatte, wie im Leitfaden zur Versuchsdurchführung beschrieben, gemountet wurde.
- Sicherstellen, dass in Global Settings der Ordner „Bearbeitung“, der auf der externen Festplatte liegt, als Speicherort eingestellt ist.  
File > Global Settings > Data storage location.
- Neues Projekt erstellen, wenn noch keine Bearbeitung der VP-Videodaten erfolgt ist.
  - New Experiment from Folder auswählen.
  - Ordner der VP aus dem Ordner „Aufnahme“ auswählen.
  - Bestätigen und warten bis das Programm das neue Experiment created hat.
- Wenn VP-Videodaten schon in Bearbeitung erstellt wurden über ‚Open Experiment‘ gewünschtes Experiment auswählen und öffnen.

Sonstiges:

Bereits getroffene Fixationspunkte werden mit durchgängigem Kreis dargestellt (noch offene Fixationen sind nicht durchgängige Kreise) und werden unter der Timeline grün markiert dargestellt (noch offene Fixationen sind noch weiß).

Fixationen außerhalb der Szenenkamera

Beginn der Videoauswertung

Beginn ab der ersten Fixation im Einleitungsraum.

## Offset Einstellung

- Bei beliebigem Punkt rechtsklick auf das Videobild und Offset Correction auswählen.
- Aktuelle Fixation blinkt. -> Wählen der neuen Fixation durch klicken auf den spezifischen Punkt.
- Start der Offset Correction ab dem Zeitpunkt, wo der Punkt auf der Timeline ganz unten angesetzt ist.
- Wenn Offset Correction ab Anfang gewünscht, Punkt an gewünschte Stelle verschieben.
- Löschend der Offset Correction löscht alle bisher getroffen Fixationen auf dem Referenzbild

8.14 Anhang 14: Leitfaden zur Phaseneinteilung  
(Autorin: Sophia Mohme, 2016)

**Leitfaden Phaseneinteilung**

Start	-	erste Fixation im Einleitungsraum
Ende Phase 1 (Datenabgleich)	-	Ablage der Patientendaten und Ende der Befragung
Ende Phase2 (Vorbereitung)	-	Anlage der Beatmungsmaske
Ende Phase 3 (Präoxygenierung + Narkoseinduktion)	-	Griff nach dem Beatmungsbeutel aus der Halterung
Ende Phase 4 (Maskenbeatmung + Relaxierung)	-	Entfernung der Beatmungsmaske
Ende Phase 5 (Intubation)	-	Check der Tubuslage durch Auskultation beendet
Ende Phase 6 (maschinelle Beatmung)	-	Beginn mit anschließender Tätigkeit

## 8.15 Anhang 15: Informationen zum SMI Eye-Tracking Gerät

(Quelle: Informationsmaterial, von SMI zur Verfügung gestellt)



# SMI Eye Tracking Glasses

Discover What is Seen



- Instant and natural setup
- Reliable data, automatic parallax compensation
- Scene details in HD quality
- Live observation
- Data aggregation without active markers\*
- Semi-automated dynamic AOI analysis\*



[www.eyetracking-glasses.com](http://www.eyetracking-glasses.com)

\* Optional Software Package

SMI Eye Tracking Glasses

## SMI Eye Tracking Glasses

If you are a market research professional, usability expert or academic researcher who analyzes visual perception in real-world and virtual environments, discover the power of SMI Eye Tracking Glasses, the new mobile gaze tracking device by SMI SensoMotoric Instruments.

### Fully mobile eye tracking studies

The eye tracking glasses are unobtrusive, robust and designed for a broad range of mobile eye tracking studies, e.g. shelf-testing, out-of-home research, usability studies on mobile devices, driving research, visual perception research or analysis of training methods in professional sports.

### Instant and natural setup

SMI Eye Tracking Glasses are worn like a normal pair of glasses and are ready for use instantly. Calibration performs within seconds.

### Reliable binocular eye tracking data

Tracking of both eyes (binocular tracking) delivers reliable eye tracking data. Automatic parallax compensation ensures pin-point accuracy over all distances with no need for manual adjustments.



### Scene details in HD quality

The HD scene camera with a resolution of 1280 x 960p and a wide dynamic range features an unprecedented level of details. With its interchangeable eye glasses, the mobile gaze tracking device is designed for in and outdoor use independent from ambient light.

### Live observation

SMI Eye Tracking Glasses provide full control over your study through live observation.

The free SMI API allows real-time data access and easy integration with other mobile technologies and sensors, e.g. EEG or GPS.

### Data aggregation without active markers

The semi-automated dynamic AOI analysis of SMI BeGaze™ software allows for aggregation of eye tracking data without active markers (optional software package).

## Specifications SMI Eye Tracking Glasses

### Technology

- Non-invasive video based eye tracking
- Binocular with automatic parallax compensation
- Dark pupil tracking

### Calibration

- Instant gaze cursor with no calibration, 1-point and 3-point calibration mode, offline calibration

### Performance

- Sampling rate 30Hz binocular
- Tracking distance 40cm – ∞ (15.8" – ∞)
- Tracking resolution 0.1°
- Tracking range 80° horizontal, 60° vertical
- Gaze position accuracy 0.5°
- HD scene camera
  - Resolution 1280 x 960p @24 fps
  - Video format H264
  - Field of view 60° horizontal, 46° vertical

### Glasses

- Weight 75g (0.17 lbs)
- Size (width, height, depth) 173 x 58 x 168mm (6.8 x 2.3 x 6.6")
- Head width (ear-to-ear) 138 – 180mm (est. age 7+) (5.4 – 7.1")

### Auxiliary Devices/Communication

- Sound recording via integrated microphone
- Subnotebook
- Mobile recording unit\*
- SMI Eye Tracking Glasses recording software
- Online communication and interfacing

### Software Options

- SMI BeGaze™ analysis software
- Free SMI SDK/API

### Recording Time

- Subnotebook 2h
- Recording unit\* available at release

\* Coming Soon

## Contact Information

SensoMotoric Instruments GmbH  
Warthestr. 21  
14513 Teltow  
Germany  
Phone: +49 (0) 3328 – 39 55 – 10  
Fax: +49 (0) 3328 – 39 55 – 99  
E-mail: sales@smi.de

SensoMotoric Instruments Inc.  
28 Atlantic Ave  
236 Lewis Wharf  
Boston, MA 02110 USA  
Phone: +1 - 617 - 557 - 00 10  
Fax: +1 - 617 - 507 - 83 19  
E-mail: sales@smivision.com



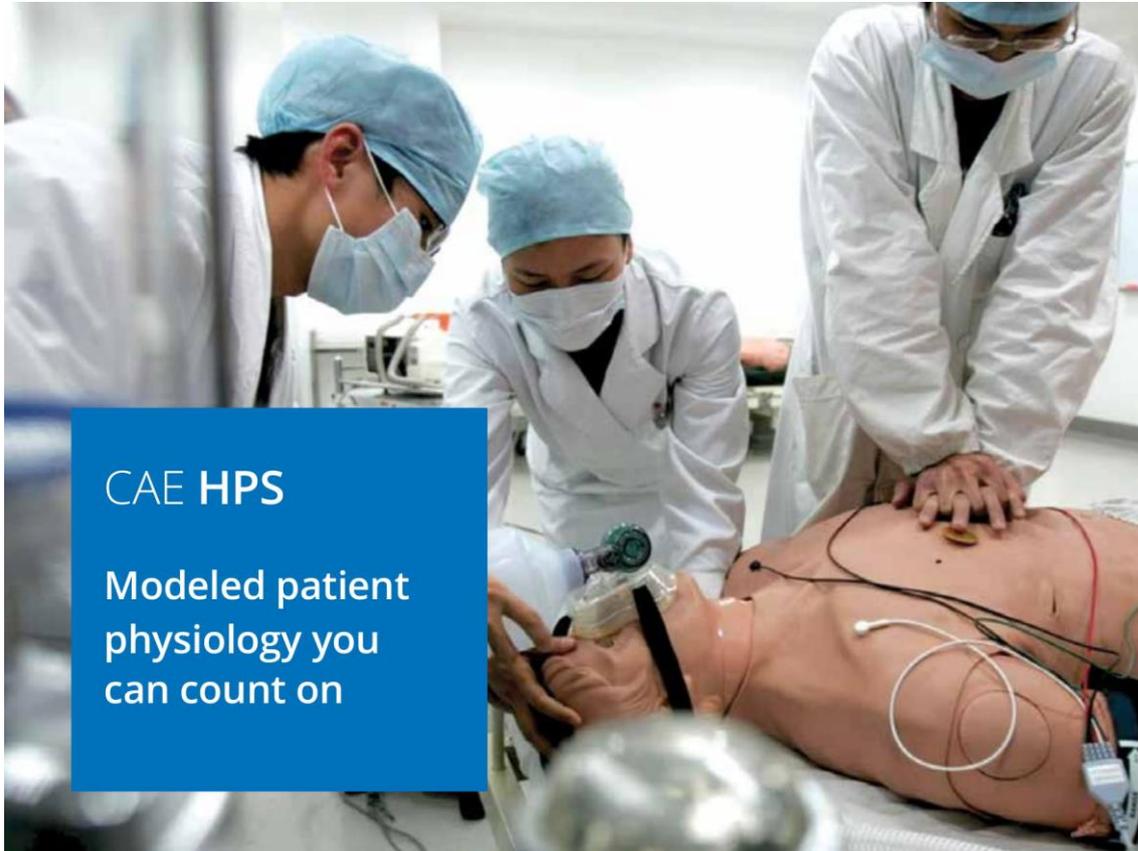
Scan QR code to visit the product website!

[www.eyetracking-glasses.com](http://www.eyetracking-glasses.com)

© Copyright 2012 SensoMotoric Instruments GmbH • 03-2012 • Specifications subject to change without notice

## 8.16 Anhang 16: Informationen zum Simulator HPS

(Quelle: Homepage HPS (<https://caehealthcare.com/patient-simulation/hps>, Dezember 2018))



### A simulator that breathes — for anesthesia, respiratory and critical care

Built for anesthesia, respiratory, and critical care, the HPS has true oxygen and CO<sub>2</sub> gas exchange and the most advanced, modeled physiology available today.

The HPS connects to patient monitors and supports mechanical ventilation to deliver more realism for immersive learning. And, if you need a broad range of features without the anesthesia capability CAE Healthcare offers the Health Science HPS, which accommodates nursing, respiratory therapy, and emergency medicine. Each HPS model is packaged with 50 Simulated Clinical Experiences so you can spend less time writing scenarios and more time integrating simulation into your curriculum.

Find out how CAE HPS can redefine your expectations at [caehealthcare.com](https://caehealthcare.com)

Your worldwide training partner of choice



## Technical Specifications

### HPS-010 Anesthesia Standard Equipment

The HPS-010 includes an anesthesia capable mannequin that is compatible with the optional anesthesia delivery system and gas accessory kit. Users can opt to purchase the anesthesia delivery system with initial purchase or at a later date.

HPS mannequin  
Muse software  
Computer and control rack  
Full function monitor interface  
Enhanced drug recognition system  
Instructor's desktop  
6 patients  
50 Simulated Clinical Experiences  
4 SCE development licenses  
Pharmacology Editor  
Pharmacology Library  
Onsite Installation  
Electronic user guide  
CAE Assurance with Free Training for Life

### Optional HPS-010 Equipment

Anesthesia delivery system  
Gas accessory kit  
Monitor Interface kit  
In room air compressor  
Hands free cable kit  
Moulage kit  
TouchPro Patient Monitor  
PediaSIM HPS Plug and Play

### HPS-020 Health Sciences Standard Equipment

The HPS-020 comes with a Health Sciences capable mannequin that is designed for nursing, respiratory therapy and emergency medicine. Please note that this model does not support the anesthesia delivery system or the gas accessory kit.

HPS mannequin  
Muse software  
Computer and control rack  
TouchPro patient monitor  
Instructor's desktop  
6 patients  
50 Simulated Clinical Experiences  
4 SCE development licenses  
Pharmacology Library  
Onsite Installation  
Electronic user guide  
CAE Assurance plan with Free Training for Life

### Optional HPS-020 Equipment

Enhanced Drug Recognition System  
Instructor's laptop  
Pericardiocentesis  
Diagnostic Peritoneal Lavage  
Pharmacology Editor  
In room air compressor  
Hands free cable kit  
Moulage kit  
PediaSIM HPS Plug and Play Mannequin

### Manikin

HPS Adult: 5-foot-11, 75 lbs  
PediaSIM HPS: 48 inches, 38 pound

### Electrical

Input: 100-220V, 50/60Hz, 2.3A

### Ambient Temperature Range

Operation: 41°F to 104°F

### Humidity

0% to 90% noncondensing

### Lab Rack

42.5"H x 27"W x 28"D

### Umbilical Assembly

12' long

## Key Features

### Anesthesia and Scavenging

- Ability to administer anesthetic agents and medical gases
- Lungs consume oxygen and produce carbon dioxide
- Uptake and distribution of nitrous oxide and volatile anesthetics
- Direct gas exchange within the lungs
- Mechanical ventilation fully supported with automatic responses to CPAP, PSV, PEEP, SIMV, assist control modes and weaning protocols
- Simulator will flow trigger or pressure trigger a ventilator to cycle
- Simulator can be configured to fight the ventilator
- Expired carbon dioxide automatically based on patient condition and interventions
- Thumb twitch with standard Peripheral Nerve Stimulator based on neuromuscular agent response

### Neurological

- Reactive pupils and blinking eyes
- Automatic changes based on inadequate respiratory and cardiovascular conditions
- Convulsions

### Airway

- Head tilt/chin lift
- Tongue swelling, pharyngeal obstruction, laryngospasm and bronchospasm
- Intubation: orotracheal, nasotracheal, ET tubes, retrograde, fiber optic, right mainstem
- Gastric distention with esophageal intubation
- Supports ET tube and other airway adjunct placement
- Bag-valve-mask ventilation
- Surgical cricothyrotomy
- Needle cricothyrotomy
- Variable airway resistance and compliance
- Bilateral and unilateral bronchial occlusion
- Supports real capnography

### Breathing

- Bilateral and unilateral chest rise and fall
- Measures the presence or absence of carbon dioxide exhalation
- Spontaneous breathing
- Bilateral chest tube insertion with fluid output and automatic resolution of physiology
- Bilateral needle decompression with automatic resolution of physiology
- Variable lung and chest compliance
- Pulse oximetry correlates dynamically to ventilation, oxygenation and perfusion

### Cardiac

- Defibrillation and cardioversion using live defibrillators, energy is automatically quantified and logged
- Pacing (use of hands-free pads), current is automatically quantified and logged
- 12-lead dynamic ECG display
- Simulated introduction and progressive insertion of pulmonary artery catheter displayed on patient monitor with appropriate waveforms

### Articulation

- Range of motion in the wrists, elbows, knees and ankles



### Circulation

- Blood pressure measurement (left arm) by auscultation and palpation
- Bilateral carotid, brachial, radial, femoral, popliteal, and dorsalis pedis pulses

### Urological

- Urine output
- Urinary catheterization
- Interchangeable genitalia

### Vascular Access

- IV cannulation with flashback supported in right arm including the brachial, cephalic, basilic, and antecubital veins
- Right deltoid intramuscular injection site available
- Right jugular and left femoral IV lines support infusions

### CPR

- Correct hand placement, depth, and rate of compressions are reflected in physiological feedback rather than virtual target on instructor's workstation
- Adequate chest compressions result in simulated circulation, cardiac output, central and peripheral blood pressures, carbon dioxide return

### Pharmacology System

- Pharmacology system models automatically calculate the pharmacokinetics and pharmacodynamics for more than 50 intravenous and inhaled medications
- All patient responses to drugs are automatic, dose dependent and follow appropriate time course

### Enhanced Drug Recognition System

- Features barcode technology and extensive drug library
- Standard syringes with barcoded labels including drug name and concentration
- Barcode technology automatically identifies the drug, concentration and dose requiring no interaction from the instructor

### Trauma

- Diagnostic peritoneal lavage with fluid return
- Pericardiocentesis with fluid withdrawal linked to physiology
- Eyes, ears and mouth secretions

### Sounds

- Pre-recorded sounds and voices
- Customized sounds and voices via the provided wireless microphone

## 9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all den Menschen bedanken, die zum Gelingen meiner Doktorarbeit beigetragen haben.

Zunächst danke ich Herrn Prof. Dr. med. Dr. h. c. Norbert Roewer, Direktor der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie am Universitätsklinikum Würzburg, für das Überlassen des Themas dieser Dissertation an seiner Klinik.

Weiterhin möchte ich Herrn Prof. Dr. Thomas Wurmb, Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, für seine Unterstützung des Projekts und seine unkomplizierte Begleitung danken.

Herrn Oliver Happel, Facharzt für Anästhesie am Universitätsklinikum Würzburg, danke ich für seinen hohen Einsatz für unsere Studie und vor allem für seine umfassende Betreuung zu jeder Zeit.

Herzlich danken möchte ich Herrn Dr. Tobias Grundgeiger, wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent für psychologische Ergonomie am Institut für Mensch-Computer-Medien der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, für die Planung der Studie und seine Unterstützung bei Fragen rund um die statistische Auswertung unserer Ergebnisse.

Christoph Klöffel danke ich für sein Engagement bei der Planung und Durchführung unserer Studie und die Erstellung der Durchführungs-Leitfäden.

Auch möchte ich allen Probanden des Universitätsklinikums Würzburg und allen Patienten für ihre Teilnahme herzlich danken.

Meinen Lieben danke ich für ihre richtigen Worte im richtigen Moment. Ihr habt mich sehr unterstützt, dafür ein riesiges Dankeschön.

Dabei gilt mein besonderer Dank meinen Eltern für ihre intensive Unterstützung und ihre guten Ratschläge zu jeder Zeit.