

Aus der Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe
(Direktor: Prof. Dr. med. Nicolai Maass)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Integrierung und Validierung
der Hysteroskopie-Simulation mit dem HystSim®
im Rahmen von Trainingskursen zur gynäkologischen Endoskopie**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
Moritz Skrzipczyk
aus Münster

Kiel, 2019

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Ibrahim Alkatout, Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe
2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Matthias Weuster, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie

Tag der mündlichen Prüfung: 12.11.2019

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 15.09.2019

gez.: Prof. Dr. Johann Roider
Vorsitzender des Ausschusses für Promotion

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	Einführung in die Hysteroskopie.....	1
1.2	Laparoskopische Ausbildung.....	2
1.3	Entwicklung von Trainingssimulatoren	4
1.4	Validierung von Simulatoren	7
1.5	Zielsetzung und Fragestellung	10
2	MATERIAL UND METHODIK	12
2.1	Teilnehmer.....	12
2.2	Training mit dem Simulator HystSim®.....	12
2.3	Training mit Tiermaterial	14
2.4	Datenerhebung und -auswertung.....	15
2.4.1	Datenerfassung mittels MMSS im HystSim®	15
2.4.2	Teilnehmerbefragung	22
2.4.3	Statistik.....	23
3	ERGEBNISSE	24
3.1	Ergebnisse der Trainingssimulation mit Hilfe des HystSim®.....	24
3.1.1	Parameter „Safety“	24
3.1.2	Parameter „Fluid Handling“	25
3.1.3	Parameter „Economy“	27
3.1.4	Parameter „Visualization“	28
3.1.5	Parameter „Myomectomy“	30
3.1.6	Gesamtergebnis.....	31
3.2	Vergleich der Beurteilung beider Trainingsmethoden	34

4	DISKUSSION	36
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	47
6	LITERATURVERZEICHNIS	48
7	PUBLIKATIONEN	55
7.1	PUBLIKATION	55
7.2	ABSTRACT	55
8	ANHANG	56
8.1	Verzeichnis der Tabellen.....	56
8.2	Verzeichnis der Abbildungen	57
8.3	Questionnaire.....	59
9	DANKSAGUNG.....	61
10	LEBENS LAUF.....	62

1 Einleitung

1.1 Einführung in die Hysteroskopie

Mit Hilfe der Gebärmutter Spiegelung (Hysteroskopie) können minimalinvasiv Untersuchungen des Cavum uteri und kleinere chirurgische Eingriffe durchgeführt werden. Heute wird zu diesem Zweck eine Endoskopoptik auf dem natürlichen Zugangsweg, d.h. durch Vagina und Zervix, in das Cavum uteri eingeführt.

Die Hysteroskopie als diagnostisches Verfahren ist aber schon seit dem 19. Jahrhundert in ihren Grundzügen bekannt. Im Jahre 1807 stellte der Frankfurter Arzt Bozzini einen Lichtleiter vor, mit dem erstmalig die Betrachtung von Körperhöhlen möglich war und sprach bereits von der Möglichkeit einer Gebärmutter Spiegelung. Daraufhin führte Pantaleoni im Jahre 1869 erstmalig eine Hysteroskopie durch (Römer, 2008).

Da bei der alleinigen Einführung einer Lichtquelle das Cavum uteri nicht entfaltet wird und auch durch Blutungen Sichtbehinderungen entstehen können, wurden Dilatierungsmöglichkeiten geschaffen, indem CO₂-Gas oder hochkolloidale Lösungen in den Uterus eingeleitet wurden (Lindemann, 1973; Meyer und Schollmeyer, 2000). Erst in den 1970er Jahren fand die Hysteroskopie einige Verbreitung, als Lindemann die CO₂-Gasinsufflation perfektionierte und eine „Panoramasicht“ des Cavum uteri möglich wurde (Lindemann, 1973).

Heute stellt die Flüssigkeitshysteroskopie die Methode der Wahl dar: Im Rahmen der Diagnostik wird zur Uterusdilatation isotonische Kochsalzlösung und im Rahmen chirurgischer Eingriffe mittels bipolarer Technik isotone Lösung verwendet. Mittels monopolarer Technik finden nichtleitende apolare verdünnte Purisolelösung Anwendung. (Meyer und Schollmeyer, 2000).

Haupteinsatzgebiete für die diagnostische Hysteroskopie sind die abnormale uterine Blutung (40%) und die Diagnostik der primären und sekundären Fertilität,

wohingegen bei der operativen Hysteroskopie die Entfernung endometrialer Polypen und Myome im Vordergrund steht (Kayatas et al., 2014).

Als Vorteile der minimalinvasiven Endoskopie des Cavum uteri sind die im Vergleich zur offenen Vorgehensweise geringeren Komplikationsraten zu nennen (Mettler et al., 2012). Darüber hinaus sind diese Eingriffe narbenfrei und organerhaltend. Hierdurch wird beispielsweise auch die ambulante Entfernung von Myomen ohne Allgemeinnarkose oder zumindest eine Reduzierung der stationären Aufenthaltsdauer und damit auch der Kosten möglich (Mettler et al., 2002).

1.2 Laparoskopische Ausbildung

Ebenso wie laparoskopische Verfahren müssen auch hysteroskopische Operationstechniken sorgfältig erlernt und eingeübt werden, damit sie in der gynäkologischen Praxis erfolgreich und sicher angewendet und etwaige Komplikationen beherrscht werden können. Als besondere Herausforderungen im Vergleich mit der klassischen offenen Chirurgie sind für die Laparoskopie – und damit auch für die Hysteroskopie – zu nennen: der Verlust des dreidimensionalen Operationsbildes durch das videoskopische zweidimensionale Monitorbild, das Fehlen des direkten taktilen Feedbacks zum operierten Gewebe und die Möglichkeit von Gewebsverletzungen aufgrund eingeschränkter Übersichtlichkeit des Operationsfeldes (Alkatout, 2017). Darüber hinaus wird die Hand-Augen-Instrumentenkoordination durch den so genannten Fulcrum-Effekt beeinflusst, d.h. eine Aufwärtsbewegung des Instruments führt zu einer intrakorporalen Bewegung nach unten (Gallagher et al., 1998; Gallagher et al., 1999; Jordan et al., 2001; Hogle et al., 2009; Nisky et al., 2012).

Daher hat die Arbeitsgemeinschaft der Gynäkologischen Endoskopie (AGE) der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG) bereits in den 1990er Jahren einen Ausbildungsstandard mit Teilnahme an Laparoskopiekursen angeboten, die neben theoretischen Inhalten ein praktisches Training mit Teilnahme

am Operationsprogramm sowie Trainingsaufgaben an virtuellen Simulatoren umfassen. Die Anforderungen an das Training werden regelmäßig aktualisiert (Hucke et al., 2006).

Im Rahmen der Ausbildung hat seit einigen Jahren ein allmählicher Paradigmenwechsel stattgefunden. Die klassische praktische chirurgische Ausbildung im Operationssaal im Rahmen einer traditionellen Lehrer-Schüler-Beziehung verlagert sich immer mehr in den Hörsaal oder Simulationsraum (Lehmann et al., 2012). Ein ausschließliches Training am Patienten erscheint nicht mehr zeitgemäß und wurde sogar als unethisch bezeichnet (Votanopoulos et al., 2008; Nickel et al., 2015). Diese Entwicklungsprozesse werden maßgeblich durch die zunehmende Privatisierung des Gesundheitssystems gefördert. Viele Krankenhäuser unterliegen heute mehr denn je ökonomischen Notwendigkeiten. Sie müssen heute nicht mehr nur wirtschaftlich arbeiten, sondern sich auch profitorientiert ausrichten. Dies birgt die Gefahr, dass Effizienz und Effektivität zunehmend wichtiger werden könnten als die Nachhaltigkeit operativer Fähigkeiten. Auf der anderen Seite steht die zunehmende Höherbewertung von Qualitätsindikatoren, die zu immer größeren Teilen auch z.B. als Komplikationsstatistik veröffentlicht werden (Bassil et al., 2017). Auch wenn die moderne Ausbildung am Phantom nicht kritiklos angenommen wird, besteht kein Zweifel an ihrer Wirtschaftlichkeit und an den gegenüber traditionellen Methoden herabgesetzten Morbiditäts- und Mortalitätsraten (Gurusamy et al., 2014; Nagendran et al., 2014).

1.3 Entwicklung von Trainingssimulatoren

Simulationen der realen Situation werden in zunehmendem Maße bereits für das Erlernen verschiedener Ultraschalltechniken, z.B. der transösophagealen Echokardiographie (Nanda et al., 2016), gastrointestinalen Endoskopie (van der Wiel et al., 2016) oder chirurgischen Eingriffen im Bereich der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde (Piomchai et al., 2015) verwendet.

Auch für die Simulation des gynäkologischen Situs wurden verschiedene Modelle entwickelt und beispielsweise Butternusskürbisse (Kingston et al., 2004), Schweineblasen und Rinderuteri (Ewies und Khan, 2015) uneinsehbar in Boxen verbracht und als Phantome verwendet („Boxtrainer“). Im Bereich der laparoskopischen Chirurgie wird beispielsweise der in Kiel von Professor Kurt Semm entwickelte Pelvitainer eingesetzt: Es handelt sich um einen Plexiglastasten, der mit Übungsobjekten (z.B. Schaumstoff- oder Tierorgane) gefüllt und mit einer Gummimembran verschlossen ist. Durch die Membran können Instrumente ins Innere der Box eingeführt werden, um mit ihnen dort bestimmte Basismanipulationen zu vollziehen (Shapiro et al., 1996; Derossis et al., 1998; Tevaeearai et al., 2000; Alkatout, 2017; Elessawy et al., 2017; Spille et al., 2017).

Eine realitätsnähere Simulation gelang mit den weniger verbreiteten so genannten POP-Trainern (pulsierende Organperfusion). Hierbei werden Tierorgane katheterisiert, an eine Pumpe angeschlossen und mit einer elektronisch geregelten Frequenz perfundiert. Auf diese Weise wird die Empfindung vermittelt, an einem durchbluteten Organ zu arbeiten (Szinicz et al., 1997).

In jüngerer Zeit kommen in zunehmendem Maße so genannte Virtual Reality (VR) Trainingssimulatoren zum Einsatz, d.h. computerbasierte Simulationen wie beispielsweise das 1998 durch die NASA und die Stanford University initiierte „AccuTouch-System“. Die Schweizer Firma Virtamed entwickelte 2001 das HystSim®-System, das seit 2008 im Handel ist und dessen Augenschein- und

Konstruktvalidität im Hinblick auf diagnostische Eingriffe geprüft wurde (Bajka et al., 2009; Bajka et al., 2010).

Die virtuellen Simulationssysteme zielen auf das Erlernen der räumlichen Wahrnehmung und des Agierens innerhalb einer dreidimensionalen künstlichen Umgebung ab. Es wird eine „echte“ Simulation, d.h. eine freie Interaktion mit der simulierten Umgebung angestrebt (Lehmann et al., 2012). Das virtuelle Bild korreliert mit der Führung des Endoskops, da die Informationen über die Position durch Lagesensoren erfasst werden. Die Probanden können an diesen Simulatoren die manuellen Techniken ausprobieren und trainieren. Der Anwender kann gefahrlos Fehler machen, deren Auswirkungen beobachten und im nächsten Schritt seine Handgriffe korrigieren oder verbessern, ohne einer Patientin zu schaden. Auch erleichtert das Benutzen von Originalinstrumenten den Übergang von der Simulation zur realen Praxis. Darüber hinaus bieten VR-Simulatoren die Möglichkeit einer automatisierten Leistungserfassung, indem eine Vielzahl motorischer, koordinativer und operationspezifischer Trainingsparameter automatisch erhoben und abgespeichert wird und eine standardisierte Bewertung des Lernerfolges erfolgen kann (Lehmann et al., 2012).

1.5 Lernkurve

Der Fortschritt beim Erlernen einer neuen Technik lässt sich mit Hilfe von Lernkurven nachverfolgen, die die Beziehung zwischen der wiederholten Durchführung einer neuen Prozedur und einem Zielparameter graphisch widerspiegeln (Ramsay et al., 2000; Buchmann und Dincler, 2005). Am Beispiel der Entwicklung der Operationszeit in einer Testgruppe bei Wiederholungen einer Trainingsaufgabe zeigt sich zu Beginn eine im Mittel sehr lange Operationszeit mit einer hohen Standardabweichung der Zeitwerte. Mit zunehmender Anzahl an Wiederholungen verkürzt sich die Operationszeit, um sich ab etwa dem zwanzigsten Trainingsdurchgang einem Steady state anzunähern.

Aus Abbildung 1 wird ersichtlich, dass die physiologische Lernkurve durch gezieltes Training mit Hilfe von Expertensystemen überwunden werden kann: Die grüne Kurve zeigt mit steigender Zahl der praktischen Wiederholungen einer Aufgabe zunächst einen allmählichen Zuwachs an Fähigkeiten. Erst mit zunehmender Erfahrung steigern sich die Fähigkeiten rascher. Dagegen kommt es bei der Förderung durch Expertensysteme zu einem sehr raschen Anstieg der Fähigkeiten (gelbe Kurve). Dieser Zugewinn wird durch die gelbe Fläche in der Abbildung symbolisiert, d.h. dass bereits nach wenigen Wiederholungen der Aufgabe, entsprechend vergleichsweise geringer praktischer Erfahrung, große Fähigkeiten ausgebildet werden – ein Gewinn zum Nutzen der Patienten (Alkatout, 2017).

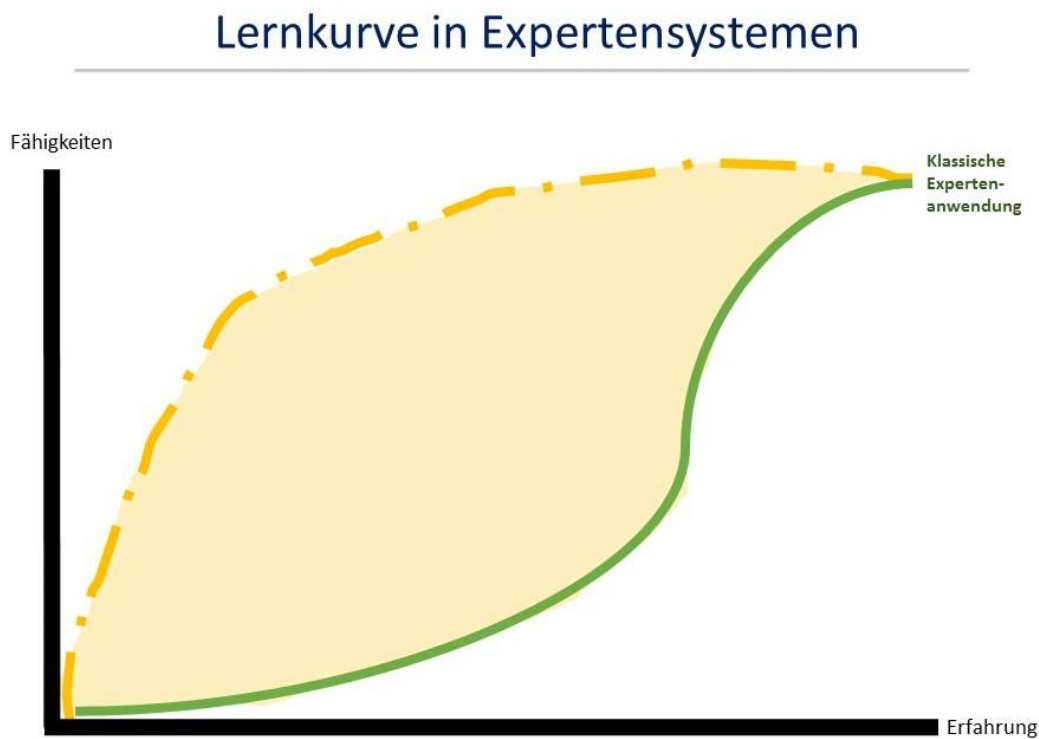


Abbildung 1: Beispiel für eine Lernkurve in Expertensystemen
(adaptiert an, Alkatout, 2017)

In diversen Studien wurde bereits gezeigt, dass sich mit steigender Erfahrung des Operateurs bestimmte Schlüsselparameter bei laparoskopischen Eingriffen, wie beispielsweise die Operationszeit, ein Instrumentenwechsel oder die Komplikationsrate beim Wechsel zwischen offener Chirurgie und Laparoskopie verbessern (Cagir et al., 1994; Hasan et al., 2000; Cusick und Waldhausen, 2001; Alkatout, 2017; Elessawy et al., 2017; Spille et al., 2017).

1.4 Validierung von Simulatoren

Das Training chirurgischer Fertigkeiten mit Hilfe von VR-Simulatoren ist vergleichsweise neu und die Validierung von Simulatoren ist wegen fehlender allgemeingültiger Beurteilungskriterien schwierig. Zudem wird das Training durch zahlreiche Einzelfaktoren aus technischen, medizinischen und erziehungswissenschaftlichen bzw. erkenntnistheoretischen Bereichen beeinflusst, die untereinander Wechselwirkungen ausüben. Dies veranschaulicht Lamata de la Orden (2004) mit Hilfe einer Grafik (Abbildung 2). Kurz gefasst vermittelt die „ideale“ Simulationstechnologie ein der Realität möglichst nahes Szenario und erfasst beispielsweise biomechanische Einflussgrößen und Kollisionen, d.h. Interaktionen zwischen Modell und Instrumenten bzw. Proband, zeichnet Handlungsabläufe auf und bildet das Geschehen über Grafikinterfaces ab. Als medizinische Voraussetzungen für die Erstellung naturnaher Modelle müssen Anatomie, Physiologie, Pathologie und chirurgischer Kenntnisstand berücksichtigt werden. Nicht zuletzt hängt der erfolgreiche Einsatz von Simulatoren von menschlichen Faktoren und dem chirurgischen Ausbildungsstand ab, die auf lerntheoretischer Basis den Lernerfolg beeinflussen (Lamata de la Orden, 2004).

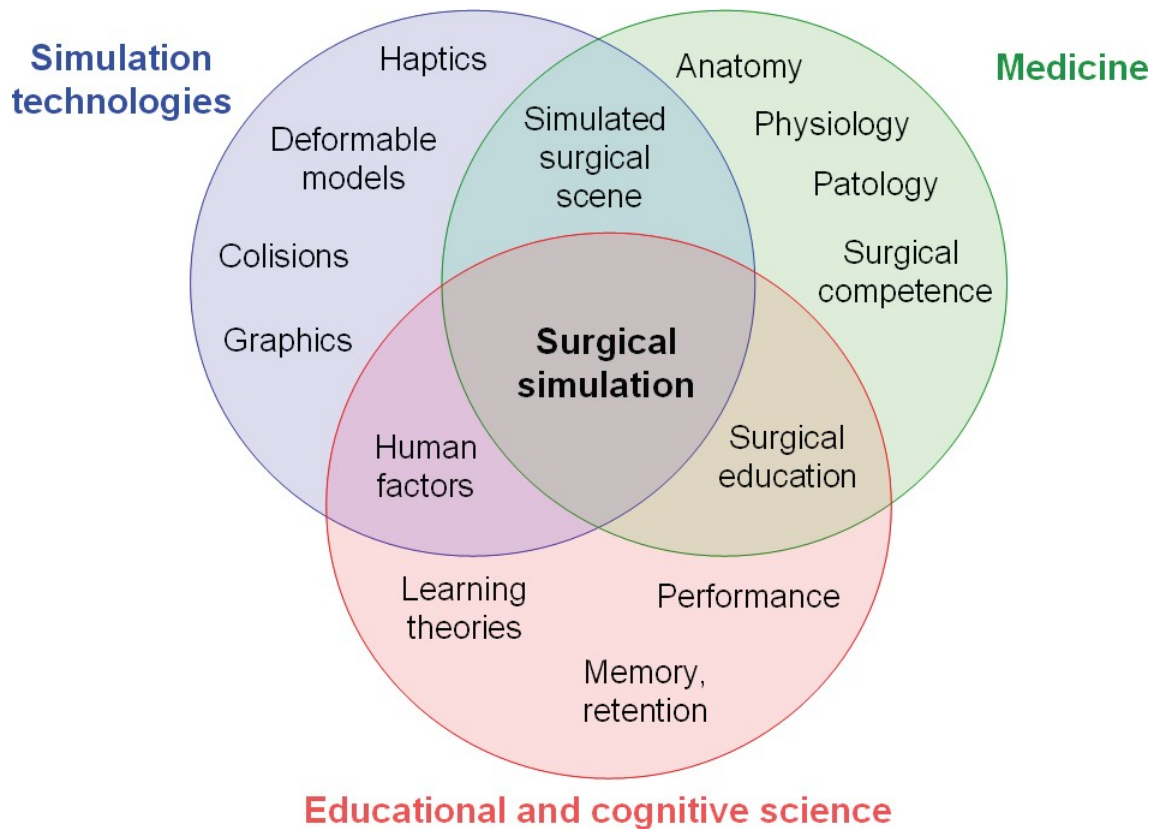


Abbildung 2: Forschungsbereiche mit Einflüssen auf das Training und den Simulator (Lamata de la Orden, 2004)

Ein Beispiel für die erfolgreiche Integration und Zukunftsgestaltung der Validierung von Simulatorsystemen ist das „Validation, Metrics and Simulation (VMAS) Committee“ (Magee, 2003). Da eine weltweit einheitliche Validierungsprozedur für Simulatoren noch nicht vorhanden ist, orientieren wir uns an dem Konzept, welches durch die Universität Zürich integriert wurde. Dieser Validierungsprozess besteht aus drei Stufen, die nach Gallagher et al. (2003) wie folgt definiert sind:

Stufe 1: Die **Augenscheinvalidität (Face validity)** betrifft die allgemeine Akzeptanz eines Messverfahrens und beschreibt, vereinfacht ausgedrückt, ob beispielsweise ein Test tatsächlich misst, was er messen soll. Bezogen auf die Validität eines

Hysteroskopiesimulators entspricht dies der Beantwortung der Frage, ob der Simulator die Realität abbilden kann oder nicht.

Stufe 2: Die **Konstruktvalidität (Construct validity)** bezieht sich auf die Zulässigkeit von Aussagen und bewertet diese. Das dahinterliegende Konstrukt sollte vollständig, präzise und nachvollziehbar sein. Ein Beispiel hierfür ist, ob der Simulator beziehungsweise die Software bei einer bestimmten Aufgabe zwischen Anfängern und Experten unterscheiden kann. Man differenziert u.a. zwischen

- Konvergenzvalidität (Convergent validity): Es besteht eine hohe Korrelation von Messdaten, d.h. die Messungen eines Konstrukts stimmen mit unterschiedlichen Methoden überein.
- Diskriminanzvalidität (Discriminant validity): Es besteht eine geringe Korrelation von Messdaten, d.h. beispielsweise kann in einer Gruppe von Teilnehmern mit gleichen Erfahrungen zwischen den Leistungen der Einzelnen diskriminiert werden.

Stufe 3: Die **Vorhersagevalidität (Predictive validity)** erlaubt eine Aussage darüber, inwiefern ein Testergebnis auch die tatsächliche Leistung wiedergibt und ob sich Aussagen treffen lassen, die sich in der Zukunft erfüllen. Dies bedeutet in unserem Fall, ob eine gute Leistung beim Hysteroskopietraining auch auf eine spätere gute Leistung unter Realbedingungen hinweist.

Zur Überprüfung der Eigenschaften eines Simulators sind Beurteilungsmethoden erforderlich, die mit Hilfe verschiedener Parameter eine Vielzahl von Messungen ermöglichen, um zu belastbaren Ergebnissen zu gelangen (Mackay et al., 2003). Die ausgewählten Parameter und die hieraus abgeleiteten Bewertungsschlüssel sollten möglichst folgende Anforderungen erfüllen (Bajka et al., 2010):

- Klinische Relevanz: Die Parameter sollten das beabsichtigte Ziel der Intervention widerspiegeln.

- Balance: Das Bewertungssystem sollte gegensätzliche Ziele ausbalancieren, d.h. es sollte nicht möglich sein, beispielsweise eine schlechte Qualität durch eine schnelle Zeit auszugleichen.
- Einfachheit: Die Parameter müssen innerhalb weniger Sekunden erfasst werden können, aber dennoch dem Probanden eine nützliche und zweckmäßige Orientierungshilfe geben.

1.5 Zielsetzung und Fragestellung

Bei den endoskopischen Operations- und Diagnosetechniken, bei denen der Operateur keinen direkten taktilen und visuellen Kontakt zum Operationsgebiet hat, besteht ein erhöhter Trainingsbedarf. Besonders das Erlernen fortgeschrittener Operationstechniken stellt für junge Ärzte immer wieder eine Herausforderung dar. Aufgrund der reichlichen Erfahrungen, die in den letzten Jahren vor allem in Bezug auf das Komplikations- beziehungsweise Krisenmanagement bei verschiedenen Eingriffen gesammelt wurden, kann der Einsatz und die Weiterentwicklung von Simulatoren eine wertvolle Hilfestellung beim Erlernen von Operationstechniken sein.

Das Ziel unserer Studie war die Überprüfung der Konstruktvalidität des Hysteroskopiesimulators HystSim® mit Hilfe des multimetrischen Scoresystems (MMSS), d.h. es sollte untersucht werden, ob sich durch temporäres Training mit diesem Simulator die hysteroskopischen Fähigkeiten der Probanden, unabhängig von deren Erfahrungsgrad, verbessern. Im Einzelnen sollte folgenden Fragen nachgegangen werden:

1. Lassen sich die hysteroskopischen Fähigkeiten durch das Training mit dem virtuellen Simulator HystSim® verbessern?
2. Profitieren Anfänger und Experten in unterschiedlichem Ausmaß von einem Training mit dem HystSim®?

3. Wirkt sich das Training unterschiedlich auf bestimmte Parameter zur Leistungserfassung des MMSS-Scores aus?
4. Wird das Erlernen einer definierten hysteroskopischen Operation (hier: Myomektomie) durch das Training ermöglicht?
5. Ist das Training mittels HystSim® gleichwertig mit einem Training am Tiermodell?

2 Material und Methodik

2.1 Teilnehmer

Die Kiel-School of Gynaecological Endoscopy der Universitäts-Frauenklinik Kiel ist zertifiziertes Ausbildungszentrum der Arbeitsgemeinschaft gynäkologische und geburtshilfliche Endoskopie (AGE e.V.) und wird von internationalen Teilnehmern (vor allem USA, Afrika, Europa) frequentiert. Aus den Teilnehmern von drei- bis viertägigen Trainingskursen zur gynäkologischen Endoskopie beziehungsweise minimalinvasiven gynäkologischen Chirurgie der Kiel-School konnten zwischen Juni 2014 und Mai 2015 insgesamt 57 Probanden für die vorliegende Untersuchung rekrutiert werden:

- Gruppe „Anfänger“ – 42 Ärzte ohne Vorerfahrungen auf dem Gebiet der Hysteroskopie
- Gruppe „Experten“ – 15 Ärzte, die mindestens 2 Jahre praktische Erfahrungen mit fortgeschrittenen hysteroskopischen Operationen hatten

2.2 Training mit dem Simulator HystSim®

Als Trainingssimulator wurde das System HystSim® (vgl. Abbildung 3) gewählt. Das System ist bereits validiert und wurde sowohl hinsichtlich seiner Realitätstreue als auch der Trainingseigenschaften gut beurteilt (Bajka et al., 2009; Bajka et al., 2010).

Zum HystSim® gehören drei unterschiedliche virtuelle Kameras, ein Fußpedal für die Steuerung von Koagulation beziehungsweise Hochfrequenzchirurgie sowie umfangreiche Hardware (Hochleistungsrechner, zwei Monitore, Maus und Tastatur).

Insgesamt stehen etwa zwölf unterschiedliche virtuelle Patientinnenmodelle für diagnostische Prozeduren, acht virtuelle Patientinnen für die Polypen- oder Myomentfernung und weitere Modelle zur Endometriumablation zur Verfügung, deren Situs realitätsgetreu direkt auf den Bildschirm projiziert wird.

Das HystSim® erfasst Daten mit Hilfe eines adaptierten 10 mm-Resektoskops, das alle Bewegungen und Handlungsabläufe in sämtliche Richtungen des Raums erfasst und zur Datenaufzeichnung an den angeschlossenen Computer transferiert.



Abbildung 3: HystSim® Trainingssimulator (www.virtamed.com/en)

Um die Situation im Trainingskurs zu simulieren und die Grundkenntnisse im Umgang mit dem HystSim® zu erlangen, erhielten die Probanden zu Beginn eine einheitliche Instruktion durch einen geschulten Mitarbeiter.

Anschließend führten die Probanden vor Durchführung des eigentlichen Trainingskurses („prä“-Test) als Testaufgabe die Übung „Multiple Myome“ mit dem HystSim® durch, in deren Verlauf sie mit Hilfe des Simulators Myome resezierten.

In den folgenden 3-4 Tagen nahmen die Probanden am regulären Kurs teil und vollzogen eine Reihe von vorgeschriebenen Übungen des Schwierigkeitsgrades einfach und medium.

Nach Abschluss des Trainingskurses erfolgte der „post“-Test, ebenfalls in Form der Übung „Multiple Myome“, um feststellen zu können, ob sich durch das Training eine Verbesserung der Fähigkeiten eingestellt hatte.

2.3 Training mit Tiermaterial

Parallel zu den Übungen am Trainingssimulator HystSim® standen den Probanden Schweineherzen zur Verfügung, an denen sie diagnostische und operative Trainingsmethoden üben konnten.

Durch das Üben mit dem tierischen Material und dem Trainingssimulator war darüber hinaus ein Vergleich zwischen Simulation und Realität möglich. Die Teilnehmer sollten am Ende über einen Questionnaire (siehe Anhang, S. 63) äußern, welche Methode bzw. Übung (Simulation vs. Realität) nach ihrer Meinung ihre Lernkurve am ehesten verbessert hat.

2.4 Datenerhebung und -auswertung

2.4.1 Datenerfassung mittels MMSS im HystSim®

Um eine Struktur für die Bewertung des Lernerfolges und der Durchführung ableiten zu können, wurde die Vorgehensweise bei verschiedenen laparoskopischen Operationen in hierarchisch aufeinanderfolgende Teilschritte vom Zugang über Teilaufgaben bis hin zur Handhabung der Instrumente zerlegt. Analog zu diesem Ansatz unterteilten Tuchs Schmid et al. (2007) die virtuelle Hysteroskopie in 4 Aufgaben, 15 Teilaufgaben, 33 Schritte und 46 Teilschritte und identifizierten 15 Merkmale, die für die Entwicklung und Validierung eines multimetrischen Scoresystems (MMSS) für die diagnostische Hysteroskopie herangezogen wurden (Bajka et al., 2010). Dieses auch für die vorliegende Arbeit verwendete System erfasst Basisparameter zur Evaluierung der Sicherheit, der Flüssigkeitshandhabung, der ökonomischen Arbeitsweise und der Visualisierung der interessierenden Organe (vgl. Tabelle 1). Die einzelnen Teilschritte werden in Abhängigkeit von ihrer Durchführung nach einem Schlüssel bewertet. Nach Bedarf wird dieses allgemeine System durch Beurteilungskriterien für bestimmte Aufgaben ergänzt, wie es im Rahmen der vorliegenden Arbeit für das Durchführen einer Myomektomie der Fall war. Aus den Einzelwerten errechnet sich der Gesamtscore. Neben den Informationen für den Prüfer erhält auch der Proband hierdurch ein messbares Feedback der eigenen Leistung und erfährt darüber hinaus eine zusätzliche Motivation (Lamata de la Orden, 2004).

Tabelle 1: Parameter für die Evaluierung der virtuellen Hysteroskopie (Bajka et al., 2010)

Kategorie	Parameter	Beschreibung
Visualiza- tion	Visualized surface (%)	Prozentualer Anteil der Uterusoberfläche, der im endoskopischen Gesichtsfeld deutlich erkennbar ist.
	Left tube visualized (s)	Dauer (in Sekunden) bis zur Visualisierung der linken Tubenöffnung im Endoskop. Erfordert eine Rotation des um 30° abgewinkelten Hysteroskops im Uhrzeigersinn um 90°.
	Right tube visualized (s)	Dauer (in Sekunden) bis zur Visualisierung der rechten Tubenöffnung im Endoskop. Erfordert eine Rotation des um 30° abgewinkelten Hysteroskops gegen den Uhrzeigersinn um 90°.
	Upper cavum visualized (s)	Dauer (in Sekunden) bis zur Visualisierung des Isthmus der anterioren Wand. Erfordert eine Rotation des Hysteroskops um 180°.
	Time out of focus (s)	Zeit der Unschärfe (in Sekunden), die ein durch Experten definiertes Limit überschreitet
Ergono- mics	Intervention time (s)	Dauer (in Sekunden) der Intervention
	View horizon unstable (s)	Dauer (in Sekunden), in der der durch beide Tubenöffnungen definierte Horizont im endoskopischen Gesichtsfeld um mehr als 10° rotiert.
	Path length (mm)	Strecke (in mm), die die endoskopische Kamera auf der Spitze des Hysteroskops zurückgelegt hat. Eine kurze Strecke spricht für eine ökonomische Handhabung des Instruments.
	Tool rotation sum (°)	Summe aller Rotationen (in °). Eine kleine Rotationssumme spricht für eine ökonomische Handhabung des Instruments.
	Translation switches (Anzahl)	Anzahl der Richtungswechsel des Instruments. Eine hohe Zahl an Richtungswechsel spricht für eine schlechte Handhabung des Instruments („Sägestil“)

Kategorie	Parameter	Beschreibung
Safety	Time colliding (s)	Dauer (in Sekunden), in der die endoskopische Kamera sich in Kontakt mit der Uteruswand befand.
Fluid handling	Time view obscured (s)	Dauer (in Sekunden), in der die Sicht durch Blutungen behindert war.
	Time uterus collapsed (s)	Dauer (in Sekunden), in der die Hydrometra der Uterushöhle nicht aufrechterhalten wurde. Ein adäquater Druck und eine korrekte Dehnung des Cavum spricht für eine kompetente Flüssigkeitshandhabung.
	Number of spoil cycles (Anzahl)	Anzahl der Wechsel von niedrigem zu hohem Druck. Eine kleine Anzahl spricht für einen kontinuierlichen Fluss, der zur Bewältigung konstanter Blutungen geeignet ist.
	Distension media needed (ml)	Menge der benutzten Distensionsflüssigkeit (in ml). Eine geringe Menge spricht für eine gute Flüssigkeitshandhabung.

Zur Objektivierung der Testergebnisse erfasst die in das HystSim® integrierte Software in Anlehnung an das multiparametrische Scoresystem (MMSS) fünf Parameter automatisch mit Hilfe von 5 relevanten Messgrößen und vergibt nach einer hierarchischen Ordnung Punktzahlen für die korrekte Ausführung beziehungsweise zieht bei Fehlern die entsprechenden Punkte ab. Maximal sind 340 Punkte zu erzielen:

1. Safety (Sicherheit) – maximal 80 Punkte
2. Fluid handling (Flüssigkeitshandhabung) - maximal 40 Punkte
3. Economy (Ökonomischer Einsatz des Hysteroskops) - maximal 80 Punkte
4. Visualization (Visualisierung des Cavum uteri) - maximal 40 Punkte
5. Myoma resection (Myomresektion) - maximal 100 Punkte

Zu 1: Safety (Sicherheit)

Mit Hilfe dieses Parameters soll erfasst werden, ob der Proband sicher mit dem Resektoskop bzw. der Kamera umgehen kann. Es können maximal 80 Punkte erreicht werden. Es werden maximal 2-3 Kontakte mit der Wand der Zervix oder des Cavum uteri geduldet, darüber hinaus gehende Kontakte führen zu Punktabzug und eine Perforation zum sofortigen Abbruch.

Zu 2: Fluid handling (Flüssigkeitshandhabung)

Zur Darstellung des Cavum uteri muss das Lumen durch Einbringen eines Distensionsmediums entfaltet werden. Hierzu können nichtleitende apolare verdünnte Purisolelösungen eingesetzt werden, die allerdings zu einer hypotonen Hyperhydratation führen können (Hyponatriämie, TUR-Syndrom) (Meyer und Schollmeyer, 2000). Wir setzten ein bipolares Resektoskop (Fa. Karl-Storz, vgl. Abbildung 4) für die Simulation ein, welches auch in der Realität die gefahrlose Anwendung von Kochsalzlösung als Distensionsmedium erlaubt.



Abbildung 4: Bipolares Hochfrequenz-Resektoskop (Fa. Karl Storz)

Während der Übung muss der Proband mit einer Hand das Hysteroskop (mit Kamera) steuern und mit der anderen Hand den Flüssigkeitsfluss regulieren, d.h. für die Dehnung des Cavum den Abfluss schließen und für eine Spülung den Abfluss öffnen.

Das erste Ziel ist, das Cavum vollständig aufzudehnen. Hierbei konnten von insgesamt 340 Punkten maximal 40 Punkte erreicht werden. Falls der Proband sich entscheidet das Cavum nicht aufzudehnen, führt dies zu schlechten Sichtverhältnissen und folglich zum Punktabzug. Des Weiteren erhöht sich die Perforationsgefahr.

Zu 3: Economy

Der Parameter „Economy“ erfasst den ökonomischen Einsatz des Hysteroskops im Einzelnen durch

- Messung der Zeit – Maximal 40 Punkte bei Durchlaufen der Übung in einer vorgeschriebenen Zeit
- Messung der zurückgelegten Strecke der Kamera – maximal 30 Punkte bei Erreichen einer vorgegebenen Streckenlänge
- Kameraausrichtung – maximal 10 Punkte

Zu 4: Visualization

Die diagnostische Hysteroskopie ist die einzige Methode, mit welcher der Zervikalkanal und das Cavum uteri einer direkten Betrachtung und Beurteilung zugänglich gemacht werden können (vgl. Abbildung 5).

Der Proband hat die Aufgabe, die Zervix und das Cavum uteri bis zu den Ostien der Eileiter mit der Kamera vollständig zu visualisieren. Hierzu muss er das Cavum durch geschicktes Fluid-Handling möglichst komplett erweitern. Falls die Ostien

durch pathologische Zubildungen verdeckt sind, müssen diese vorerst reseziert werden.

Je nach erzieltm Fortschritt (zu visualisierende Anteile: Cavum, Zervix und Ostien) kann eine Maximalpunktzahl von 40 Punkten erreicht werden.

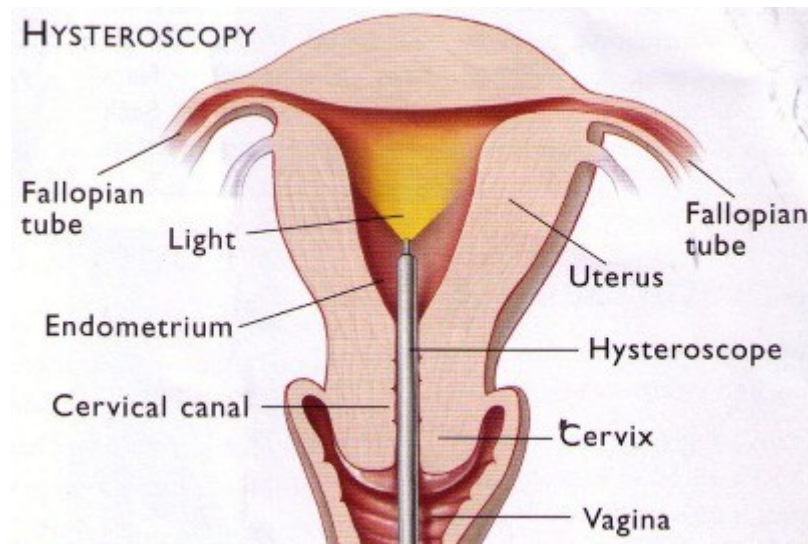


Abbildung 5: Hysteroskopischer gynäkologischer Situs (<http://hegdehospital.com/hysteroscopy>)

Zu 5: Myoma resection (Myomresektion)

Als Testaufgabe für das Training mit dem HystSim® wurde die Myomresektion (vgl. Abbildung 6) nach einer vorgegebenen standardisierten Vorgehensweise gewählt.

Bei der hysteroskopischen Entfernung von submukösen Myomen wird das Gewebe mit Hilfe der elektrochirurgischen Schlinge des Resektoskops abgetragen und restliche Myomfragmente durch Zervix und Vagina geborgen.

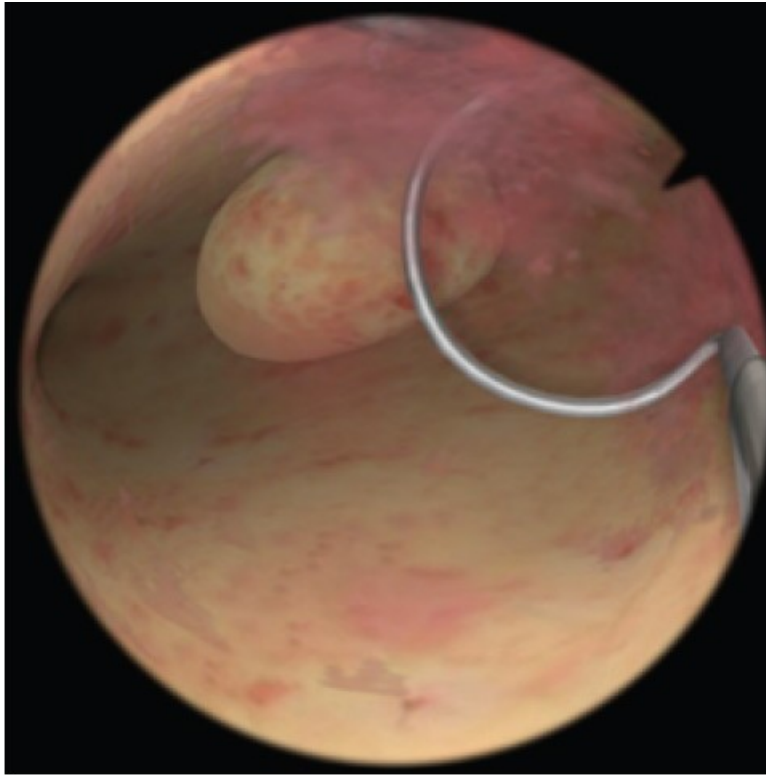


Abbildung 6: Hysteroskopische Myomresektion (Quelle: Diagnostic and Therapeutic Hysteroscopy Course, Simulation Based Training Curriculum, Universitätsspital Zürich, 2010)

Während der Übung steuert nun eine Hand das Hysteroskop und die Elektroschlinge, während die andere Hand den Abfluss der Distensionsflüssigkeit reguliert. Das System erlaubt die Durchführung der Übung in verschiedenen Schwierigkeitsstufen (z. B. einzelnes Myom oder multiple Myome; nur „submuköser Anteil“ oder „submuköser und intracavitärer Anteil“).

Das Ziel der Übung ist die komplette Entfernung des Myoms. Ist es durch Verletzung eines Gefäßes während der Übung zu einer Blutung gekommen, muss diese per Koagulation (durch Pedalsteuerung) gestillt werden.

Es sind bei kompletter Myomentfernung maximal 100 Punkte erreichbar. Punktabzüge gibt es beim Verbleiben von Resten. Bei nicht stillbaren Blutungen oder Perforationen wird die Übung abgebrochen.

2.4.2 Teilnehmerbefragung

Zur Evaluierung der Selbstbeurteilung der Kursteilnehmer sowohl im Hinblick auf ihren Lernerfolg als auch auf die Qualität des Kurses wurden Fragebögen verteilt, die jeder Proband nach dem Training ausfüllte. Es wurden in drei Parameterblöcken Einschätzungen der Wirklichkeitstreue („Realism“) und der Trainingskapazität sowie Statements zum Simulationstraining abgefragt und Möglichkeiten zum Berichten eigener Erfahrungen im Reintext geboten (s. S. 63f).

Für die statistische Auswertung wurden die fünf wesentlichsten Fragen herausgegriffen, die die Teilnehmer mithilfe einer fünfstufigen Analogskala für beide Trainingsmethoden beantwortet hatten:

- Tissue Cutting – Die Wirklichkeitstreue der Empfindungen bei der Gewebedurchtrennung im HystSim® oder im Tiermodell wurden kategorisiert in 1 = nicht realistisch, 3 = unentschieden, 5 = sehr realistisch.
- Overall Impression – Der Gesamteindruck einer realistischen Wiedergabe der Operationssituation durch die Simulation wurde nach dem gleichen Score wie 1. beurteilt.
- Für die Parameter zur Trainingskapazität wurde folgender Score zu Grunde gelegt: 1 = nicht zweckmäßig, 3 = unentschieden, 5 = sehr zweckmäßig. Unter dem Punkt „Training Capacity“ wurde der Mittelwert aller 8 Einzelfragen zu diesem Themenkomplex (s. S. 63) ausgewertet und an Einzelparametern die Punkte Leistungsbeurteilung („Performance Assessment“) und Gesamt-Trainingskapazität separat analysiert.

2.4.3 Statistik

Alle Daten wurden in eine Microsoft Excel-Datenbank überführt und mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS (Version 20, IBM) statistisch ausgewertet. Es wurden folgende statistische Tests durchgeführt: Mittels t-Test wurden Unterschiede in den Mittelwerten stetiger Variablen bei verbundenen Stichproben geprüft. Der Mann-Whitney-U-Test wurde verwendet, um quantitative Unterschiede in den Mittelwerten stetiger Variablen bei unabhängigen Stichproben zu verifizieren; Dieser wurde durch den Test nach Rosenthal ergänzt, mit dessen Hilfe die Effektivität von Interventionen über die Zunahme von Erfolgen ausgedrückt wird. Darüber hinaus fanden eine Varianzanalyse, der Kruskal-Wallis-Test sowie der Fisher-Exact-Test Anwendung.

Als Signifikanzniveau wurde $p < 0,05$ gewählt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfestellung durch die Fa. Medistat, Kiel.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Trainingssimulation mit Hilfe des HystSim®

3.1.1 Parameter „Safety“

Zu Beginn bestanden zwischen Anfängern und Experten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Sicherheit der Handhabung des HystSim® (vgl. Tabelle 2), allerdings fällt bei den Experten vor dem Training eine hohe Streuung der Punktzahl auf (vgl. Abbildung 7). Durch das Training konnten die Anfänger ihre Sicherheit nicht verbessern, während es bei den Experten zu einer Steigerung um knapp 5 Punkte gekommen war. Nach dem Training unterschieden sich beide Gruppen statistisch signifikant: Die Anfänger erzielten im Mittel $52,69 \pm 13,95$ Punkte, die Experten dagegen $62,27 \pm 15,21$ Punkte ($p = 0,039$ Punkte).

Die errechnete Effektstärke nach Rosenthal für den Trainingserfolg zeigte mit 0,3 ein gutes Ergebnis.

Tabelle 2: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Safety“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)

Safety	Anfänger (n = 42)				Experten (n = 15)				p
	MW	SD	Min	Max	MW	SD	Min	Max	
prä	53,67	15,70	0	80	57,33	24,39	0	80	0,203
post	52,69	13,95	20	75	62,27	15,21	39	80	0,039
post-prä	-0,51	22,24	-45	50	4,93	32,61	-40	80	0,711

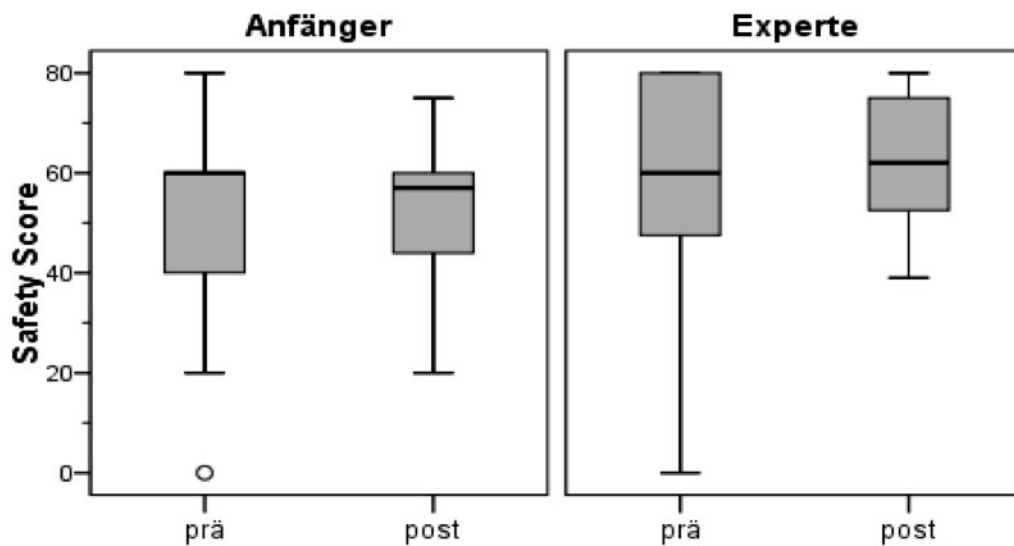


Abbildung 7: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Safety“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten

3.1.2 Parameter „Fluid Handling“

Beide Probandengruppen unterschieden sich weder vor noch nach dem Training signifikant hinsichtlich der Flüssigkeitshandhabung. Auch waren durch das Training nur geringfügige Verbesserungen zu verzeichnen, so dass keine signifikanten Unterschiede nachweisbar waren. Die Effektstärke nach Rosenthal (0,2) wies ebenfalls auf einen eher geringen Trainingserfolg hin (vgl. Tabelle 3 und Abbildung 8).

Tabelle 3: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Fluid Handling“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)

Fluid Handling	Anfänger (n = 42)				Experten (n = 15)				p
	MW	SD	Min	Max	MW	SD	Min	Max	
Prä	28,86	4,05	23	40	31,53	6,53	23	40	0,217
Post	31,67	5,35	24	40	33,13	5,49	25	40	0,416
post-prä	2,56	6,84	-15	14	1,60	7,81	-15	13	0,889

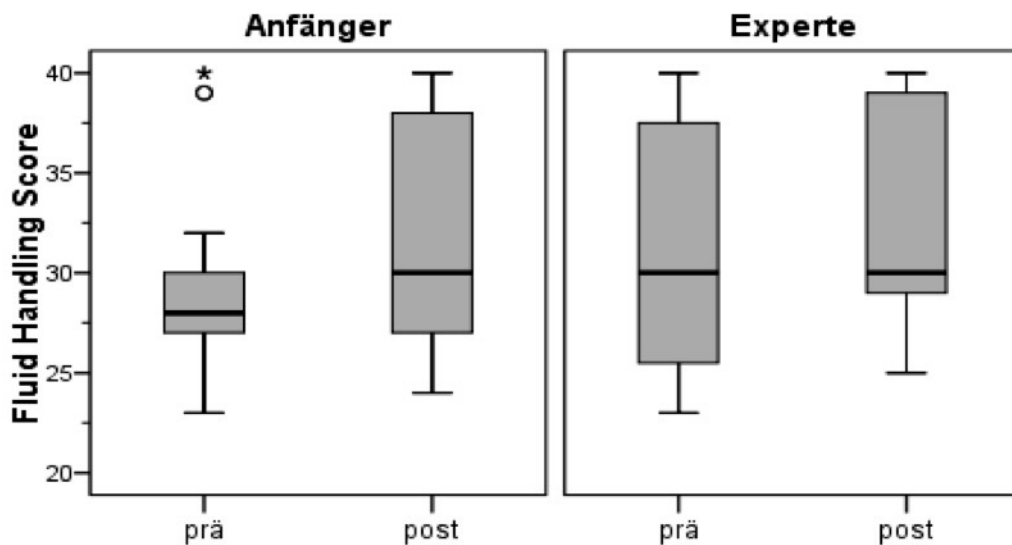


Abbildung 8: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Fluid Handling“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten

3.1.3 Parameter „Economy“

Der ökonomische Umgang mit dem Trainingssimulator verbesserte sich in der Anfängergruppe durch das Training nicht. Bei den Experten kam es zu einer leichten Steigerung, so dass die mittlere Punktzahl nach dem Training ($70,93 \pm 13,76$) über derjenigen der Anfänger ($63,29 \pm 17,97$) lag. Aufgrund der großen Streuung der Werte verfehlte dieser vermeintliche Unterschied jedoch die Schwelle zur statistischen Signifikanz ($p = 0,074$). Dennoch war nach Rosenthal ein zufriedenstellender Trainingseffekt (0,3) zu verzeichnen (vgl. Tabelle 4 und Abbildung 9).

Tabelle 4: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Economy“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)

Economy	Anfänger (n = 42)				Experten (n = 15)				p
	MW	SD	Min	Max	MW	SD	Min	Max	
Prä	65,05	15,47	28	80	61,00	26,88	11	80	0,753
Post	63,29	17,97	6	80	70,93	13,76	34	80	0,074
post-prä	-2,20	24,62	-54	49	9,93	28,90	-28	69	0,340

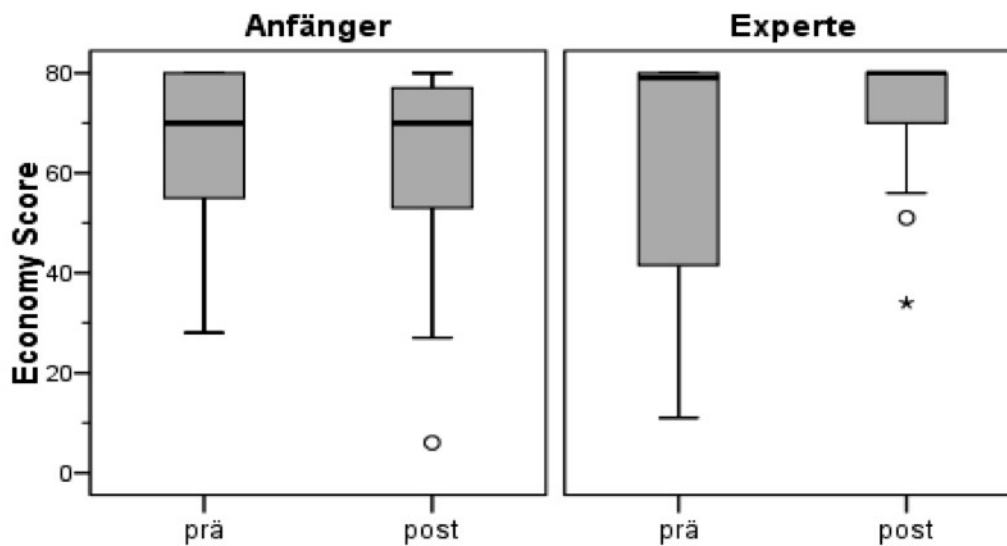


Abbildung 9: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Economy“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten

3.1.4 Parameter „Visualization“

Die Visualisierung des Uterus gelang den Anfängern vor dem Training besser als den Experten ($22,36 \pm 11,42$ Punkte versus $13,73 \pm 12,35$ Punkte; $p = 0,028$). Nach dem Training hatte sich die Punktzahl der Anfänger um durchschnittlich $-6,12$ Punkte verschlechtert, diejenige der Experten dagegen um $2,87 \pm 17,23$ Punkte verbessert ($p = 0,036$), sodass sich die Mittelwerte beider Gruppen nicht mehr unterschieden. Insgesamt blieb die nach dem Training erzielte mittlere Punktzahl in beiden Gruppen in der unteren Hälfte der maximal 40 erreichbaren Punkte und die Punktwerte wiesen eine hohe Streuung auf. Die Effektstärke (0,3) deutete auf einen zufriedenstellenden Trainingserfolg hin (vgl. Tabelle 5 und Abbildung 10).

Tabelle 5: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Visualization“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)

Visualization	Anfänger (n = 42)				Experten (n = 15)				p
	MW	SD	Min	Max	MW	SD	Min	Max	
Prä	22,36	11,42	0	40	13,73	12,35	0	36	0,028
Post	15,69	13,81	0	39	16,60	12,72	0	40	0,716
post-prä	-6,12	17,30	-40	35	2,87	17,23	-36	40	0,036

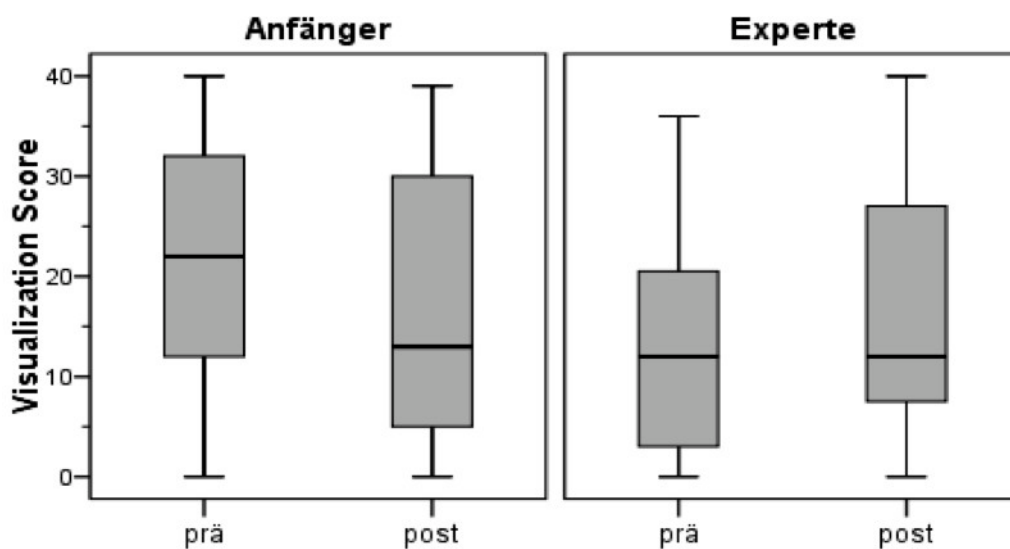


Abbildung 10: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Visualization“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten

3.1.5 Parameter „Myomectomy“

Vor dem Training wurden in der Anfängergruppe nur $17,00 \pm 20,97$ von maximal 120 möglichen Punkten erzielt, während in der Expertengruppe der Mittelwert mit $46,07 \pm 34,67$ Punkten statistisch signifikant darüber lag ($p < 0,001$). In beiden Gruppen kam es durch das Training zu einer deutlichen Steigerung um etwa 20 Punkte, sodass auch nach dem Training ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen erhalten blieb. Die Anfänger steigerten sich auf durchschnittlich $36,71 \pm 33,22$ Punkte, die Experten dagegen auf $68,07 \pm 37,74$ Punkte ($p = 0,006$). Mit einer Effektstärke nach Rosenthal von 0,4 wurde ein guter Trainingserfolg statistisch nachgewiesen (vgl. Tabelle 6 und Abbildung 11).

Tabelle 6: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Myomectomy“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)

Myomectomy	Anfänger (n = 42)				Experten (n = 15)				p
	MW	SD	Min	Max	MW	SD	Min	Max	
Prä	17,00	20,97	0	71	46,07	34,67	0	120	0,001
Post	36,71	33,22	0	117	68,07	37,74	0	120	0,006
post-prä	20,20	33,18	-28	117	22,00	49,61	-80	107	0,821

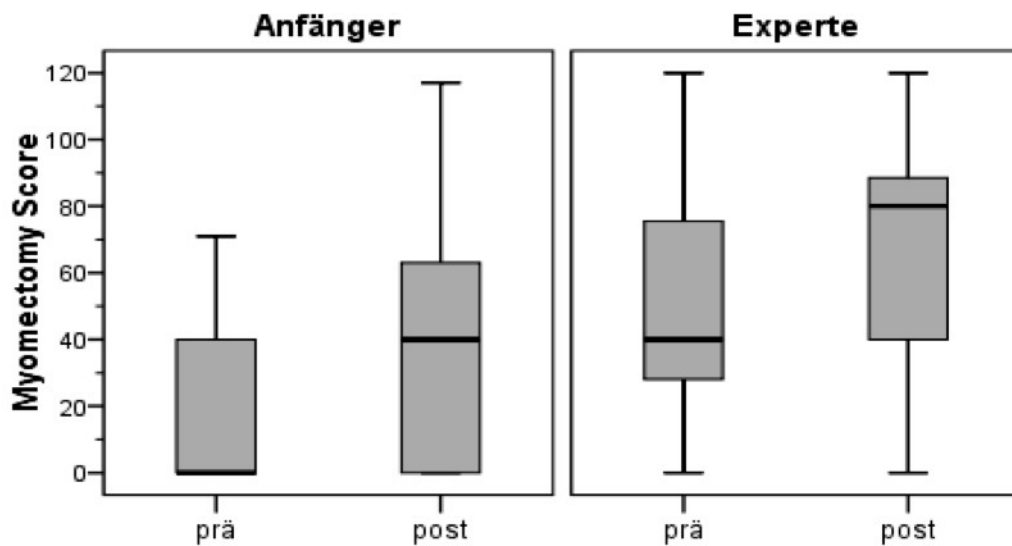


Abbildung 11: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Myomectomy“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten

3.1.6 Gesamtergebnis

Bei der Betrachtung des Gesamtergebnisses zeigten sich in beiden Gruppen deutliche Verbesserungen des MMSS-Scores. Vor dem Training war die Gesamtpunktzahl in beiden Gruppen nicht statistisch signifikant unterschiedlich. In der Anfängergruppe steigerte sich das Ergebnis von anfänglich $54,95 \pm 85,06$ Punkten um etwa 90 Punkte auf $147,81 \pm 97,79$ Punkte, in der Expertengruppe stieg die Punktzahl sogar über 150 Punkte von $52,40 \pm 92,77$ Punkten auf $206,60 \pm 97,21$ Punkte an. Der Unterschied zwischen Anfängern und Experten war nach dem Training statistisch signifikant ($p = 0,002$) und auch der post-prä-Vergleich ergab zwischen Anfängern und Experten einen signifikanten Unterschied ($p = 0,015$). Die Effektstärke nach Rosenthal (0,4) belegte den guten Trainingserfolg (vgl. Tabelle 7 und Abbildung 12).

Tabelle 7: Gesamtergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)

Gesamtergebnis	Anfänger (n = 42)				Experten (n = 15)				p
	MW	SD	Min	Max	MW	SD	Min	Max	
Prä	54,95	85,06	0	236	52,40	92,77	0	340	0,902
Post	147,81	97,79	0	275	206,60	97,21	0	283	0,002
post-prä	90,32	122,89	-184	252	154,20	148,34	-242	283	0,015

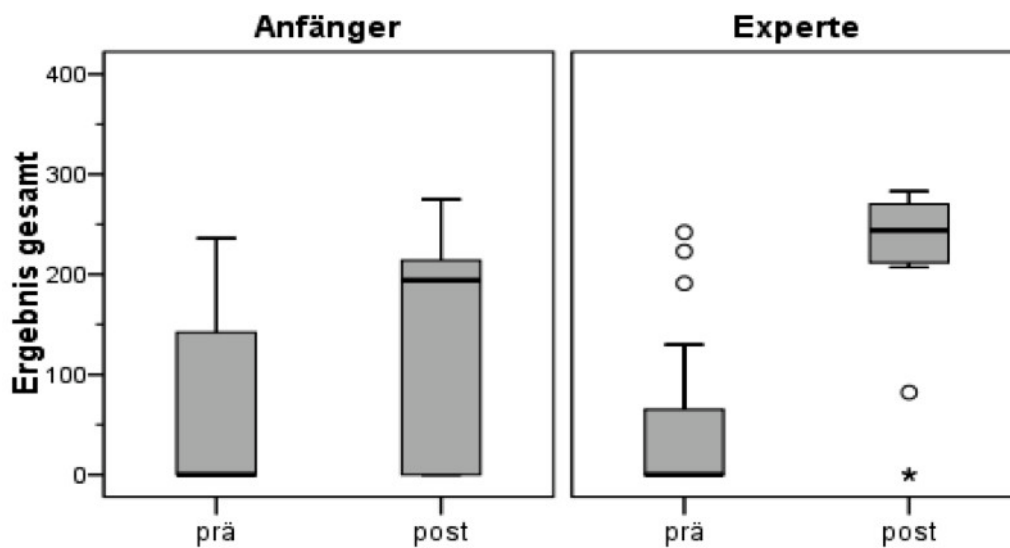


Abbildung 12: Gesamtergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten

Bei der abschließenden Gegenüberstellung der Scoredifferenzen post-prä der MMSS-Parameter und des Gesamtergebnisses zeigen sich die Verbesserungen durch das Training besonders für die Experten hinsichtlich des Gesamtscores und der Übung Myomresektion (vgl. Abbildung 13). Diesbezüglich waren auch die Effektstärken nach Rosenthal mit 0,4 besonders hoch ausgefallen.

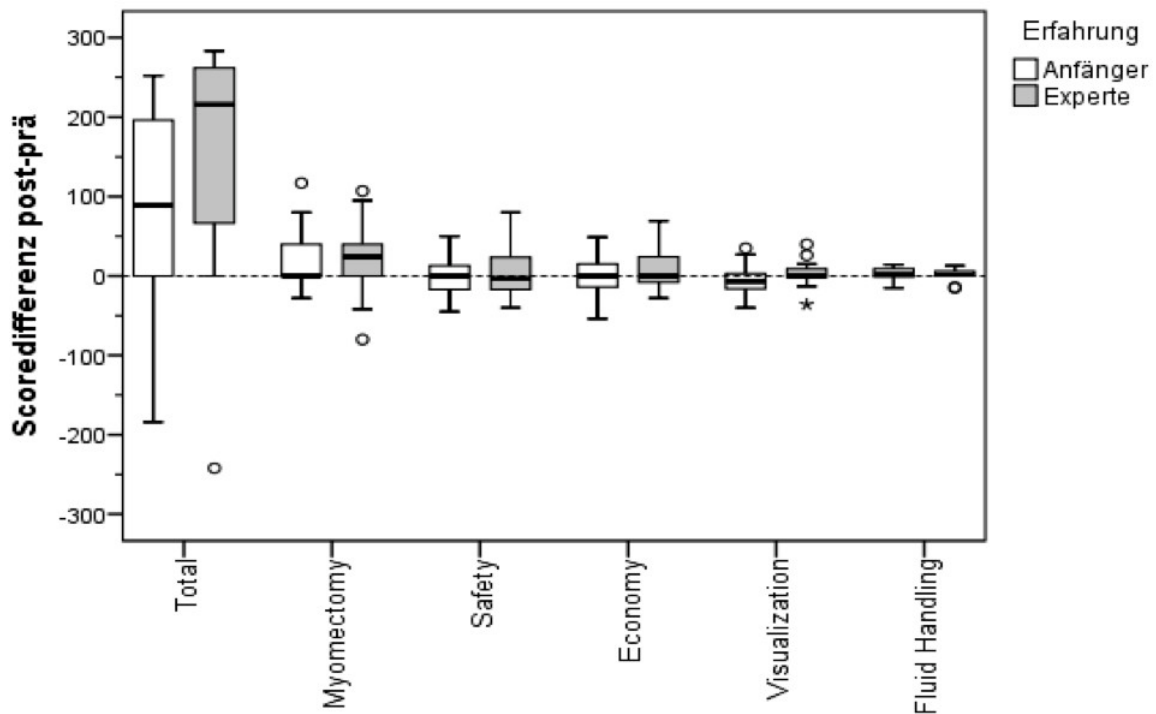


Abbildung 13: Vergleich der Scoredifferenzen nach- vor dem Training für alle MMSC-Parameter und das Gesamtergebnis

3.2 Vergleich der Beurteilung beider Trainingsmethoden

Beim Vergleich beider Trainingsmethoden ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich des Parameters „Tissue Cutting“, d.h. für das Erlernen des Durchtrennens von Gewebe vergaben Anfänger beim tierischen Material mit durchschnittlich $4,4 \pm 0,7$ Punkten eine bessere Punktzahl als Experten mit $3,9 \pm 0,7$ Punkten ($p = 0,02$). Für das Durchtrennen von Gewebe im HystSim® wurden im Mittel $4,0 \pm 1,0$ (Anfänger) beziehungsweise $3,9 \pm 0,7$ Punkte (Experten) vergeben ($p = 0,051$). Die Trainingskapazität („Training Capacity“) des Arbeitens mit tierischem Material wurde durch die Experten signifikant schlechter beurteilt ($3,7 \pm 0,7$ Punkte) als durch die Anfänger ($4,4 \pm 0,7$ Punkte; $p = 0,004$). Insgesamt waren die Unterschiede jedoch sowohl zwischen beiden Trainingsmethoden als auch zwischen den beiden Probandengruppen gering und Anfänger und Experten beurteilten die Gesamttrainingskapazität („Training Capacity Overall“) der zwei Methoden gleich (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8: Beurteilung der Trainingsmethoden HystSim® („Sim“) und Tiermaterial („Ani“) durch Anfänger und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)

Parameter	Methode	Anfänger (n = 42)				Experten (n = 15)				p
		MW	SD	Min	Max	MW	SD	Min	Max	
Tissue Cutting	Sim	4,0	1,0	2,0	5,0	3,9	0,7	3,0	5,0	0,501
	Ani	4,4	0,7	3,0	5,0	3,9	0,6	3,0	5,0	0,020
Overall impression	Sim	4,1	0,7	3,0	5,0	4,3	0,5	4,0	5,0	0,304
	Ani	4,4	0,8	3,0	5,0	4,1	0,5	3,0	5,0	0,166
Training Capacity	Sim	4,3	0,7	3,0	5,0	4,1	0,5	3,0	5,0	0,221
	Ani	4,4	0,7	3,0	5,0	3,7	0,7	3,0	5,0	0,004
	Sim	4,1	0,7	2,0	5,0	4,0	0,4	3,0	5,0	0,386

Training Capacity Performance Assessment	Ani	4,1	0,7	3,0	5,0	4,1	0,6	3,0	5,0	0,861
Training Capacity Overall	Sim	4,4	0,6	3,0	5,0	4,2	0,6	3,0	5,0	0,282
	Ani	4,4	0,6	3,0	5,0	4,0	0,5	3,0	5,0	0,106

4 Diskussion

Die ständige Weiterentwicklung virtueller Simulatoren ermöglicht es, immer komplexere Operationstechniken darzustellen und zu trainieren. In einer Umfrage unter in der Allgemein Chirurgie tätigen Assistenzärzten mit 1-5 Jahren Berufserfahrung glaubten 95,5 % der Teilnehmer, dass ein Simulationstraining ihre laparoskopischen Fähigkeiten verbessern könne. 92,5 % der Probanden waren der Meinung, die im Training erworbenen Fähigkeiten seien auf die Arbeit im Operationssaal übertragbar (Shetty et al., 2014). Trotz solch positiver subjektiver Erfahrungen stellt sich die Frage, ob medizinische Simulatoren tatsächlich das Erlernen der korrekten Durchführung einer bestimmten Untersuchungsmethode oder Operationstechnik erlauben und ob die erworbenen Fähigkeiten in die praktische Anwendung unter Realbedingungen umgesetzt werden können (Stunt et al., 2014).

Wissenschaftliche Untersuchungen, die den Nutzen eines hysteroskopischen Simulationstrainings objektiv analysieren, fehlen bislang weitgehend. Insbesondere fehlen Studien zum Erlernen operativer Eingriffe. Der Einsatz nicht validierter Simulatoren könnte aber zur Folge haben, dass ein Training die angestrebten Fähigkeiten nicht verbessert oder im schlimmsten Fall zum Erlernen nicht korrekter, den Patienten gefährdender Techniken führt (Schijven und Jakimowicz, 2005; Chmarra et al., 2010). Daher war es das Ziel der vorliegenden Studie, die Untersuchung der Konstruktvalidität eines virtuellen Hysteroskopietrainers zu prüfen. Der Simulator HystSim® wurde gewählt, weil dieses System – im Gegensatz zu den meisten anderen Simulatoren – bereits im Hinblick auf seine diagnostischen Trainingseigenschaften einen Prozess der Augenschein- und Konstruktvalidierung erfolgreich durchlaufen hat (Bajka et al., 2009; Bajka et al., 2010). Solche Untersuchungen der Validität erfassen die Plausibilität objektiv und erlauben Aussagen über den klinisch relevanten Wert einer neuen Methode oder Technik (Gallagher et al., 2003).

Die Augenscheinvalidität des HystSim® wurde im Jahr 2009 mit Hilfe von 62 Teilnehmern des 13. Praktischen Kurses zur Gynäkologischen Endoskopie in Davos/Schweiz untersucht: Es handelte sich um 26 Experten, die mehr als 50 eigenständige Hysteroskopien vorgenommen hatten, und 36 Anfänger mit einer Erfahrung von weniger als 50 Hysteroskopien. Alle Probanden erhielten ein 20-minütiges praktisches Training am Simulator zu zwei diagnostischen Fragestellungen, zur Rollerball-Ablation und zur Myomektomie. Sie beantworteten anschließend einen vierseitigen Fragebogen mit Fragen zur Realitätsnähe der Simulation und den Trainingseigenschaften. Insgesamt beurteilten 6,6% aller Probanden das Training als „absolut realistisch“, 66,6% als „realistisch“ und 26,6% als „etwas realistisch“. In der Anfängergruppe wurde die Trainingskapazität höher bewertet als in der Experten-Gruppe, jedoch erfuhr das Training in beiden Gruppen eine große Akzeptanz: Es waren 95,2% aller Teilnehmer der Ansicht, mit Hilfe des HystSim® könne eine diagnostische oder therapeutische Hysteroskopie erlernt werden. 85,5% der Probanden befürworteten, dass ein solches Training allen Anfängern vor dem Operieren realer Patientinnen angeboten werden sollte (Bajka et al., 2009).

In einer ersten Studie zur Konstruktvalidität absolvierten 24 Medizinstudenten und 12 erfahrene Gynäkologen ein selbstgesteuertes Tutorial, mit dessen Hilfe sie klar definierte Trainingsziele und Anleitungen für zwei hysteroskopische Übungen für die Exploration und Diagnose mit Hilfe des HystSim® erhielten. Jeder Teilnehmer führte die beiden Übungen jeweils 5 Mal durch und 23 der 24 Anfänger durchliefen das Programm nach 2 Wochen ein zweites Mal (Bajka et al., 2010). Beim Vergleich der Ergebnisse von Anfängern und Experten bestätigte sich die Konstruktvalidität des HystSim®-Trainings hinsichtlich der Module Ökonomie und Flüssigkeitshandhabung, aber nicht der Visualisierung, und die Ergebnisse zum Sicherheitsmodul fielen für die Experten sogar schlechter aus als für die Anfänger. Dennoch zeigten die Lernkurven, dass sich die Leistungen aller Teilnehmer durch das Training mit dem HystSim® signifikant verbesserten und das Wiederholungstraining der Anfängergruppe zu weiteren Leistungssteigerungen führte.

In Ergänzung zu den Schweizer Studien am HystSim® zur diagnostischen Hysteroskopie ergänzten wir die Trainingsanforderungen um die Durchführung einer chirurgischen Maßnahme. Um eine möglichst große Vergleichbarkeit zwischen den Teilnehmern zu gewährleisten, wählten wir die Myomektomie nach einer definierten, standardisierten Vorgehensweise. Nach unserer Ansicht eignet sich die Myomresektion in besonderem Maße als Testaufgabe, da sie mehrere objektive Messungen, beispielsweise der Visualisierung, der Handhabung der Elektrochirurgie und des Einsatzes der Flüssigkeit, erlaubt.

Ein Vergleich zwischen zwei Probandengruppen – Anfängern und Experten – sollte darüber hinaus die Frage beantworten, ob ein etwa zu verzeichnender Lernerfolg beim Simulationstraining vom Kenntnisstand des Lernenden beeinflusst wird.

Die chirurgische Kompetenz eines Operateurs zeigt sich nicht nur in der Anzahl selbstständig durchgeführter Operationen, sondern sie besteht aus einer Kombination der Faktoren theoretisches Wissen, Erfahrung, Entscheidungsfähigkeit, Teamfähigkeit und manuelle Fertigkeit (Yule et al., 2006; Beard, 2007; Molinas und Campo, 2016). D.h. der Lernprozess zur Erlangung chirurgischer Kompetenz umfasst in entscheidendem Maße das Erlernen von Fähigkeiten, die schwierig zu standardisieren und objektiv zu erfassen sind. Nur durch die Wahl spezifischer, auf das jeweilige Trainingsszenario abgestimmte Parameter kann die individuelle Leistung des Probanden erfasst und bewertet werden; dies ist bei konventionellem Training kaum oder nur mit hohem Aufwand umsetzbar (Lehmann et al., 2012). Zur standardisierten Erfassung der Lernerfahrungen mit dem Trainingssimulator setzten wir das multimetrische Scoresystem (MMSS) ein, welches zahlreiche Parameter zur Handhabung der Instrumente und zur Vorgehensweise umschließt (Bajka et al., 2010). Nach Mackay et al. (2003) wächst die Zuverlässigkeit der Ergebnisse von Untersuchungen technischer Fähigkeiten, wenn viele Parameter und Messvarianten getestet werden. Daher enthält auch das hier verwendete MMSS 15 Parameter, die in vier Basismodule (Visualisierung, Ökonomie, Flüssigkeitshandhabung und Sicherheit) kategorisiert und durch spezifisch gewichtete Ergänzungsmodule zur jeweiligen

Prüfungsaufgabe vervollständigt werden (Bajka et al., 2009). Einzelheiten zu den Erfahrungen mit der Anwendung des MMSS werden im Folgenden im Rahmen der Ergebnisdiskussion erörtert.

Wie bereits beschrieben, wurde zur Beurteilung des Lernerfolgs im Rahmen des Trainings am HystSim® das Scoresystem MMSS verwendet. Der Parameter „Safety“ erfasst den sicheren Umgang mit dem Resektoskop bzw. der Kamera anhand der erfolgten Kontakte mit der Zervix-/Uteruswand. Hier konnte das Training mit dem HystSim® die Sicherheit der Myomektomie nur in der Expertengruppe signifikant steigern. Nach dem Training erhöhte sich die mittlere Punktzahl der Experten von anfänglich $57,33 \pm 24,39$ Punkte auf $62,27 \pm 15,21$ Punkte. Dagegen änderten sich die Werte der Anfänger durch das Training nicht und blieben im Beobachtungszeitraum unter denjenigen der Experten (prä: $53,67 \pm 15,70$, post: $52,69 \pm 13,95$ Punkte). Die errechnete Effektstärke nach Rosenthal für den Trainingserfolg zeigte mit 0,3 dennoch ein gutes Ergebnis.

Die Ergebnisse stehen scheinbar im Widerspruch zur Untersuchung von Bajka et al. (2010), in der die Anfänger hinsichtlich der Sicherheit bei der Hysteroskopie mit dem HystSim® ein hoch signifikant besseres Resultat erzielten als die Experten. Allerdings war die Aufgabenstellung der diagnostischen Hysteroskopie in der Schweizer Untersuchung weniger schwierig als eine Myomektomie. Man kann annehmen, dass sich dort die Novizen vor allem auf das Ziel, den Wandkontakt zu vermeiden, konzentrierten und dies bei der reinen Hysteroskopie für sie vergleichsweise leicht umsetzbar war. Dagegen waren die Experten durch ihre Erfahrungen geprägt und gingen nach ihrer individuellen unter Realbedingungen erlernten Technik vor, indem sie beispielsweise mit dem Instrument vorsichtig an der Organwand entlangglitten. Da beim HystSim®-Training nicht zwischen kritischen und unkritischen Kontakten mit der Organwand unterschieden wird und der Simulator Kriterien wie die

Penetrationstiefe des Instruments oder die Position und Winkelung bei der Kollision außer Acht lässt, führt jeglicher Kontakt zur Organwand unweigerlich zu einem Punktabzug. In unserer Untersuchung mit der schwierigeren Aufgabenstellung Myomektomie zeigte sich eine anfängliche Unsicherheit der Experten in einer hohen Varianz der eingangs erzielten Sicherheits-Punktwerte. Die Experten überwandern diese allerdings im Trainingsverlauf, indem sie sich auf die veränderte Situation einstellten, während die Anfänger ihre (schwächere) Leistung hinsichtlich der Sicherheit durch das Training nicht verbessern konnten. Eine weitere Ursache für die hier anfangs beobachtete größere Unsicherheit bei den Experten könnte in dem Verlust der gewohnten haptischen Empfindungen liegen, der bei den weniger erfahrenen Probanden eine geringere Rolle spielte.

Es ist fraglich, ob die Beurteilung der „Sicherheit“ ausschließlich anhand der erfolgten Kontakte mit der Zervix-/Uteruswand ausreicht, um die Perforationsgefahr bei der Hysteroskopie zu charakterisieren.

Indirekt erlaubt auch der Parameter „Fluid Handling“ Rückschlüsse auf die Sicherheit. Erfahrungen bei der transurethralen Prostataresektion haben gezeigt, dass eine übermäßige Verwendung von Distensionsmedium zu einem Absorptionssyndrom mit lebensbedrohlicher Flüssigkeitsüberladung und Elektrolytimbalancen führen kann. Vergleichbare Komplikationen wurden auch bei der Hysteroskopie beschrieben (Kick et al., 1994; Wallwiener et al., 1996; Darwish et al., 2010).

In einer Tübinger Untersuchung führten 39 Teilnehmer eines minimalinvasiven Operationskurses (15 unerfahrene und 24 erfahrene Probanden) an drei aufeinanderfolgenden Tagen jeweils eine Trainingsrunde am HystSim® – bestehend aus der Resektion eines Polypen und eines Myoms – durch. Die Menge des verwendeten Distensionsmediums wurde nach jedem Eingriff gemessen und die benötigte Flüssigkeitsmenge reduzierte sich im Verlauf von Runde 1-3 kontinuierlich in beiden Probandengruppen. Die Experten verwendeten bei beiden Eingriffen und pro Trainingsrunde jeweils signifikant weniger Medium als die Anfänger, d.h. dass das

Flüssigkeitsmanagement sowohl durch die Vorerfahrungen der Probanden als auch durch einen Lernerfolg beeinflusst wurde (Neis et al., 2016).

In den eigenen Untersuchungen unterschieden sich beide Probandengruppen weder vor noch nach dem Training signifikant hinsichtlich der Flüssigkeitshandhabung. Auch war es durch das Training nur zu geringfügigen Verbesserungen gekommen, so dass keine signifikanten Unterschiede nachweisbar waren. Die Effektstärke nach Rosenthal (0,2) wies ebenfalls auf einen eher geringen Trainingserfolg hin. Eine Erklärung zur Diskrepanz zu der Studie von Neis et al. (2016) kann nicht gegeben werden, jedoch lassen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung auf ein besonders vorsichtiges Flüssigkeitsmanagement schließen, da die Teilnehmer des hysteroskopischen Trainings vor Aufnahme der praktischen Übungen nachdrücklich auf das Risiko der Flüssigkeitsüberladung hingewiesen wurden.

Hinsichtlich der MMSS-Parameter „Visualization“ und „Economy“ fielen die Punktwerte unserer unerfahrenen Teilnehmer vor dem Training günstiger aus als diejenigen der Experten. Nach dem Training hatten sich die Werte der Anfänger leicht verschlechtert, bei den Experten dagegen verbessert. Vermutlich ließen die Anfänger zu Beginn besondere Vorsicht walten, im Laufe des Trainings gewannen sie jedoch ein trügerisches Selbstvertrauen und versuchten mehr Myomgewebe auf Kosten der Sicherheit zu entfernen.

In der Studie von Bajka et al. (2010) konnten im Gegensatz hierzu sowohl Anfänger als auch Experten ihre Leistungen hinsichtlich der Ergonomie und Visualisierung steigern, wobei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden muss, dass die Teilnehmer dort fünf Trainingsdurchgänge durchliefen und die Aufgabe der diagnostischen Hysteroskopie weniger schwierig ist als die geforderte Myomektomie unserer Untersuchung. Dies zeigt, dass besonders die Experten vom HystSim®-Training der Myomektomie profitierten, während für die weniger erfahrenen Probanden die Trainingsaufgabe möglicherweise zu komplex beziehungsweise das Training nicht ausreichend waren, um Sicherheit bei der Myomentfernung zu erlangen.

Eine mögliche Überforderung der Anfänger durch die Trainingsaufgabe zeigte sich auch bei Betrachtung des MMSS-Parameters „Myomektomie“. Hier erzielten die Anfänger vor dem Training nur $17,00 \pm 20,97$ von maximal 120 möglichen Punkten, während in der Expertengruppe der Mittelwert mit $46,07 \pm 34,67$ Punkten statistisch hoch signifikant günstiger ausfiel. Beide Gruppen erlangten durch das Training eine Leistungssteigerung um etwa 20 Punkte. Das Endergebnis betrug bei den Anfängern durchschnittlich $36,71 \pm 33,22$ Punkten und bei den Experten $68,07 \pm 37,74$ Punkte. Zwar wurde mit einer Effektstärke nach Rosenthal von 0,4 ein guter Trainingserfolg statistisch nachgewiesen, doch deutet das Trainingsresultat selbst der Experten darauf hin, dass die gewonnenen Fähigkeiten bei der Myomektomie noch deutlich verbesserungswürdig waren.

In der Literatur liegt zum Myomektomietraining mithilfe des HystSim® bislang lediglich die Studie von Neis et al. (2016) vor, deren Teilnehmer in fünf Trainingsrunden sowohl einen Polypen als auch ein Myom resezierten sollten. Leider ist eine direkte Vergleichbarkeit mit der eigenen Untersuchung nicht gegeben, da die Arbeitsgruppe Neis eine andere Auswertungsmethode anwendete und aus den MMSS-Parametern als primäre Endpunkte neben der verbrauchten Flüssigkeitsmenge lediglich die mit dem Instrument zurückgelegte Pfadlänge als Maßstab für eine ergonomische Operation und die Resektionszeit als Ökonomiemaßstab analysierten. Hierbei fiel die Pfadlänge zum Entfernen beider Pathologien bei den Experten in den einzelnen Durchgängen jeweils länger aus. Die Autoren begründeten dies damit, dass die Experten im Rahmen ihrer praktischen chirurgischen Tätigkeit verinnerlicht hatten, bei der Resektion eines Polypen/Myoms eher das gesamte Resektoskop zu bewegen als nur dessen Schlinge, was naturgemäß zu längeren Messstrecken führte. Unabhängig von diesem Unterschied steigerten jedoch beide Gruppen ihre Leistungen bei der Resektion kontinuierlich über die fünf Trainingsrunden im Sinne einer Lernkurve (Neis et al., 2016). Auch Bajka et al. (2010) konnten eine Lernkurve beobachten: Bei Wiederholungen der hysteroskopischen Aufgaben ereigneten sich kontinuierliche Verbesserungen, bis sich nach etwa 10 Durchgängen ein Plateau einstellte (Bajka et al., 2010).

Bei der Betrachtung des Gesamtergebnisses unserer Untersuchung zeigten sich in beiden Gruppen Trainingserfolge anhand deutlicher Verbesserungen des MMSS-Scores. In der Anfängergruppe stieg der Gesamtscore um etwa 90 Punkte auf 147,81 Punkte, in der Expertengruppe sogar über 150 Punkte auf 206,60 Punkte. Eine Effektstärke nach Rosenthal von 0,4 belegte den guten Trainingserfolg. Es war sowohl der Scoreunterschied zwischen Anfängern und Experten nach dem Training statistisch signifikant ($p = 0,002$) als auch der post-prä-Vergleich ($p = 0,015$). Die Ergebnisse belegen, dass beide Gruppen – unabhängig von ihrer Vorerfahrung – vom Training mit dem HystSim® profitierten und die Anfänger durch das Training ihre Leistungen steigern konnten. Es wurde aber auch deutlich, dass der Trainingsumfang für die Anfängergruppe nicht ausreichend war, um das Niveau der Experten zu erreichen. In dieser Hinsicht wäre es interessant, die Leistungen der Anfänger nach einer Serie weiterer Trainingsdurchgänge erneut zu testen. Dies ist Ziel zukünftiger Studien. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass auch die Anfänger durch mehr Training eine weitere Leistungssteigerung erfahren hätten.

Es fragt sich, ob die Übung an virtuellen Simulatoren tatsächlich einem Training mit organischem Material gleichwertig ist. Daher stellten wir parallel zu den Übungen am Trainingssimulator HystSim® den Probanden Schweineherzen zur Verfügung, an denen sie hysteroskopische und laparoskopische Techniken erproben konnten und auf diese Weise eine direkte Vergleichsmöglichkeit zwischen Simulation (HystSim®) und Realität (Tiermodell) erhielten. Die Teilnehmer schilderten abschließend ihre Eindrücke mit Hilfe eines Fragebogens, in dem vergleichend für das Training mit dem HystSim® und den Schweineherzen Fragen zu den fünf Komplexen Tissue Cutting, Overall Impression, Training Capacity, Training Capacity Performance Assessment und Training Capacity Overall gestellt wurden. Unterschiede zwischen beiden Trainingsmethoden ergaben sich lediglich hinsichtlich des

Parameters „Tissue Cutting“: Für das Erlernen des Durchtrennens von Gewebe vergaben Anfänger beim tierischen Material eine höhere Punktzahl sowohl im Vergleich mit den Experten als auch im Vergleich mit dem HystSim®. Dagegen sahen die Experten hinsichtlich der Gewebedurchtrennung keinen Unterschied zwischen HystSim® und tierischem Material. Während das Tissue cutting bei den im Umgang mit realem Gewebe erfahrenen Gynäkologen nachvollziehbarerweise nicht im Vordergrund stand, beurteilten sie die Trainingskapazität des Arbeitens mit tierischem Material statistisch signifikant schlechter als die Anfänger. Beide Probandengruppen beurteilten die Gesamttrainingskapazität der zwei Trainingsmodelle jedoch gleich.

Im Rahmen einer vergleichbaren Studie wurde 16 Teilnehmern eines Aufbaukurses zur operativen Hysteroskopie sowohl ein Training mit dem HystSim® als auch mit einer traditionellen Tiersimulation an Schweineblasen angeboten. Sofort nach dem Training beurteilten die Probanden beide Modelle im Hinblick auf deren Realitätsnähe und Trainingskapazität mit einer 5-stufigen Likert-Skala. Bei den Parametern „Vielfalt der Trainingsmöglichkeiten“ ($p = 0,039$) und „Leistungserfassung“ ($p = 0,01$) erreichte der virtuelle Simulator höhere Punktzahlen, und auch hinsichtlich der Trainingskapazität wurde er tendenziell, aber nicht statistisch signifikant, besser bewertet (Glazerman et al., 2009). Die Autoren zogen den Schluss, dass das Training mit dem virtuellen Simulator dem seinerzeitigen Goldstandard des Tiermodells zumindest gleichwertig war und als zusätzliche Vorteile eine Reproduzierbarkeit der Versuche und eine Messbarkeit der Ergebnisse ermöglichte.

Auch unsere Resultate weisen nicht auf einen entscheidenden Vorteil der Verwendung von organischem Material beim Training der Hysteroskopie hin. Wegen der uneingeschränkten Verfügbarkeit des Modells, der Standardisierung des Trainings und der Reproduzierbarkeit sollte daher nach Möglichkeit den virtuellen Simulatoren der Vorzug gegeben werden.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie deuten darauf hin, dass hinsichtlich der Leistungserfassung durch das MMSS weiterer Entwicklungsbedarf besteht. Es wird beispielsweise kritisiert, dass beim Training mit einem virtuellen Simulator wie dem HystSim® ein realitätsnahes haptisches Feedback fehlt (Bajka et al., 2010; Neis et al., 2016). Auch wird im Sicherheitsmodul des MMSS nicht zwischen einem kritischen und einem nicht-kritischen Kontakt mit der Uteruswand unterschieden (Bajka et al., 2010; Neis et al., 2016).

Dennoch belegen die Ergebnisse unserer Studie mit dem HystSim®-Training, dass sich durch ein intensives virtuelles Trainingsprogramm die Fähigkeiten der Operateure messbar verbessern lassen. Da die Leistungen der Anfänger auch nach dem Training teilweise deutlich hinter denjenigen der Experten zurückblieben, sind weitere Studien wünschenswert, die sich damit beschäftigen, welche Trainingsfrequenz bis zum Erreichen eines weit fortgeschrittenen Leistungsstandards erforderlich ist. Der Einsatz virtueller Simulatoren ist nach heutigem Kenntnisstand wertvoll und unverzichtbar. Auch im Rahmen einer Befragung von 146 in der Gynäkologie tätigen Assistenzärzten wurde ein Simulationstraining als bedeutendster Faktor beim Erlernen der Hysteroskopie identifiziert (van Dongen et al., 2006). Hiermit konform gaben die internationalen Fachgesellschaften ESGE, EBCOG, EAGS, ENTOG, ACOG und AAGL im Jahr 2014 gemeinsam eine starke Empfehlung aus: Jede Klinik, die endoskopische Chirurgie lehrt, sollte ein Simulationstraining anbieten, um die Fähigkeiten der Ärzte zu verbessern. Es besteht Evidenz, dass ein Simulationstraining vor der Tätigkeit im Operationssaal in allen endoskopisch-chirurgischen Disziplinen die Morbidität und Mortalität der Patienten reduziert (ESGE, 2014).

Ein Training mit dem hier eingesetzten virtuellen Simulator HystSim® in Zusammenhang mit dem multiparametrischen Scoresystem MMSS erfüllt nach unseren Ergebnissen folgende Anforderungen:

- Die klinische Relevanz zeigt sich anhand der Verbesserungen beim Durchführen praktischer Aufgaben, wie hier der Myomektomie.
- Die kritische Relevanz wird aus Verschlechterungen der Sicherheitsparameter offensichtlich, d.h. sie weist auf Schwächen und mögliche Komplikationsrisiken hin.
- Die Motivation zur Verbesserung der eigenen Leistung wird durch das direkte Feedback beim Begehen, aber auch beim Überwinden von Fehlern gefördert.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie sollte die Konstruktvalidität eines virtuellen Simulators untersucht werden. Es sollten die Fragen beantwortet werden, ob sich bei Probanden durch temporäres Simulationstraining die hysteroskopischen Fähigkeiten und die Leistung bei der Durchführung einer speziellen Aufgabe verbessern. Zwischen Juni 2014 und Mai 2015 nahmen 57 Absolventen eines Kurses zur minimalinvasiven Chirurgie der Universität Kiel an einem hysteroskopischen Training mit Hilfe des HystSim® teil. Alle Teilnehmer führten als Testaufgabe eine Myomektomie aus. Die Leistungen vor und nach dem Training wurde mit Hilfe des multiparametrischen Scoresystems MMSS beurteilt. Zusätzlich konnten die Probanden laparoskopische Übungen am Schweineherzen durchführen. Die Auswertung zeigte, dass alle Probanden unabhängig von ihrer Vorerfahrung nach dem Training ihre hysteroskopischen Fähigkeiten verbessert hatten ($p = 0,015$, Effektstärke 0,4). Die Expertengruppe erzielte nach dem Training bessere Scorewerte als die Anfängergruppe ($p = 0,002$). Beim Durchführen der Myomektomie verbesserten ebenfalls beide Gruppen ihre Leistung statistisch signifikant (Anfänger $p = 0,001$; Experten $p = 0,006$, Effektstärke 0,4). In Bezug auf die Parameter Visualisierung und Ökonomie schnitten die Experten zunächst schlechter ab, steigerten aber ihre Leistung und erreichten am Ende des Trainings bessere Werte als die Anfänger (Effektstärke 0,3). Hinsichtlich der Sicherheit steigerten nur die Experten ihre Leistung (Effektstärke 0,3), während das Training nur einen geringen Einfluss auf die Flüssigkeitshandhabung hatte (Effektstärke 0,2). Beim Vergleich der Erfahrungen mit dem HystSim® und einem Tiermodell war der virtuelle Simulator in Bezug auf die Vielfalt der Trainingsmöglichkeiten ($p = 0,039$) und die Leistungserfassung ($p = 0,01$) dem Tiermodell überlegen. Das Simulationstraining mit dem HystSim® und die Leistungserfassung mit Hilfe des MMSS erwies sich folglich als klinisch und kritisch relevant sowie motivationsfördernd. Weitere Studien zur Optimierung des MMSS und zur Bedarfsermittlung der notwendigen Trainingsfrequenz bis zum Erreichen eines weit fortgeschrittenen Leistungsstatus sind wünschenswert.

6 Literaturverzeichnis

- Alkatout I. Complications of Laparoscopy in Connection with Entry Techniques. *J Gynecol Surg* (2017);33:81-91.
- Bajka M, Tuchschnid S, Fink D, Szekely G, Harders M. Establishing construct validity of a virtual-reality training simulator for hysteroscopy via a multimetric scoring system. *Surg Endosc* (2010);24:79-88.
- Bajka M, Tuchschnid S, Streich M, Fink D, Szekely G, Harders M. Evaluation of a new virtual-reality training simulator for hysteroscopy. *Surg Endosc* (2009);23:2026-33.
- Bassil A, Rubod C, Borghesi Y, Kerbage Y, Schreiber ES, Azais H et al. Operative and diagnostic hysteroscopy: A novel learning model combining new animal models and virtual reality simulation. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* (2017);211:42-47.
- Beard JD. Assessment of surgical competence. *Br J Surg* (2007);94:1315-6.
- Buchmann P, Dincler S. [Learning curve--calculation and value in laparoscopic surgery]. *Ther Umsch* (2005);62:69-75.
- Cagir B, Rangraj M, Maffuci L, Herz BL. The learning curve for laparoscopic cholecystectomy. *J Laparoendosc Surg* (1994);4:419-27.
- Chmarra MK, Klein S, de Winter JC, Jansen FW, Dankelman J. Objective classification of residents based on their psychomotor laparoscopic skills. *Surg Endosc* (2010);24:1031-9.
- Cusick RA, Waldhausen JH. The learning curve associated with pediatric laparoscopic splenectomy. *Am J Surg* (2001);181:393-7.
- Darwish AM, Hassan ZZ, Attia AM, Abdelraheem SS, Ahmed YM. Biological effects of distension media in bipolar versus

monopolar resectoscopic myomectomy: a randomized trial. *J Obstet Gynaecol Res* (2010);36:810-7.

Derossis AM, Fried GM, Abrahamowicz M, Sigman HH, Barkun JS, Meakins JL. Development of a model for training and evaluation of laparoscopic skills. *Am J Surg* (1998);175:482-7.

Elessawy M, Wewer A, Guenther V, Heilmann T, Eckmann-Scholz C, Schem C et al. Validation of psychomotor tasks by Symbionix LAP Mentor simulator and identifying the target group. *Minim Invasive Ther Allied Technol* (2017);26:262-268.

ESGE. Important recommendation on endoscopic training and quality assurance. <http://www.esge.org/joint-recommendation-on-endoscopic-training/> [26.05.2017]. (2014).

Ewies AA, Khan ZR. Cattle Uterus: A Novel Animal Laboratory Model for Advanced Hysteroscopic Surgery Training. *Obstet Gynecol Int* (2015);2015:967693.

Gallagher AG, McClure N, McGuigan J, Crothers I, Browning J. Virtual reality training in laparoscopic surgery: a preliminary assessment of minimally invasive surgical trainer virtual reality (MIST VR). *Endoscopy* (1999);31:310-3.

Gallagher AG, McClure N, McGuigan J, Ritchie K, Sheehy NP. An ergonomic analysis of the fulcrum effect in the acquisition of endoscopic skills. *Endoscopy* (1998);30:617-20.

Gallagher AG, Ritter EM, Satava RM. Fundamental principles of validation, and reliability: rigorous science for the assessment of surgical education and training. *Surg Endosc* (2003);17:1525-9.

Glazerman LR, Hart SR, Bajka M, Fink D, Bassaly RR. Preliminary experience with virtual reality simulation vs. animal model for hysteroscopic myomectomy training. *J Minim Invasive Gynecol* (2009);16.

Gurusamy KS, Nagendran M, Toon CD, Davidson BR. Laparoscopic surgical box model training for surgical trainees with limited prior laparoscopic experience. *Cochrane Database Syst Rev* (2014);Cd010478.

Hasan A, Pozzi M, Hamilton JR. New surgical procedures: can we minimise the learning curve? *BMJ* (2000);320:171-3.

Hogle NJ, Chang L, Strong VE, Welcome AO, Sinaan M, Bailey R et al. Validation of laparoscopic surgical skills training outside the operating room: a long road. *Surg Endosc* (2009);23:1476-82.

Hucke J, De Wilde RL, Kolmorgen K, Wallwiener D. Konzept der Arbeitsgemeinschaft für Gynäkologische Endoskopie (AGE) zur Förderung der Ausbildung und Weiterbildung in der gynäkologischen Endoskopie. <http://www.ag-endoskopie.de/zertifizierungskonzept> [17.12.2017] (2006).

Jordan JA, Gallagher AG, McGuigan J, McClure N. Virtual reality training leads to faster adaptation to the novel psychomotor restrictions encountered by laparoscopic surgeons. *Surg Endosc* (2001);15:1080-4.

Kayatas S, Meseci E, Tosun OA, Arinkan SA, Uygur L, Api M. Experience of hysteroscopy indications and complications in 5,474 cases. *Clin Exp Obstet Gynecol* (2014);41:451-4.

Kick O, Bohrer H, Wallwiener D, Martin E. [Hysteroscopy syndrome. Absorption of irrigation fluid in surgical hysteroscopy]. *Zentralbl Gynakol* (1994);116:227-9.

Kingston A, Abbott J, Lenart M, Vancaillie T. Hysteroscopic training: the butternut pumpkin model. *J Am Assoc Gynecol Laparosc* (2004);11:256-61.

Lamata de la Orden P. Methodologies for the analysis, design and evaluation of laparoscopic surgical simulator. On addressing optimal design of virtual reality simulators. Louvain-la-Neuve, Belgien: Presses universitaires de Louvain, 2004.

- Lehmann KS, Grone J, Lauscher JC, Ritz JP, Holmer C, Pohlen U et al. Simulationstraining in der Weiterbildung - Einsatz von virtuellen laparoskopischen Operationssimulatoren in einem chirurgischen Trainingskurs. *Zentralbl Chir* (2012);137:130-7.
- Lindemann HJ. Historical aspects of hysteroscopy. *Fertil Steril* (1973);24:230-42.
- Mackay S, Datta V, Chang A, Shah J, Kneebone R, Darzi A. Multiple Objective Measures of Skill (MOMS): a new approach to the assessment of technical ability in surgical trainees. *Ann Surg* (2003);238:291-300.
- Magee JH. Validation of medical modeling & simulation training devices and systems. *Stud Health Technol Inform* (2003);94:196-8.
- Mettler L, Schollmeyer T, Tinelli A, Malvasi A, Alkatout I. Complications of Uterine Fibroids and Their Management, Surgical Management of Fibroids, Laparoscopy and Hysteroscopy versus Hysterectomy, Haemorrhage, Adhesions, and Complications. *Obstet Gynecol Int* (2012);2012:791248.
- Mettler L, Wendland EM, Patel P, Caballero R, Schollmeyer T. Hysteroscopy: an analysis of 2-years' experience. *Jsls* (2002);6:195-7.
- Meyer P, Schollmeyer M. Der Wert der Hysteroskopie bei der Diagnostik und Therapie uteriner Erkrankungen. *Ärzteblatt Sachsen* (2000);3/2000:98-.
- Molinas CR, Campo R. Retention of laparoscopic psychomotor skills after a structured training program depends on the quality of the training and on the complexity of the task. *Gynecol Surg* (2016);13:395-402.
- Nagendran M, Toon CD, Davidson BR, Gurusamy KS. Laparoscopic surgical box model training for surgical trainees with no prior laparoscopic experience. *Cochrane Database Syst Rev* (2014);Cd010479.

- Nanda NC, Kapur KK, Kapoor PM. Simulation for transthoracic echocardiography of aortic valve. *Ann Card Anaesth* (2016);19:498-504.
- Neis F, Brucker S, Henes M, Taran FA, Hoffmann S, Wallwiener M et al. Evaluation of the HystSim-virtual reality trainer: an essential additional tool to train hysteroscopic skills outside the operation theater. *Surg Endosc* (2016);30:4954-4961.
- Nickel F, Kowalewski KF, Muller-Stich BP. [Risk awareness and training for prevention of complications in minimally invasive surgery]. *Chirurg* (2015);86:1121-7.
- Nisky I, Huang F, Milstein A, Pugh CM, Mussa-Ivaldi FA, Karniel A. Perception of stiffness in laparoscopy - the fulcrum effect. *Stud Health Technol Inform* (2012);173:313-9.
- Piromchai P, Avery A, Laopaiboon M, Kennedy G, O'Leary S. Virtual reality training for improving the skills needed for performing surgery of the ear, nose or throat. *Cochrane Database Syst Rev* (2015);Cd010198.
- Ramsay CR, Grant AM, Wallace SA, Garthwaite PH, Monk AF, Russell IT. Assessment of the learning curve in health technologies. A systematic review. *Int J Technol Assess Health Care* (2000);16:1095-108.
- Römer T. *Hysteroskopischer Wegweiser für Gynäkologen*. 2. Aufl. Berlin: de Gruyter, 2008.
- Schijven MP, Jakimowicz JJ. Validation of virtual reality simulators: Key to the successful integration of a novel teaching technology into minimal access surgery. *Minim Invasive Ther Allied Technol* (2005);14:244-6.
- Shapiro SJ, Paz-Partlow M, Daykhovsky L, Gordon LA. The use of a modular skills center for the maintenance of laparoscopic skills. *Surg Endosc* (1996);10:816-9.
- Shetty S, Zevin B, Grantcharov TP, Roberts KE, Duffy AJ. Perceptions, training experiences, and preferences of surgical residents

toward laparoscopic simulation training: a resident survey. *J Surg Educ* (2014);71:727-33.

Spille J, Wenners A, von Hehn U, Maass N, Pecks U, Mettler L et al. 2D Versus 3D in Laparoscopic Surgery by Beginners and Experts: A Randomized Controlled Trial on a Pelvitainer in Objectively Graded Surgical Steps. *J Surg Educ* (2017);74:867-877.

Stunt J, Wulms P, Kerkhoffs G, Dankelman J, van Dijk C, Tuijthof G. How valid are commercially available medical simulators? *Adv Med Educ Pract* (2014);5:385-95.

Szinicz G, Beller S, Zerz A. [Role of the pulsatile organ perfusion surgical simulator in surgery education]. *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd* (1997);114:687-93.

Tevaeearai HT, Mueller XM, von Segesser LK. 3-D vision improves performance in a pelvic trainer. *Endoscopy* (2000);32:464-8.

Tuchs Schmid S, Bajka M, Bachofen D, Szekely G, Harders M. Objective surgical performance assessment for virtual hysteroscopy. *Stud Health Technol Inform* (2007);125:473-8.

van der Wiel SE, Kuttner Magalhaes R, Rocha Goncalves CR, Dinis-Ribeiro M, Bruno MJ, Koch AD. Simulator training in gastrointestinal endoscopy - From basic training to advanced endoscopic procedures. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* (2016);30:375-87.

van Dongen H, Kolkman W, Jansen FW. Hysteroscopic surgery: Perspectives on skills training. *J Minim Invasive Gynecol* (2006);13:121-5.

Votanopoulos K, Brunicardi FC, Thornby J, Bellows CF. Impact of three-dimensional vision in laparoscopic training. *World J Surg* (2008);32:110-8.

Wallwiener D, Aydeniz B, Rimbach S, Fischer A, Conradi R, Bastert G. [Addition of ethanol to the distension medium in surgical

hysteroscopy as screening to prevent "fluid overload". A prospective randomized comparative study of ablative versus non-ablative surgical hysteroscopy and different ethanol concentration]. *Geburtshilfe Frauenheilkd* (1996);56:462-9.

Yule S, Flin R, Paterson-Brown S, Maran N. Non-technical skills for surgeons in the operating room: a review of the literature. *Surgery* (2006);139:140-9.

7 Publikationen

7.1 Publikation

Elessawy M, Skrzipczyk M, Eckmann-Scholz C, Maass N, Mettler L, Guenther V, van Mackelenbergh M, Bauerschlag DO, Alkatout I. (2017): Integration and Validation of Hysteroscopy Simulation in the Surgical Training Curriculum. J Surg Educ. 2017 Jan - Feb;74(1):84-90

7.2 Abstract

Abstract: „Validation of hysteroscopy simulation in the surgical training curriculum” zum 25. ESGE Kongress vom 02 – 05. Oktober 2016 in Brüssel

Mohamed Elessawy¹, Moritz Skrzipczyk², Christel Eckmann-Scholz², Nicolai Maass², Liselotte Mettler², Ibrahim Alkatout².

¹Universitätsklinikum Schleswig-Holstein- Campus Kiel, Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe, Kiel, Germany.

²University Hospitals Schleswig-Holstein- Campus Kiel, Department of Gynaecology and Obstetrics, Kiel, Germany

8 Anhang

8.1 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Parameter für die Evaluierung der virtuellen Hysteroskopie (Bajka et al., 2010)	16
Tabelle 2: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Safety“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)	24
Tabelle 3: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Fluid Handling“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.).....	26
Tabelle 4: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Economy“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.).....	27
Tabelle 5: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Visualization“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.).....	29
Tabelle 6: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Myomectomy“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.).....	30

Tabelle 7:	Gesamtergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)	32
Tabelle 8:	Beurteilung der Trainingsmethoden HystSim® („Sim“) und Tiermaterial („Ani“) durch Anfänger und Experten (Statistisch signifikante Ergebnisse sind dunkelgrau hinterlegt.)	34

8.2 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Beispiel für eine Lernkurve in Expertensystemen (adaptiert an Alkatout, 2017).....	6
Abbildung 2:	Forschungsbereiche mit Einflüssen auf das Training und den Simulator (Lamata de la Orden, 2004)	8
Abbildung 3:	HystSim®Trainingssimulator (www.virtamed.com/en)	13
Abbildung 4:	Bipolares Hochfrequenz-Resektoskop (Fa. Karl Storz).....	18
Abbildung 5:	Hysteroskopischer gynäkologischer Situs (http://hegdehospital.com/hysteroscopy).....	20
Abbildung 6:	Hysteroskopische Myomresektion (Quelle: Diagnostic and Therapeutic Hysteroscopy Course, Simulation Based Training Curriculum, Universitätsspital Zürich, 2010)	21
Abbildung 7:	Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Safety“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten.....	25

Abbildung 8: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Fluid Handling“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten	26
Abbildung 9: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Economy“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten	28
Abbildung 10: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Visualization“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten	29
Abbildung 11: Ergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) für den Parameter „Myomectomy“ vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten	31
Abbildung 12: Gesamtergebnisse des multimetrischen Scoresystems (MMSS) vor („prä“) und nach („post“) dem HystSim®-Training bei Anfängern und Experten	32
Abbildung 13: Vergleich der Score Differenzen nach-vor dem Training für alle MMSC-Parameter und das Gesamtergebnis	33

8.3 Questionnaire

QUESTIONNAIRE

STUDY:

Test-Nr.:

Realism

Scoring: 1 not realistic, 3 undecided, 5 very realistic

	VR Simulator (HystSim)	Animal Model
Visual realism	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Navigation with hysteroscope	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Anatomy	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Tissue cutting	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Fluid management	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Bleeding	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Overall impression	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Training Capacity

Scoring: 1 not useful, 3 undecided, 5 very useful

	VR Simulator (HystSim)	Animal Model
Camera handling	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Bleeding control	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Diagnostic hysteroscopy	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Operative hysteroscopy	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Variety of training cases	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Complication management	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Performance assessment	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Objective feedback	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Overall training capacity	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Statements

1 strongly disagree, 3 neutral, 5 strongly agree

I believe it is important that surgical residents train on a surgical simulator before operating on patients.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
I believe it is important that surgical residents train on animal models before operating on patients.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
I believe it is important that surgical residents train on inanimate models before operating on patients.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
I believe HystSim is a useful tool for teaching hysteroscopic procedures.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
I believe HystSim is a useful instrument for performance assessment of hysteroscopic procedures.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
I would recommend HystSim to my colleagues.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Prior to today, did you have any experience with surgical simulators? Yes No
 If yes, please specify:

Have you ever attended a skills training course or education program?
 If yes, please specify

Remarks / Quotes on HystSim:

9 Danksagung

An dieser Stelle gehört mein Dank nachstehenden Personen, ohne deren Mithilfe die Anfertigung meiner Promotionsschrift nicht zustande gekommen wäre. Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Ibrahim Alkatout, M.A., Oberarzt der Klinik und Leiter der „Kiel School of Gynaecological Endoscopy, für die Betreuung dieser Arbeit und die unentbehrliche Hilfe und Ideengebung. Dank gilt dem Direktor der Universitätsfrauenklinik Herrn Prof. Dr. med. Nicolai Maass und seinem Vorgänger Herrn Prof. Dr. med. Walter Jonat, die mir freundlicherweise das Thema überlassen haben. Mein herzlicher Dank gilt Frau Prof. Dr. Lieselotte Mettler, stellvertretende Leiterin des Universitären Kinderwunschzentrums Kiel und Dr. Mohamed Elessawy, Facharzt für Gynäkologie. Diese eröffneten mir einen kritischen Zugang zu der Thematik, begleiteten mich stets professionell und warmherzig. Sie integrierten mich in das Team und hatten jederzeit ein offenes Ohr, sodass mir die zahlreichen Gespräche, sowohl auf fachlicher als auch auf persönlicher Ebene, immer als bereichernder und konstruktiver Austausch in Erinnerung bleiben werden. Herr Prof. Dr. Alkatout ermöglichte mir weiterhin eine Koautorenschaft der aus der Promotion entstandenen Publikation. Zudem danke ich Herrn Dr. Peter Schenk, Senior Product Manager der Firma Virtamed und Dr. Stefan Tuchschildt, Co-CEO and Founder, für die kostenfreie Bereitstellung des „HystSim hysteroscopic simulator“ und dessen Unterstützung während der einzelnen Trainingseinheiten. Darüber hinaus möchte ich Dawn Rütter und Birte Schollmeyer (Office Management der Kiel School of Gynaecological Endoscopy) danken, die mir während der Datenerhebung bei Fragen und Wünschen stets geholfen haben. Ebenso danke ich für die wissenschaftliche statistische Betreuung Dipl.-Math. Ulrike von Hehn, geschäftsführende Gesellschafterin der „medistat GmbH“. Mein Dank gilt insbesondere auch allen Gastärzten und Studenten, die sich freundlicherweise als Probanden für mein wissenschaftliches Projekt zu Verfügung gestellt haben. Dank gilt zuletzt auch meiner Familie und meinen Freunden, die mich während dieser Promotionsarbeit und des gesamten Studiums begleitet und stets unterstützt haben.

10 Lebenslauf

■ Persönliche Daten

Name: Moritz Skrzypczyk

Geburtsdaten: 24.02.1988

Geburtsort: Münster

Familienstand: Ledig

■ Schulbildung

1994-1998 Grundschule Bad Driburg

1998-2007 St. Xaver Gymnasium Bad Driburg

2007-2008 Bundeswehr Idar-Oberstein

Freiwilliges Soziales Jahr Münster

WS 2008 Studium der Humanmedizin UKGM/UKSH

06/2015 Approbation als Arzt am UKSH Kiel

Seit 11/2015 Assistenzarzt Asklepios Westklinikum Rissen

■ Praktische Erfahrungen

2011/2012	Famulatur Psychiatrie Bad Driburg
Ende 2012	Famulatur Radiologie Paderborn
Ab Mai 2014	Praktisches Jahr

■ Sprachen

- Englisch (Fließend in Wort und Schrift)
- Französisch (Gute Grundkenntnisse)

■ Promotion

Integrierung und Validierung der Hysteroskopie-Simulation mit dem HystSim® im Rahmen von Trainingskursen zur gynäkologischen Endoskopie (2014 – 2018)

■ Publikationen

Abstract: „Validation of hysteroscopy simulation in the surgical training curriculum“ zum 25. ESGE Kongress vom 02 – 05. Oktober 2016 in Brüssel

Mohamed Elessawy¹, Moritz Skrzipczyk², Christel Eckmann-Scholz², Nicolai Maass², Liselotte Mettler², Ibrahim Alkatout².

¹Universitätsklinikum Schleswig-Holstein- Campus Kiel, Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe, Kiel, Germany.

²University Hospitals Schleswig-Holstein- Campus Kiel, Department of Gynaecology and Obstetrics, Kiel, Germany

Elessawy M, Skrzipczyk M, Eckmann-Scholz C, Maass N, Mettler L, Guenther V, van Mackelenbergh M, Bauerschlag DO, Alkatout I. (2017): Integration and Validation of Hysteroscopy Simulation in the Surgical Training Curriculum. J Surg Educ. 2017 Jan - Feb;74(1):84-90