

Aus der Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral-, Transplantations-, Gefäß- und
Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. C.-T. Germer

Einfluss unterschiedlicher Lehrmethoden zum Vermitteln laparoskopischer Fertigkeiten – eine randomisierte, kontrollierte Studie

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Anna Ursula Widder

aus Amberg

Würzburg, Juli 2021



Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Florian Seyfried

Korreferentin: Univ.-Prof. Dr. med. Sarah König

Tag der mündlichen Prüfung: 27.04.2022

Die Promovendin ist Ärztin

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Stellenwert der Laparoskopie	1
1.2	Laparoskopie in der chirurgischen Aus- und Weiterbildung.....	2
1.3	Trainereinheiten	3
1.3.1	Virtuelle Trainereinheiten.....	3
1.3.2	Nicht-virtuelle Trainereinheiten	3
1.4	Fragestellungen und Ziele dieser Studie	4
2	MATERIAL UND METHODEN	5
2.1	Ethikantrag.....	5
2.2	Materialien.....	5
2.2.1	Trainereinheit und Instrumente	5
2.2.2	Übungsmodul „Koffer packen“	6
2.2.3	Software.....	7
2.3	Methodik.....	8
2.3.1	Verwendete Lehrmethoden.....	8
2.3.2	Lehrvideos.....	8
2.4	Organisation und Durchführung des Kurses	9
2.4.1	Studiendesign und Kursorganisation	9
2.4.2	Zeitlicher Ablauf der Kurstage.....	11
2.4.3	Eingangsfragebogen.....	13
2.4.4	Zielvorgaben der Übung „Koffer packen“	14

2.5	Bewertungsbogen	15
2.6	Statistische Auswertung	17
2.6.1	Leistungszuwachs unabhängig der Gruppenzugehörigkeit.....	17
2.6.2	Lern- und Leistungszuwachs abhängig der Gruppenzugehörigkeit	18
2.6.3	Faktorenanalyse und Einfluss der Kovariaten	18
2.6.4	Latent-Difference-Model	19
3	ERGEBNISSE	20
3.1	Charakterisierung des Studienkollektivs	20
3.2	Auswertung des Eingangsfragebogens	21
3.2.1	Faktorenanalyse des Eingangsfragebogens	22
3.3	Interne Validierung und Interrater-Reliabilität	23
3.4	Leistungszuwachs unabhängig der Gruppenzugehörigkeit.....	25
3.5	Leistungs- und Lernzuwachs abhängig der Gruppenzugehörigkeit	27
3.6	Einfluss der Kovariaten	31
3.6.1	Faktor „Geschick“	31
3.6.2	Motivation	34
3.6.3	Geschlecht	37
3.6.4	Kameraführung	40
3.7	Latent-Difference-Model	40
4	DISKUSSION	43
4.1	Curriculares Erlernen laparoskopischer Fertigkeiten	43
4.2	Zielvorgaben und Bewertungselemente	44
4.3	Expertenlevel – Interne Validierung	45

4.4	Auswahl der Lehrmethode.....	46
4.5	Lernzuwachs unabhängig der Gruppenzugehörigkeit	48
4.6	Lernzuwachs abhängig der Gruppenzugehörigkeit.....	48
4.7	Kovariaten.....	49
4.7.1	Faktor „Geschick“	50
4.7.2	Motivation	51
4.7.3	Geschlecht	51
4.7.4	Kameraführung	52
4.8	Latent-Difference-Model	53
4.9	Stärken und Limitationen.....	54
4.10	Fazit und Ausblick	56
5	ZUSAMMENFASSUNG	57
6	LITERATURVERZEICHNIS.....	59
I.	Abkürzungsverzeichnis	1
II.	Abbildungsverzeichnis	2
III.	Tabellenverzeichnis.....	3
IV.	Anhang.....	4
	Danksagung.....	12
	LEBENS LAUF.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1 EINLEITUNG

1.1 Stellenwert der Laparoskopie

Der minimalinvasive Zugang zur Abdominalhöhle (Laparoskopie) hat in den letzten Jahrzehnten in der Viszeralchirurgie einen immer höheren Stellenwert erlangt und ist mittlerweile bei einer Vielzahl von Operationen der bevorzugte oder gar empfohlene Zugangsweg [1, 2].

Durch das verringerte Zugangstrauma kann nicht nur eine zügigere postoperative Rekonvaleszenz der Patientinnen und Patienten mit einer Reduktion der Schmerzen und eine Verringerung der Liegedauer mit weniger Krankheitstagen erreicht werden, sondern auch für spezifische Eingriffe, die perioperative Morbidität und Mortalität nachweislich gesenkt werden [3-6]. Initial hat der laparoskopische Zugangsweg bei einfacheren Eingriffen wie der Cholezystektomie oder Appendektomie Einzug gehalten. Heute werden über 90% der Cholezystektomien und über 80% der Appendektomien minimalinvasiv durchgeführt [7]. Während der letzten 20 Jahre wurde das laparoskopische Vorgehen zunehmend bei komplexeren Eingriffen wie beispielsweise der bariatrischen Chirurgie, aber auch bei komplexen viszeralonkologischen Operationen (Pankreaschirurgie, Ösophaguschirurgie, Kolonchirurgie, Magenchirurgie) etabliert und zeigte gerade dort relevante postoperative Vorteile für Patientinnen und Patienten gegenüber dem offenen Zugangsweg [8-12].

Folglich wird bereits in einigen evidenzbasierten Leitlinien der laparoskopische Zugang konkret für spezifische Eingriffe immer mehr empfohlen und als Standard propagiert. Somit wird in der Zukunft diese Operationstechnik mehr und mehr Einzug halten und auch an Komplexität zunehmen [12].

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit zu einer standardisierten Schulung und curricularen Weiterbildung zum systematischen Erlernen dieser Techniken. Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, wurde bereits im Jahr 2000 die „Chirurgische Arbeitsgemeinschaft für Minimal-Invasive Chirurgie“ (CAMIC) der deutschen Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie (DGAV) gegründet. Diese hat sich als Ziel die Weiterentwicklung und Standardisierung moderner minimal-invasiver Verfahren

gesetzt. Auch soll der Aus- und Weiterbildung im Umgang mit der Laparoskopie in der Facharztweiterbildung Viszeralchirurgie größere Bedeutung zugemessen werden.

1.2 Laparoskopie in der chirurgischen Aus- und Weiterbildung

Üblicherweise sammeln Medizinstudierende bereits in Famulaturen oder im praktischen Jahr erste Erfahrungen in laparoskopischen Techniken. Junge Assistenzärztinnen und Assistenzärzte sind in der Viszeralchirurgie zunächst als Operationsassistierende eingesetzt und erfüllen entweder statische Halteaufgaben oder führen die Kamera. Schon während des ersten Weiterbildungsjahres werden üblicherweise auch minimalinvasive, wenig komplexe Operationen wie eine laparoskopische Appendektomie oder Cholezystektomie unter Aufsicht durchgeführt.

Rasch werden junge Chirurginnen und Chirurgen mit stets komplexer werdenden Operationen und steigenden Behandlungsqualitätsanforderungen konfrontiert. Demgegenüber stehen immer strenger regulierte Arbeitszeiten und vermehrter administrativer Tätigkeit bei steigenden Kosten- und Qualitätsdruck. Daraus ergeben sich kürzere Expositionszeiten im Operationssaal, was die Weiterbildung und den Aufbau einer laparoskopischen Expertise stetig erschwert [13]. Daher wird ein Simulationstraining besonders zum Erlernen und Weiterentwickeln laparoskopischer Grundfertigkeiten zunehmend unverzichtbar. Dabei soll das Training an Trainereinheiten nicht die Zeit im Operationssaal ersetzen, sondern kann unterstützend zur Vorbereitung dienen und zur Vertiefung des bereits Gelernten beitragen. Die Effektivität virtueller und nicht-virtueller laparoskopischer Trainingssimulatoren und deren erfolgreicher Transfer in das operative Setting konnte bereits in zahlreichen Studien demonstriert werden [14-16]. Besonders unter dem Aspekt des Kostendrucks kann laparoskopisches Training am Simulator Operationszeit und somit Ressourcen im operativen und späteren Patientensetting einsparen [17, 18]. Aus diesen Gründen erscheint es sinnvoll, Studierende bereits im Studium für die Viszeralchirurgie zu begeistern und jungen Chirurginnen und Chirurgen zu Beginn der Weiterbildung erste Grundlagen der Laparoskopie zu vermitteln. So können bereits frühzeitig Talente

entdeckt, Grundkenntnisse erworben und die Begeisterung für chirurgische Fächer geweckt werden.

1.3 Trainereinheiten

1.3.1 Virtuelle Trainereinheiten

Es existieren unterschiedliche Trainereinheiten. Bei virtuellen Trainereinheiten beispielsweise dem LapSim® (SurgicalScience/Göteborg), erfolgt die visuelle Darstellung des Operationsgebietes computerbasiert als Animation auf einem Bildschirm [19]. Es können sowohl abstrakte wie auch anatomisch korrekte Grundübungen oder komplexe Operationen simuliert und geübt werden [20]. Beim Training selbst ist hierbei die haptische Erfahrung, die für ein präzises Operieren in unterschiedlich beschaffenem Gewebe wichtig ist, oftmals eingeschränkt [17, 21-23]. Zwar können Sensoren an den Instrumenten zu einem besseren Tastgefühl und einer optimalen Tiefenwahrnehmung beitragen, dies jedoch oftmals nicht realitätsnah nachahmen.

1.3.2 Nicht-virtuelle Trainereinheiten

Bei nicht-virtuellen Trainereinheiten werden vorgefertigte Übungsmodul in eine verschlossene Trainerbox eingelegt und das Arbeiten im Inneren der Trainerbox mithilfe von einer Kamera auf einen Bildschirm projiziert. Bei Trainereinheiten ohne feste Kamerainstallation wird eine weitere Person zur Bedienung der Laparoskopiekamera benötigt. Ein Beispiel für diese Art ist der „Berliner OP-Trainer“ (BOPT). Hierdurch kann eine realitätsgetreue Teaminteraktion simuliert werden [24]. Zumeist wird für die Durchführung der Übungen an diesen Trainereinheiten ein für die Laparoskopie übliches Instrumentarium verwendet. Durch das Nachempfinden eines möglichst realen operativen Settings kann der Umgang mit den Instrumenten in Bezug auf den Tastsinn und der Tiefenwahrnehmung erlernt werden. Eine dieser nicht-virtuellen Trainereinheiten mit fester Kamerainstallation wurde an der Klinik für Chirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein „Campus Lübeck“ entwickelt und etabliert. Bei dieser Trainereinheit, der „Lübecker Toolbox“ (LTB), handelt es sich um eine kompakte Trainerbox mit vier einsetzbaren Übungsmodulen, die innerhalb der Box ausgetauscht

werden können und zur Schulung von Grundfertigkeiten anhand sechs verschiedener Übungen dienen [25].

1.4 Fragestellungen und Ziele dieser Studie

Trainereinheiten unterschiedlichster Art sind zwar bereits an einigen universitären Arbeitsstätten vorhanden, jedoch meist in geringer Anzahl, was die Zugangszeit und somit Übungsmöglichkeit für die Einzelne und den Einzelnen begrenzt [26, 27].

In dieser Arbeit werden die Lehrmethoden „Deconstruction into key steps“ („DIKS“) und die gängige Lehrmethode „see one, do one...“ [28] im Hinblick auf das Erlernen laparoskopischer Grundfertigkeiten untersucht und miteinander verglichen. Hierzu wurde ein Laparoskopiekurs für Studierende entwickelt. Ziele der Studie waren zum einen das Verkürzen der notwendigen Übungszeit an Trainereinheiten beim Erlernen laparoskopischer Fertigkeiten ohne Einbußen im Lernzuwachs. Ein weiteres Ziel war die Etablierung eines strukturierten Kurscurriculums zum Erlernen laparoskopischer Fertigkeiten zu Beginn der chirurgischen Aus- und Weiterbildung [29].

Daraus ergaben sich folgende Fragestellungen:

1. Kann durch die Lehrmethode „DIKS“ die Übungszeit an Trainereinheiten verkürzt und dennoch ein gleicher Lernzuwachs im Vergleich zur konventionellen Methode („see one, do one...“) erzielt werden?
2. Ist die Kursübung geeignet, den Leistungs- und Lernzuwachs der laparoskopisch naiven Teilnehmenden abzubilden?
3. Hat die Selbsteinschätzung der motorischen Fähigkeiten einen Einfluss auf den Leistungszuwachs?
4. Zeigen Geschlecht und Motivation einen Einfluss auf den Leistungszuwachs?
5. Ist eine gute oder schlechte Kameraführung ein positiver oder negativer Prädiktor für die Leistung des Operierenden?

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Ethikantrag

Der Ethikkommission wurde das Studienprotokoll mit der Antragsnummer *20170403 01* vorgelegt. Nach Prüfung konnte die Unbedenklichkeit der Studie bestätigt werden. Ein Ethikvotum war nicht notwendig.

Die Studierenden wurden anhand ihrer Matrikelnummern pseudonymisiert. Ein Rückschluss zu persönlichen Daten der Studierenden war zu keinem Zeitpunkt möglich. Die Studienteilnahme war freiwillig. Vor Kursbeginn unterzeichneten die Studierenden eine schriftliche Einverständniserklärung (dem Anhang beigelegt).

2.2 Materialien

2.2.1 Trainereinheit und Instrumente

Als Trainereinheit wurde das etablierte multifunktionale Modell des Berliner OP-Trainer (BOPT) für eine möglichst realitätsnahe Simulation verwendet [24].

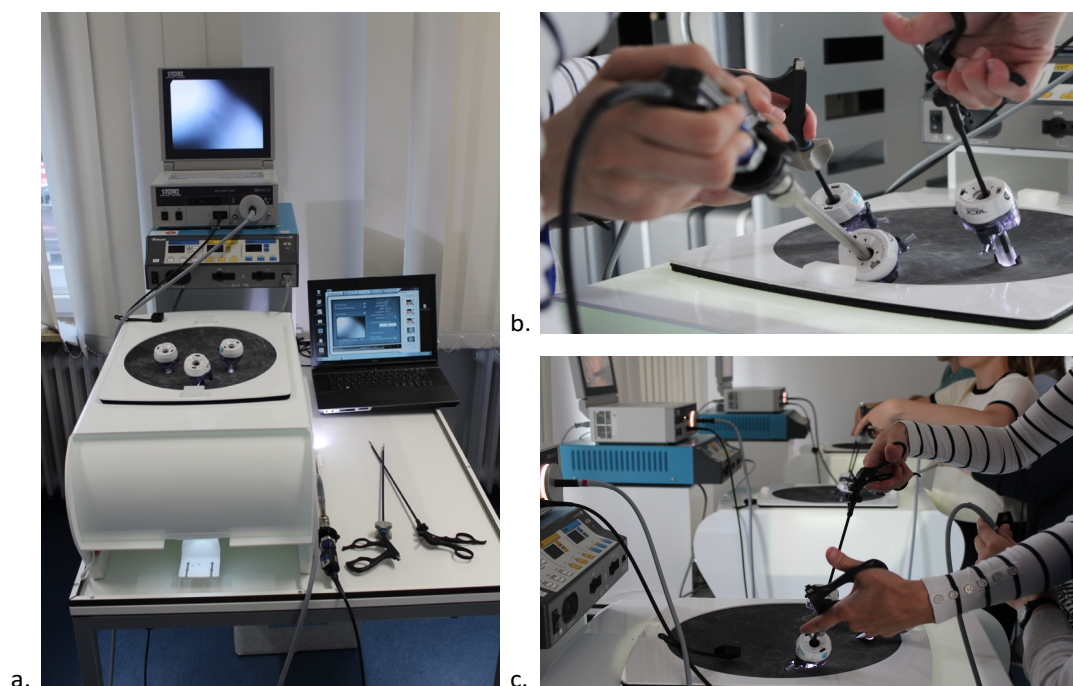


Abbildung 1: Trainereinheit

(a.) BOPT inkl. Trokare, Kamera, Bildschirm, Instrumente, Laptop (b.) installierte Trokare als Zugangswege (c.) Studierende an den Trainereinheiten während des Kurses

Als Kamera diente eine 30° Optik „Autoclav“ sowie ein Kameramodul „tecam PAL“ mit Bildschirm „telepac PAL“ von der Firma Storz. Als Instrumente wurden „Click line Overholts“ mit der Länge 2 cm der Firma Storz eingesetzt. Das laparoskopische Instrumentarium wurde über standardisierte Zugangswege mithilfe von drei Trokaren (Endopath XCel (Ethicon 12 mm)) durch die Gummieinlage des BOPT eingeführt (vergleiche (vgl.) Abbildung 1).

2.2.2 Übungsmodul „Koffer packen“

Die Evaluation des Lernzuwachses erfolgte am Übungsmodul „Koffer packen“. Diese Übung wurde in Anlehnung an die LTB angefertigt (Maßstab: 25,5cm x 27,5cm vs. LTB 12cm x 12cm) [25] (vgl. Abbildung 2). Im Gegensatz zur Originalübung „Koffer packen“ der LTB wurden in dieser Studie einige Zielvorgaben modifiziert.



Abbildung 2: Übungsmodul „Koffer packen“ im BOPT

Die modifizierten Module waren wesentlich größer als die Originalversion der LTB. Diese Modifikation machte eine aktive Kameraführung mit Teaminteraktion (Operierende und Kameraführende) notwendig. Im vorderen Teil befanden sich drei Reihen von je sechs Stiften (Schrauben), auf die je ein Hütchen aus Hartplastik nach einer standardisierten

Reihenfolge aufgesteckt wurde. Die Hütchen waren zu gleichen Teilen in den Farben Weiß (n=9) und Blau (n=9) gehalten. Im hinteren Teil befanden sich zwei mit Klappen abgedeckte und vom vorderen Teil abgetrennte Räume („Koffer“). An den Deckeln der Koffer waren kleine Ösen zum Öffnen angebracht.

2.2.3 Software

Die operative Leistung der Teilnehmenden wurde während der Assessments durch die Laparoskopiekamera aufgezeichnet. Diese Videoaufnahmen wurden mit dem Videobearbeitungsprogramm „Wondershare Filmora“ Version 8.2.0 der Firma Wondershare Technology Co., Ltd (Shenzhen, GD, China) bearbeitet. Anschließend wurden die fertigen Videos auf die Plattform „CATlive“ hochgeladen und mittels des elektronisch integrierten Bewertungsbogens bearbeitet (vgl. Abbildung 3). Die Ergebnisdaten wurden für das Programm Microsoft Excel® (Microsoft Corporation; Redmond, USA) auf der Plattform „CATlive“ generiert und exportiert.

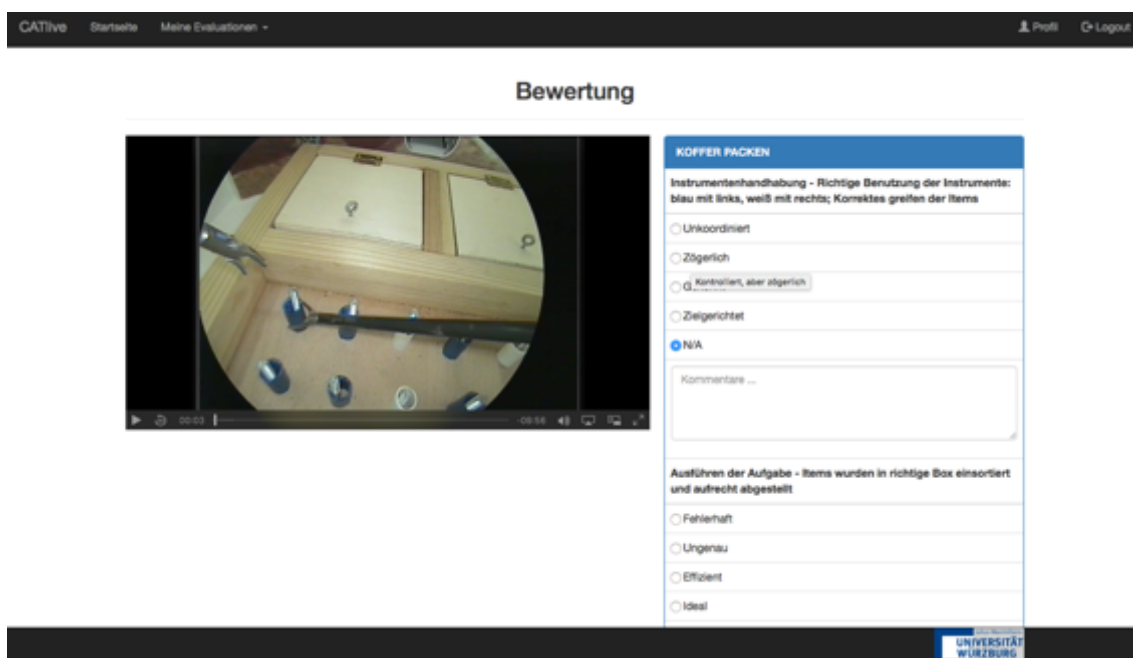


Abbildung 3: Plattform „CATlive“ mit Bewertungsbeispiel

2.3 Methodik

2.3.1 Verwendete Lehrmethoden

Im Rahmen der Studie wurden zwei unterschiedliche Lehrmethoden gegenübergestellt. In der Kontrollgruppe (KG) erfolgte das praktische Üben an der Trainereinheit nach einmaliger Instruktion im Sinne der konventionellen Lehrmethode „see one, do one...“ zur Vermittlung der laparoskopischen Fertigkeiten [30]

In der Experimentalgruppe (EG) wurde die Lehrmethode „DIKS“ untersucht. Diese war als mentale Vorübung nach den Instruktionen („see one,...“) dem praktischen Üben („...do one“) vorangestellt. „DIKS“ umfasste das Erarbeiten des Arbeitsablaufes der Übung „Koffer packen“. Der Arbeitsablauf musste in Einzelschritte zerlegt, diese chronologisch sortiert und aufgeschrieben werden. Zudem sollten mögliche subjektive Schwierigkeiten bei Durchführung einzelner Arbeitsschritte reflektiert und dokumentiert werden.

2.3.2 Lehrvideos

Videoanleitungen sind beim Erlernen komplexer Prozesse wie chirurgische Abläufe einer Operation bereits bewährt und evaluiert [31]. Durch die Standardisierung sollte ein Informationsbias weitestgehend vermieden werden. In mehreren Studien wurde der Beitrag von Lehrvideos mit detaillierten Beschreibungen zum Erlernen praktischer Fertigkeiten bewiesen, sodass diese als wesentliche Bestandteile in der standardisierten Übermittlung von Lerninhalten angesehen werden [32, 33].

Die Instruktion und Vermittlung der Lerninhalte in diesem Kurs erfolgte durch insgesamt drei standardisierte Lehrvideos. Es gab je ein Lehrvideo zur Instrumentenhandhabung, zur Kameraführung und zur Übung „Koffer packen“ (vgl. Abbildung 4). Die Dauer der Videos betrug 63 Sekunden für Instrumentenhandhabung, 53 Sekunden für Kameraführung und 162 Sekunden für die Übung „Koffer packen“. Die tonlosen Aufnahmen enthielten Textformate zu Bildern, die alle relevanten Bewertungskategorien und Zielvorgaben leicht verständlich darstellten. Sowohl in Nah- als auch Übersichtsaufnahmen boten diese Lehrvideos die Möglichkeit, Einzelheiten

hervorzuheben, Bewegungsabläufe genauer zu erklären und eine exakte Instrumentenhandhabung darzustellen.

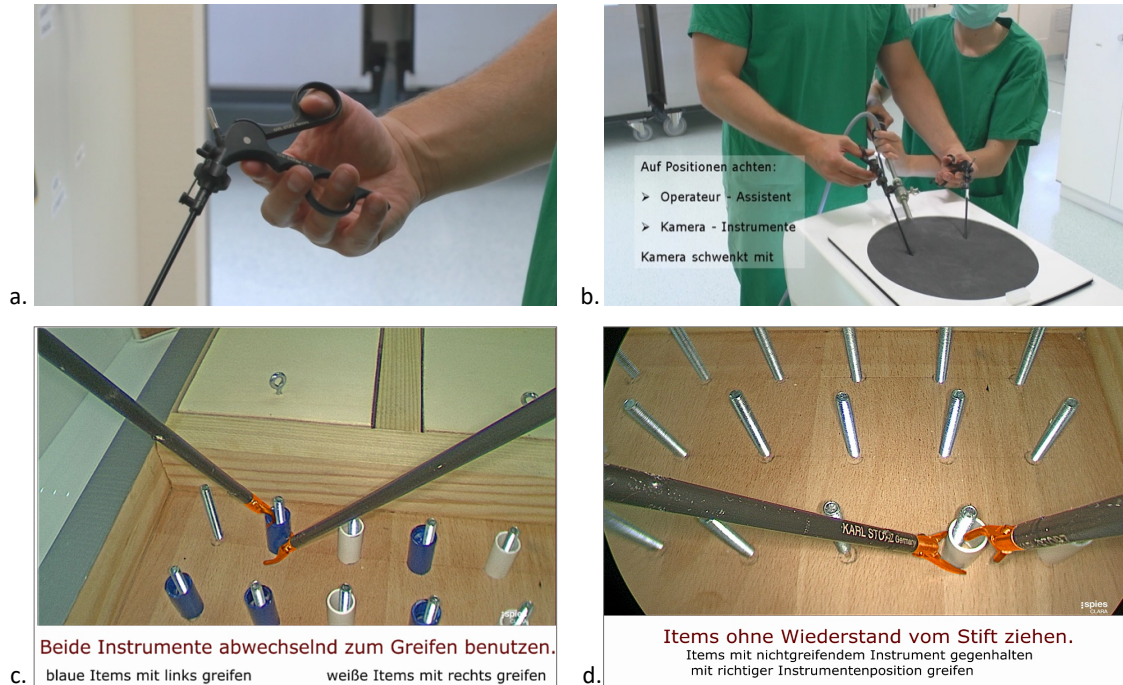


Abbildung 4: Bildausschnitte der Lehrvideos

(a.) Lehrvideo „Instrumentenhandhabung“: Greifen des Instruments (b.) Lehrvideo „Kameraführung“: Positionen der Teammitglieder (c. und d.) Lehrvideo der Übung „Koffer packen“ mit Bildunterschriften

2.4 Organisation und Durchführung des Kurses

2.4.1 Studiendesign und Kursorganisation

Gemeinsam mit dem Institut für Medizinische Lehre und Ausbildungsforschung des Universitätsklinikums Würzburg wurde ein zweitägiger Laparoskopiekurs als curriculärer Bestandteil des Blockpraktikums Chirurgie für Studierende des 10. Fachsemesters Humanmedizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg konzipiert. Insgesamt nahmen 143 Studierende im Laufe des Sommersemesters 2017 und des Wintersemesters 2017/2018 an diesem Laparoskopiekurs teil und wurden hinsichtlich des Lernzuwachses systematisch untersucht. Durch den Pflichtcharakter des Kurses wurde ein Selektionsbias (ausschließlich interessierte und motivierte Probandinnen und Probanden bei freiwilligen Kursen) vermieden.

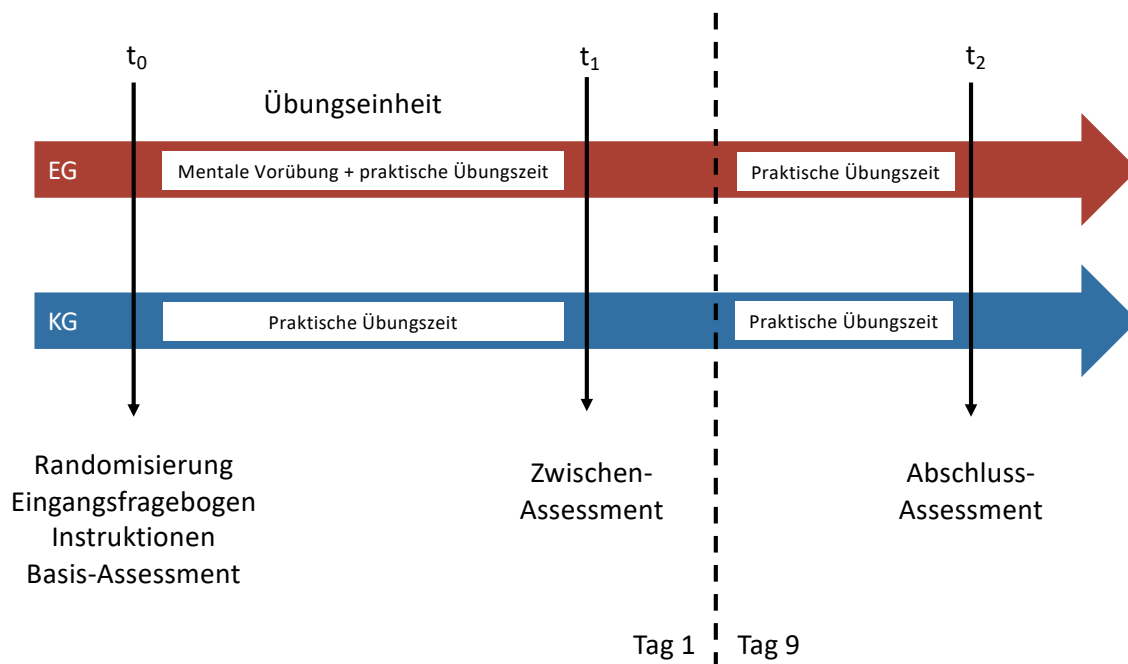


Abbildung 5: Studiendesign

Vor Inauguration des Kurses wurden die Übungen und Prüfungsabläufe intern validiert. So wurde das Niveau von Oberärztinnen und Oberärzten (OÄ) $n=6$ sowie Assistenzärztinnen und Assistenzärzten (AÄ) $n=5$ der chirurgischen Klinik I des Universitätsklinikums Würzburg einmalig gemessen und diente als Referenzwert.

Der Laparoskopiekurs wurde als randomisiert kontrollierte Studie durchgeführt, in der die Teilnehmenden der EG oder KG zugeteilt wurden.

Dieser Kurs gliederte sich in zwei Kurstage innerhalb des zweiwöchigen Blockpraktikums (vgl. Abbildung 5). Eine Kursgruppe bestand aus bis zu sechs Studierenden. Sämtliche Kursteilnehmenden erhielten eine Betreuung durch die gleiche Tutorin, um ein Informationsbias zu vermeiden. Nach standardisierten Instruktionen erfolgte das Basis-Assessment (Zeitpunkt t_0). Anschließend wurde die Leistung der Studierenden zu zwei weiteren Zeitpunkten (t_1 und t_2) mittels Videoaufnahmen gemessen. Alle drei aufgezeichneten Videoaufnahmen umfassten exakt fünf Minuten. Sämtliche Studierende wurden zu jedem Zeitpunkt sowohl als operierender als auch kameraführender Part aufgenommen. Eine verblindete Prüferin bewertete die anonym aufgezeichneten Videos mittels eines validierten Bewertungsbogens.

Die KG erhielt als Übungseinheit freie praktische Übungszeit als konventionelle Lehrmethode („see one, do one...“). Gegenübergestellt war die Lehrmethode „DIKS“ in der EG in Kombination mit praktischer Übungszeit.

2.4.2 Zeitlicher Ablauf der Kurstage

Nach Randomisierung und der schriftlichen Einwilligung aller Teilnehmenden begann der erste Kurstag mit der Bearbeitung eines Eingangsfragebogens via EvaSys®, einer webbasierten Software zur automatischen Auswertung von Fragebögen (vgl. Abbildung 6). Innerhalb der Kursgruppen legten die Studierenden selbst eine feste Teamkonstellation fest, die im Wechsel als Operateurin oder Operateur bzw. Kameraassistentin oder Kameraassistent agierten.

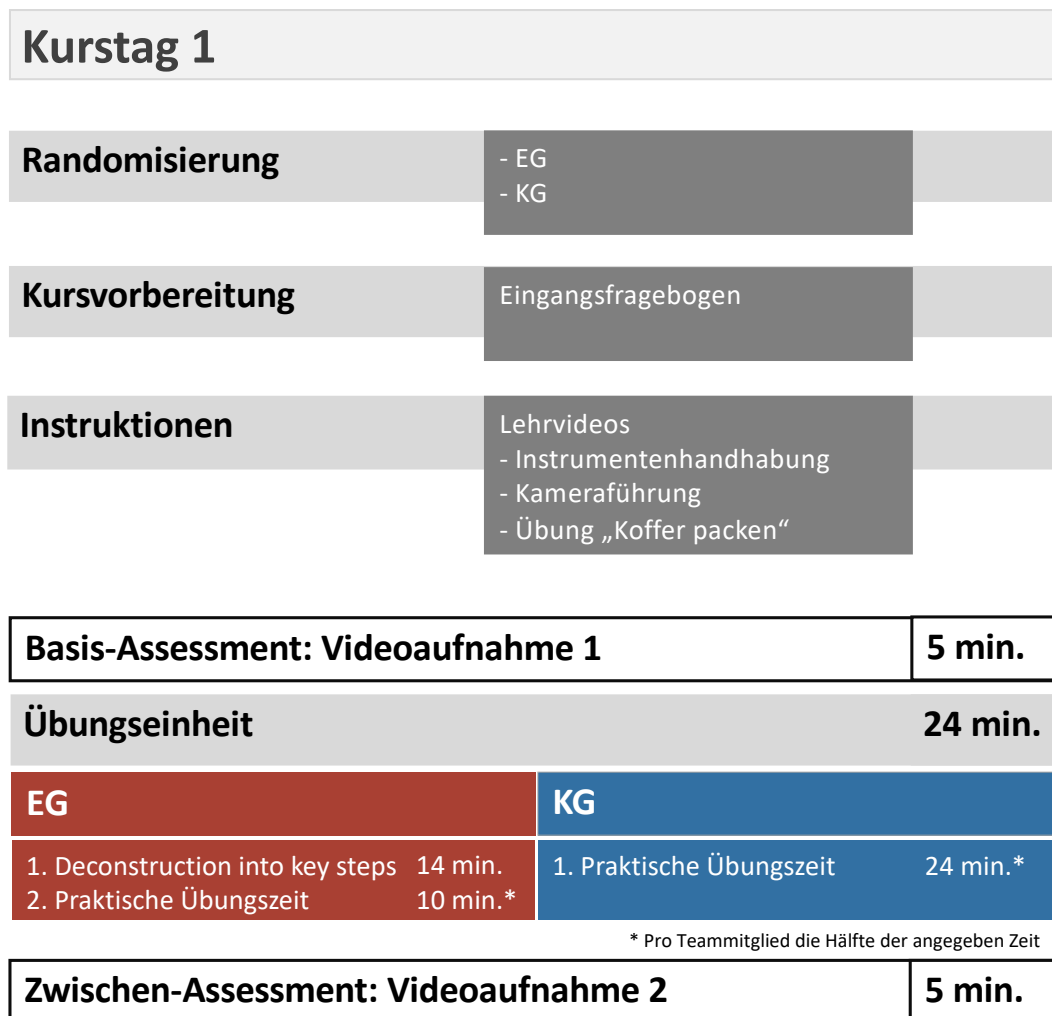


Abbildung 6: Ablauf erster Kurstag

Die Kursteilnehmenden erhielten Instruktionen durch die standardisierten Lehrvideos. Hieraufhin durften probeweise drei Hütchen einsortiert werden. Direkt im Anschluss startete die erste Videoaufnahme zur Feststellung der Grundfertigkeiten der Studierenden als Basis-Assessments (Zeitpunkt t_0). Innerhalb des Zeitlimits mussten die Zielvorgaben der Übung „Koffer packen“ erfüllt werden. Es folgte anschließend die Übungseinheit mit einem vorgegebenen Zeitrahmen von 24 Minuten.

Die EG absolvierte zunächst für 14 Minuten die mentale Vorübung „DIKS“, anschließend waren noch 10 Minuten (fünf Minuten pro Teammitglied) für praktische Übung an der Trainereinheit eingeplant. Dabei gab es keine Übungsvorgaben. Im Gegensatz dazu übte die KG für 24 Minuten (12 Minuten pro Teammitglied) während der Übungseinheit an den Trainereinheiten. Daher war die praktische Übungszeit bei gleich langer Zeitdauer der Übungseinheit in der EG um 58% (von 12 auf 5 Minuten) verkürzt. Am Ende des ersten Kurstages erfolgte ein Zwischen-Assessment (Zeitpunkt t_1) zur Darstellung und Untersuchung der kurzfristigen Effekte der unterschiedlichen Lehrmethoden von Zeitpunkt t_0 zu t_1 .

Kurstag 2			
Instruktionen		Lehrvideo - Übung „Koffer packen“	
Übungseinheit			20 min.
EG		KG	
1. Eigene Notizen + Checkliste	10 min.	1. Checkliste	10 min.
2. Praktische Übungszeit	10 min.*	2. Praktische Übungszeit	10 min.*
* Pro Teammitglied die Hälfte der angegeben Zeit			
Abschluss-Assessment: Videoaufnahme 3			5 min.

Abbildung 7: Ablauf zweiter Kurstag

Der zweite Kurstag begann mit einer wiederholten Instruktion mittels des Lehrvideos „Koffer packen“ (vgl. Abbildung 7). Danach erhielt die EG sowohl die eigens im ersten

Kurstag schriftlich erarbeiteten Notizen zur mentalen Vorübung als auch eine von der Kursleiterin vorgefertigte Checkliste, um sich die einzelnen Arbeitsschritte für 10 Minuten erneut ins Gedächtnis zu rufen. Der KG stand nur die vorgefertigte Checkliste zur Verfügung, um sich auf die dritte und letzte Videoaufnahme vorzubereiten. Anschließend übten beide Gruppen (EG und KG) für 10 Minuten (fünf Minuten pro Teammitglied). Am Ende des zweiten Kurstages erfolgte das Abschluss-Assessment als Zeitpunkt t_2 .

2.4.3 Eingangsfragebogen

Zur Erfassung personenbezogener Daten, Vorkenntnisse der Studierenden und Selbsteinschätzung der motorischen Fähigkeiten wurde ein Eingangsfragebogen entwickelt und mittels der Umfragesoftware EvaSys[®] erstellt. Dabei sollten mögliche Kovariaten erfasst werden, die einen Einfluss auf den Lernzuwachs während des Kurses aufzeigen. Der Eingangsfragebogen ist in detaillierter Ausführung im Anhang zu finden. Das Bearbeiten des Fragebogens erfolgte vor der Kursteilnahme online. Über QR-Codes gelangten die Teilnehmenden zur Umfrage. Der Eingangsfragebogen bestand aus drei Abschnitten.

1. „Personenbezogene Daten“

Im ersten Abschnitt wurden personenbezogene Daten anhand der Matrikelnummer, Geschlecht und Alter erfasst, die einen Überblick zur Gruppenzusammensetzung lieferten.

2. „Vorerfahrung / Berufswunsch“

Im zweiten Abschnitt erfolgte die Befragung zu Vorerfahrungen der Studierenden sowie Wunsch der Facharztweiterbildung.

3. „Einschätzen der motorischen Fähigkeiten“

Der dritte Abschnitt beinhaltete die Fragen zur Motivation sowie zur Selbsteinschätzung der motorischen Fähigkeiten. Die Evaluierung dieser Fragen erfolgte durch festgelegte Aussagen, die mit einer Fünf-Punkte-Likert-Skala von „Stimme völlig zu“ bis „Stimme überhaupt nicht zu“ bewertet werden mussten. Es blieb den Studierenden auch die Möglichkeit der Enthaltung.

2.4.4 Zielvorgaben der Übung „Koffer packen“

Das Ziel dieser Übung war es, alle aufgesteckten Hütchen farblich sortiert in die beiden Koffer aufrecht abzustellen (vgl. Abbildung 8).



Abbildung 8: Arbeitsschritt: Hütchen aufrecht abstellen

Dabei wurden blaue Hütchen ausschließlich mit dem linken Instrument gegriffen und in den linken Koffer einsortiert. Weiße Hütchen mussten mit dem rechten Instrument gegriffen und in den rechten Koffer einsortiert werden. Die festgelegte Reihenfolge, beginnend beim ersten Hütchen links oben und das anschließend mäanderförmige Bearbeiten der nächsten Reihe musste eingehalten werden. Bei der Durchführung der Aufgabe war darauf zu achten, dass die Hütchen aufrecht abgestellt werden. Das jeweils andere Instrument öffnete die Klappe des Koffers und schloss diese nach jedem Abstellvorgang wieder. Wenn alle Hütchen in vorgegebener Zeit stehend einsortiert wurden, galt die Aufgabe als erfolgreich beendet. Es wurde ein Zeitlimit von fünf Minuten festgelegt, in dem die Teilnehmenden eine möglichst hohe Anzahl an Hütchen stehend einsortieren sollten.

2.5 Bewertungsbogen

Zur Überprüfung der erlernten laparoskopischen Fertigkeiten und damit Erfassung des Lernergebnisses aller Studienteilnehmenden wurde der etablierte „Competency Assessment Tool“-Bewertungsbogen an die vorliegende Studie adaptiert [34] (vgl. Abbildung 9).

Die Punktevergabe erfolgte nach einem festgelegten Schema. Hierfür wurde die Behaviorally Anchored Rating Scale verwendet, um ein exaktes Bewerten zu ermöglichen und den subjektiven Einfluss der Bewertenden zu verringern [35]. Durch die klare Definition von Standards und nennen von gezielten Verhaltensbeispielen wird ein genaues Bewerten auch durch unterschiedliche Personen ermöglicht. Somit konnte die Zuverlässigkeit des Bewertungsbogens verbessert und einzelne Teilnehmende objektiv bewertet werden. Um dies zu bestärken, wurde eine detaillierte Handreichung verfasst. Die Handreichung für Bewertende ist dem Anhang beigelegt.

Der in dieser Arbeit verwendete Bewertungsbogen beinhaltete acht Bewertungskategorien und zwei Bewertungselemente. Jeder Bewertungskategorie lag eine vierteilige Skala zugrunde, auf der maximal vier Punkte und minimal ein Punkt erreicht werden konnten. Für die Auswertung der Übung „Koffer packen“ wurden die vier Bewertungskategorien „Instrumentenhandhabung“, „Ausführen der Aufgabe“, „motorische Fähigkeiten“ und „Endergebnis“ benannt. Zu Bewertung der Kameraführung wurden die vier Bewertungskategorien „Bildeinstellung“, „Darstellung des Operationsgebiets“, „Kamerahandhabung“ und „Qualität der Kameraführung“ definiert.

Die Bewertungselemente erfassten die Anzahl der Hütchen. Bei der Auswertung der Übung „Koffer packen“ diente „Hütchenanzahl stehend“ als Qualitätsmerkmal und „Hütchenanzahl gesamt“ als Quantitätsmerkmal.

Bewertungskategorien						
Instrumentenhandhabung	Ausführen der Aufgabe		motorische Fähigkeiten		Endergebnis	
	Punktzahl	Hütchen wurden in richtige Box einsortiert und aufrecht abgestellt	Punktzahl	Hütchen ohne Widerstand abgezogen, nicht abgerutscht; Klappe der Box sofort gegriffen und präzise geschlossen	Punktzahl	
Übung "Koffer packen"	1	mehr liegend als stehend	1	häufige Korrektur, Hütchen verloren, Klappe offen stehend	1	
	2	weniger/gleichviel liegend wie stehend	2	selten Korrektur, unpräzises Arbeiten	2	
	3	alle stehend mit Korrektur	3	selten Korrektur, präzises Arbeiten	3	
	4	alle stehend ohne Korrektur	4	keine Korrektur, präzises Arbeiten	4	
Kameraführung	Bildeinstellungen			Kamerahandhabung	Qualität der Kameraführung	
	Punktzahl	Nicht ummantelter Teil der Instrumente stets mittig im Bild	Punktzahl	Horizont eingehalten; kein Wackeln der Kamera	Kameraführung passt zu jeder Zeit zur Instrumentenführung	
	1	oft nicht/kaum im Bild	1	Horizont schief, starkes Wackeln	1	
	2	nicht immer im Bild, meist am Rand	2	Horizont selten eingehalten, oft wackelndes Bild	2	
	3	meistens, oft im Bild	3	Horizont meist gerade, gelungener Umgang	3	
	4	immer im Bild	4	Horizont immer eingehalten, kein Wackeln	4	
	Bewertungselemente		Bewertungselemente			
	Hütchenanzahl stehend		Hütchenanzahl gesamt			
Anzahl		Anzahl				
Qualität - Hütchen die innerhalb der vorgegebenen Zeit stehend einsortiert wurden		Quantität - alle Hütchen die einsortiert wurden				
1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18		1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18				
Übung "Koffer packen"		Übung "Koffer packen"				

Abbildung 9: Bewertungsbogen

2.6 Statistische Auswertung

Die statistische Analyse erfolgte mittels IBM SPSS 25.0, 26.0 und 27.0 (IBM SPSS, Armonk, New York, USA) und R (R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich) sowie Mplus 7 (www.statmodel.com). In der statistischen Auswertung wurde für alle Ergebnisse das Signifikanzniveau von $p < 0,05$ gewählt. Bestandteile der deskriptiven Analyse sind der Mittelwert (MW), der Median, das Minimum (Min) und das Maximum (Max) sowie die Standardabweichung (SD). Die Berechnungen des statistischen Teils dieser Arbeit erfolgten in Zusammenarbeit mit Joy Backhaus (Bachelor of Science in Psychologie), eine Mitarbeiterin des Instituts für Medizinische Lehre und Ausbildungsforschung der Universitätsklinik Würzburg.

Jedes Video der Studienteilnehmenden wurde einzeln von einer verblindeten Prüferin anhand des Bewertungsbogens ausgewertet. Eine zweite, ebenfalls verblindete Prüferin wertete stichprobenartig Videos aus, um die Interrater-Reliabilität zu überprüfen. Dies wurde zum einen mittels erweiterter prozentualer Übereinstimmung [36] berechnet. Dabei zeigt eine Übereinstimmung von 100% und einer Toleranz von einem Skaleneinheit an, dass beide Prüferinnen bei jedem Messwert ein um maximal einen Punkt abweichendes Ergebnis zeigen. Zum anderen wurde die Reliabilität mittels des Finn-Koeffizienten berechnet, wobei Werte zwischen 0 und 1 erreicht werden können [37]. Ein Wert $> 0,7$ kann als gut eingeschätzt werden [37].

Die zentrale statistische Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte in vier Teilschritten.

1. Leistungszuwachs unabhängig der Gruppenzugehörigkeit
2. Leistungs- und Lernzuwachs in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit
3. Faktorenanalyse und Einfluss der Kovariaten
4. Latent-Difference-Model

2.6.1 Leistungszuwachs unabhängig der Gruppenzugehörigkeit

Der Leistungszuwachs zwischen den Zeitpunkten unabhängig der Gruppenzugehörigkeit wurde mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung (repeated

measure ANOVA) untersucht. Dabei bezog sich der Leistungszuwachs auf die Verbesserung der Punktwerte zwischen zwei Messzeitpunkten.

2.6.2 Lern- und Leistungszuwachs abhängig der Gruppenzugehörigkeit

Unterschiede zwischen Gruppen wurden mittels Welch-Test [38] sowie der einfaktoriellen Varianz und Kovarianzanalyse bzw. im Falle einer Messwiederholung mit der repeated measures ANOVA berechnet. Im Falle multipler t-Tests wurde anschließend der post-hoc-Test mit Bonferroni-Korrektur eingesetzt, um Einzelvergleiche durchzuführen, ohne einen alpha-Fehler zu riskieren [39]. Der Lernzuwachs der Teilnehmenden wurde prozentual berechnet und abhängig von der Gruppenzugehörigkeit (EG oder KG) mittels Normalized gain berechnet [40]. Der Normalized gain wird häufig bei Studien in den Fachgebieten der Medizin und der Physik, die einen Lern- oder Leistungszuwachs messen, angewendet [41]. Beim Normalized gain, eingeführt von R. Hake 1998 [40], handelt es sich um einen mathematischen Bruch, bei dem im Zähler die Differenz zwischen Prä- und Posttest und im Nenner der maximal erzielbare Wert minus dem Prätest steht [42]. Durch die Erhebung des Normalized gain konnte der Lernzuwachs zuverlässig errechnet werden, auch wenn die Studienpopulation unterschiedliche Ausgangswerte aufweisen.

2.6.3 Faktorenanalyse und Einfluss der Kovariaten

Zur Bildung von Skalen wurde eine Faktorenanalyse des dritten Abschnittes des Eingangsfragebogens mit dem Inhalt der Selbsteinschätzung der motorischen Fähigkeiten durchgeführt. Bei der Faktorenanalyse handelte es sich um ein dimensionsreduzierendes Verfahren im Sinne einer psychometrischen Testung. Konkret bedeutet dies, dass analysiert wurde, ob sich einzelne Fragebogenitems zu einer Skala zusammenfassen lassen. Zur Beurteilung, ob sich die Daten für eine Faktorenanalyse eignen, wurde der Bartlett's-Test und der Kaiser-Meyer-Olkin-Koeffizient (KMO-Koeffizient) genutzt. Der KMO-Koeffizient überprüfte, ob es unter den Variablen geteilte Varianz gibt. Werte $> 0,50$ wurden als gut angesehen. Der Bartlett's-Test auf Sphärität prüfte die Nullhypothese, dass die Items keine Korrelation aufwiesen [43]. Die

Faktorenladungen sollten $>0,30$ sein. Die interne Konsistenz wurde mittels Cronbachs Alpha (α) berechnet. Werte $\geq 0,70$ wurden als gut angesehen [44], Werte $> 0,60$ als akzeptabel [45, 46]. Die Studierenden wurden anschließend innerhalb des gebildeten Faktors zur Berechnung des Einflusses in drei Leistungsstufen eingeteilt. Dabei war die Leistungsstufe „niedrig“ bis zur 25. Perzentile, „mittel“ von der 25. Bis zu 75. Perzentile und die Leistungsstufe „hoch“ ab der 75. Perzentile definiert.

Der Einfluss potenzieller Kovariaten wie zum Beispiel der Motivation wurde im Rahmen einer einfaktoriellen Kovarianzanalyse betrachtet. Um eine größtmögliche Transparenz der statistischen Ergebnisse und deren Interpretation zu gewährleisten [47] wurden die Freiheitsgrade (df) für den F-Test (F) im Falle einer Varianzanalyse angegeben [48] und untersucht.

2.6.4 Latent-Difference-Model

Um einen Überblick über das Gesamtzusammenspiel aller Bewertungskategorien auf einem statistisch adäquaten Niveau zu präsentieren, wurde abschließend ein Latent-Difference-Model berechnet. Hierbei handelte es sich um ein Strukturgleichungsmodell, das sich bei longitudinalen Analysen anbietet, um den Zusammenhang aller Kovariaten über die einzelnen Zeitpunkte hinweg darzustellen [49]. Für das Latent-Difference-Model existieren Fitindizes zur Beurteilung der Güte des Modells. Folgende Fitindizes wurden verwendet: der Chi-Quadrat- (χ^2) -Test, der Comparative-Fit-Index (CFI), der Root-Mean-Square-Error-of-Approximation (RMSEA) und der Standardized-Root-Mean-Square-Residual-Koeffizient (SRMR). Ein signifikanter Chi-Quadrat- (χ^2) -Wert implizierte einen unpassenden Modellfit, sodass möglichst kein signifikanter Wert erreicht werden sollte. Der CFI-Wert sollte über 0,95 besser noch über dem Wert 0,97 liegen. Ein Maß für den approximativen Modellfit war der RMSEA, der einen Wert $<0,05$ haben sollte.

3 ERGEBNISSE

3.1 Charakterisierung des Studienkollektivs

Insgesamt nahmen 143 Studierende aus zwei Studiensemestern am Laparoskopiekurs teil. Davon wurden 17 Studierende (11,90%) von der Auswertung ausgeschlossen. Als Ausschlusskriterien galten (1) fehlerhaftes Videomaterial, (2) ein fehlender Eingangsfragebogen, (3) die Teilnahme an nur einem Kurstag sowie (4) fehlende Videoaufnahmen trotz vorhandenem Eingangsfragebogen (vgl. Abbildung 10).

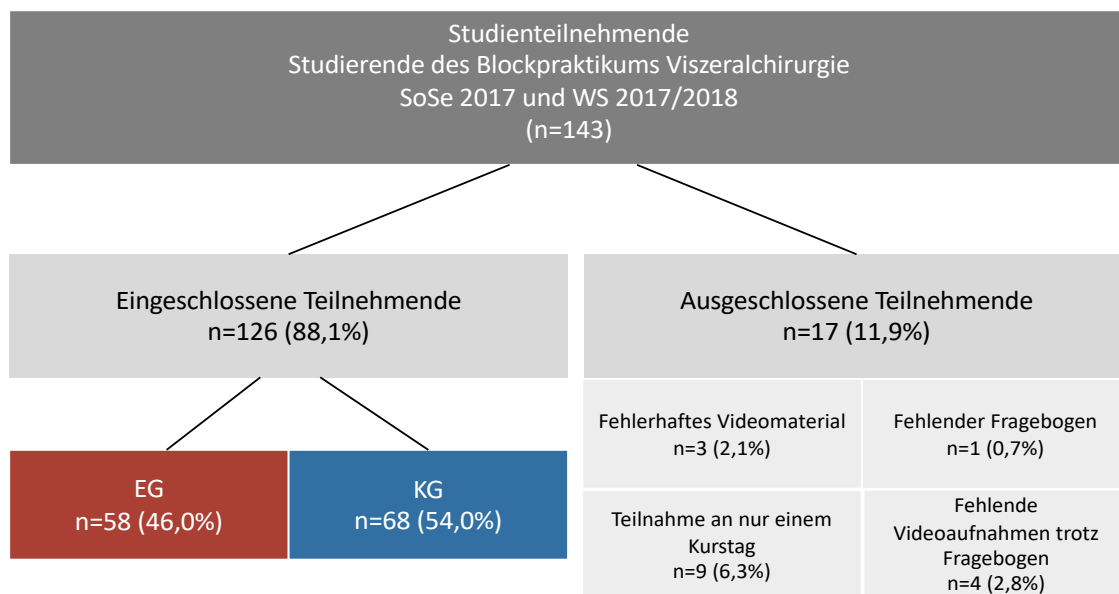


Abbildung 10: Studienkollektiv

Für folgende Prozentangaben ist die Bezugsgröße 126 (eingeschlossene Teilnehmende) anzunehmen. Insgesamt wurden 81 Studentinnen (64,0%) und 45 Studenten (36,0%) im medianen Alter von 25,0 Jahren mit einer Spannweite von 13 Jahren eingeschlossen. Nach Randomisierung unterschieden sich die beiden Gruppen EG und KG in keinem der aufgeführten Merkmale signifikant (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Gruppenunterschiede nach Randomisierung

Anmerkung. *Gruppenunterschiede, *¹ Chi-Quadrat-Test, *² Welch-Test, *³ MW aus Eingangsfragebogen

	EG		KG		p-Wert*
	total	SD	total	SD	
Teilnehmende	58		68		
Geschlecht w/m	37/21		44/24		0,94* ¹
Alter (Jahre)	25,78	±2,39	26,04	±2,79	0,31* ²
Vorerfahrung (MW)	1,72* ³	±0,62	1,64* ³	±0,62	0,22* ²
Motivation (MW)	3,38* ³	±1	3,21* ³	±1,03	0,10* ²

3.2 Auswertung des Eingangsfragebogens

Die Auswertung der Ergebnisse des Fragebogens erfolgte automatisiert durch das Programm EvaSys®.

56,3% der Teilnehmenden hatten bereits vor dem Kurs an einem Arthroskopie- oder Laparoskopiekurs teilgenommen. Nur 7,0% hatten zu diesem Zeitpunkt im Rahmen von ausbildungsrelevanten Praktika (z. B. Famulaturen) bereits mehr als zweimal eine Laparoskopiekamera während einer laparoskopischen Operation geführt oder mit laparoskopischen Instrumenten hantiert. Eine Famulatur in einem chirurgischen Fach konnten 31,0% der Studierenden vorweisen. Die Frage nach dem zukünftigen Berufswunsch beantworteten 16,9% mit einer operativen Weiterbildung, 47,2% planten einen konservativen Berufsweg, 31,7% waren ohne konkrete Vorstellungen bezüglich ihrer Facharztwahl und 4,2% möchten nicht kurativ (bspw. Palliativmedizin oder Rechtsmedizin) tätig werden.

Die Ergebnisse aller Items zur Selbsteinschätzung der motorischen Fähigkeiten des Eingangsfragebogens zeigten, dass Studierende sich insgesamt in 9 der 10 Items besser als der Durchschnitt einschätzten. Das Item „gutes Arbeiten mit der nicht dominanten Hand“ beantworteten die Studierenden hingegen mit einer schlechteren Einschätzung. Insgesamt waren die Teilnehmenden überdurchschnittlich motiviert, an diesem Laparoskopiekurs teilzunehmen (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Eingangfragebogen: Selbsteinschätzung der motorischen Fertigkeiten und Motivation
Anmerkung. Auswertung via EvaSys®

Selbsteinschätzung der motorischen Fertigkeiten	MW	SD	Min	Max
Meine manuelle Geschicklichkeit ist sehr gut	3,1	±0,9	1	5
Ich bin für diesen Laparoskopiekurs überdurchschnittlich motiviert	3,3	±1,0	1	5
Meine Feinmotorik schätze ich als sehr gut ein	3,2	±1,0	1	5
Es fällt mir leicht auch mit meiner nicht dominanten Hand zu arbeiten	2,4	±1,0	1	5
Mein räumliches Vorstellungsvermögen ist sehr gut ausgeprägt	3,1	±1,1	1	5
Ich habe eine „ruhige Hand“	3,2	±1,1	1	5
Ich würde mich als handwerklich geschickt bezeichnen	3,4	±1,0	1	5
Ich kann komplexe Prozesse sehr gut in ihre einzelnen Schritte zerlegen	3,4	±0,9	1	5
Meine Frustrationstoleranz ist hoch	3,2	±1,1	1	5
Meine Hand-Auge-Koordination ist sehr gut	3,1	±0,9	1	5

3.2.1 Faktorenanalyse des Eingangfragebogens

Einige Aussagen vom dritten Abschnitt des Eingangfragebogens als mögliche Kovariaten ließen sich mittels Faktorenanalyse zusammenschließen. Faktor „Geschick“ beschrieb als Zusammenfassung der Ergebnisse von fünf Items des dritten Abschnittes des Eingangfragebogens die händische Geschicklichkeit. Der berechnete Barlett's-Test lag bei Werten $p < 0,001$ und zeigte eine gute Korrelation von 5 Items für den Faktor „Geschick“. Für den KMO wurde der Wert von 0,82 errechnet. Die Items wiesen alle eine Faktorenladung $> 0,30$ auf (vgl. Tabelle 3). Dabei wurde angegeben, wie stark ein Item mit dem angegebenen Faktor „Geschick“ übereinstimmt. Der Cronbachs Alpha-Wert lag für den Faktor $> 0,6$. Je höher dieser Wert angegeben ist, desto mehr korrelieren Items miteinander, sodass hier für den Faktor von einer guten Reliabilität ausgegangen werden kann. Insgesamt konnten durch die Ergebnisse der einzelnen Tests die Sinnhaftigkeit und Reliabilität der Faktorenanalyse belegt werden. Vier Items zur

Selbsteinschätzung der motorischen Fähigkeiten konnten dem Faktor rechnerisch nicht zugewiesen werden (vgl. Tabelle 3).

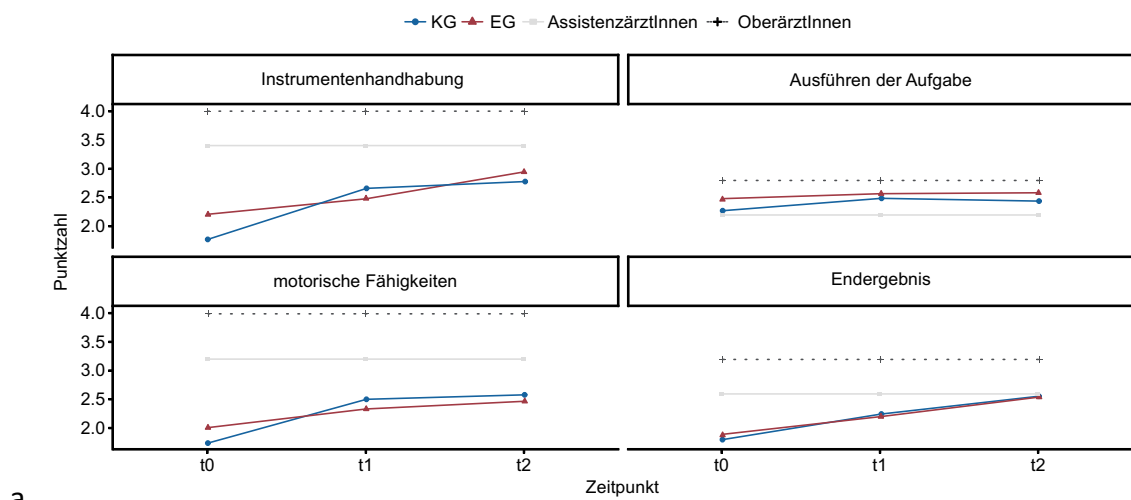
Tabelle 3: Faktorenanalyse der Items im dritten Abschnitt des Eingangsfragebogens
Anmerkung. α = Cronbachs Alpha

	Faktor „Geschick“ ($\alpha=0,80$)
Meine Feinmotorik schätze ich als sehr gut ein.	0,93
Ich würde mich als handwerklich geschickt bezeichnen.	0,71
Ich habe eine ruhige Hand.	0,65
Meine manuelle Geschicklichkeit ist sehr gut.	0,62
Meine Auge Hand Koordination ist sehr gut.	0,49
Es fällt mir leicht auch mit meiner nicht dominanten Hand zu arbeiten.	
Meine Frustrationstoleranz ist hoch.	
Mein räumliches Vorstellungsvermögen ist sehr gut ausgeprägt.	
Ich kann komplexe Prozesse sehr gut in ihre einzelnen Schritte zerlegen.	

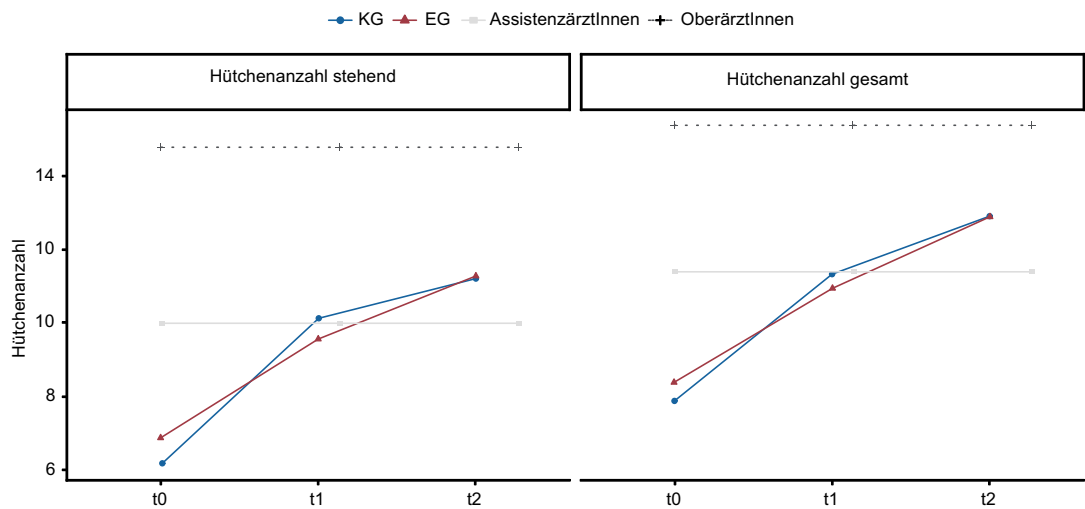
3.3 Interne Validierung und Interrater-Reliabilität

Zur internen Validierung wurde die Leistung von OÄ (n=6) und AÄ (n=5) in einem einmaligen Assessment gemessen und miteinander bzw. mit der Leistung der Studienteilnehmenden verglichen (vgl. Abbildung 11). Standardabweichungen des Lernzuwachses über die Zeitpunkte hinweg konnten bei nur einem einmaligen Assessment des ärztlichen Personals und somit nur einem vorliegenden MW nicht berechnet werden. Zum besseren Vergleich der Ergebnisse, die die Studierende zu den einzelnen drei Zeitpunkten erreichten, wurden die Werte des einmaligen Assessments der Ärztinnen und Ärzte für Zeitpunkt t_1 und t_2 mit den gleichen Ergebnissen wie zu Zeitpunkt t_0 angegeben. Die OÄ zeigten eine signifikant bessere Durchführung in vier Bewertungskategorien als Studierende ($p<0,05$). In den drei Bewertungskategorien „Ausführen der Aufgabe“, „motorische Fähigkeiten“ und „Endergebnis“ verzeichneten

die OÄ eine signifikant bessere Durchführung als AÄ ($p < 0,05$). AÄ wiederum zeigten in den drei Bewertungskategorien „Instrumentenhandhabung“, „motorische Fähigkeiten“ und „Endergebnis“ eine signifikant bessere Leistung als Studierende ($p < 0,05$) (vgl. Abbildung 11a).



a.



b.

Abbildung 11: Interne Validierung

(a.) Leistungen des ärztlichen Personals im Vergleich zu Studierenden anhand der vier Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ (b.) Leistungen des ärztlichen Personals im Vergleich zu Studierenden anhand der Bewertungselemente

Die OÄ verzeichneten im Bewertungselement „Hütchenanzahl stehend“ ein signifikant besseres Ergebnis bei deren einmaligem Testlauf als AÄ ($p < 0,05$) sowie Studierende am

Ende des Laparoskopiekurses zu Zeitpunkt t_2 ($p < 0,001$). Ähnliche Ergebnisse wurden bei Betrachtung des Bewertungselements „Hütchenanzahl gesamt“ gefunden. Auch hier waren OÄ signifikant besser als AÄ sowie Studierende ($p < 0,001$). Die hier angegebenen Berechnungen beziehen sich auf die Anzahl der Hütchen (maximal 18 Stück). Die Studierenden konnten durch den Kurs ihre laparoskopischen Fertigkeiten in den Bewertungselementen auf ein vergleichbares Endniveau (t_2) wie das der AÄ bei deren einmaligem Testlauf steigern. Studierenden war es jedoch nicht möglich, ihre Leistung auf ein höheres Niveau als das des oberärztlichen Personals zu heben. Dies bestätigte eine gute Validität beim Messen des Lernzuwachses von Studierenden (naiven Teilnehmenden) (vgl. Abbildung 11b).

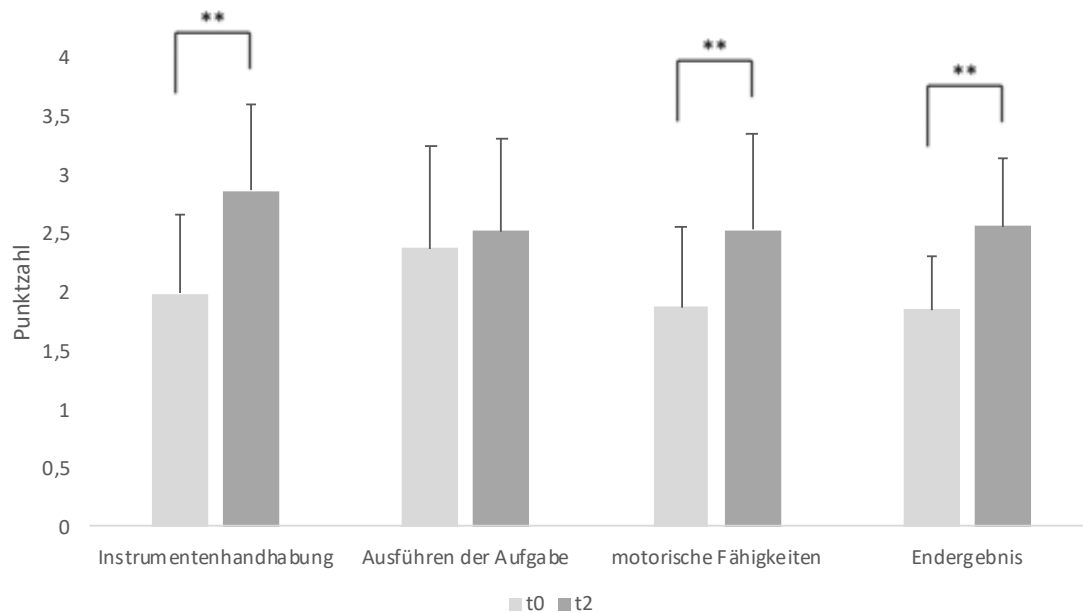
Eine zweite verblindete Prüferin bewertete stichprobenartig einzelne Videoaufnahmen. Dabei ergab sich eine Übereinstimmung der beiden Prüferinnen von 97,2% bei einer Toleranz von 1 Skalenpunkt. Als Maß der Übereinstimmung ergab sich ein Finn-Koeffizient mit Wert 0,72. Dies zeigte eine gute Reliabilität.

3.4 Leistungszuwachs unabhängig der Gruppenzugehörigkeit

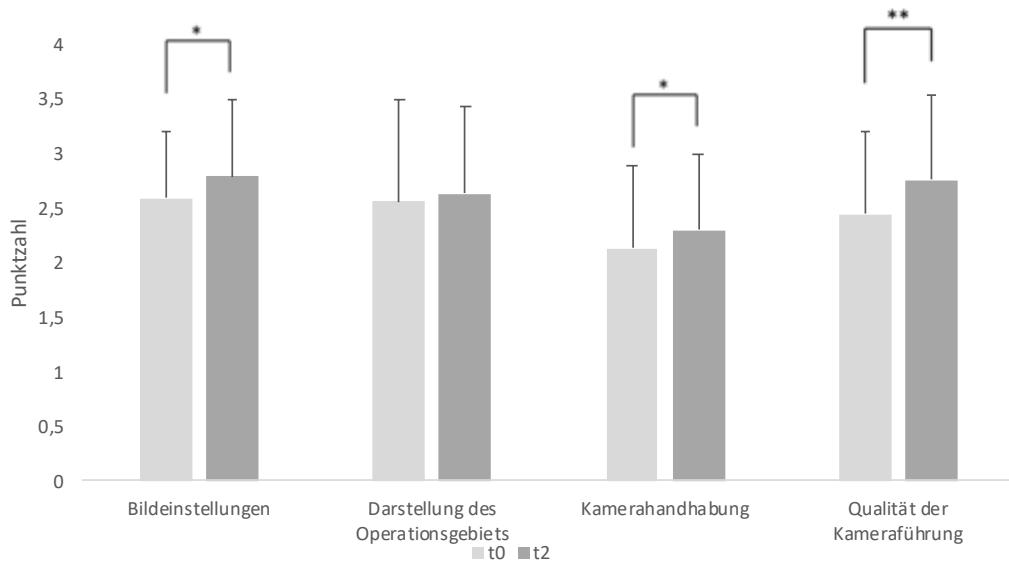
Zunächst wurden die Leistungen der Zeitpunkte t_0 und t_2 unabhängig der Gruppenzugehörigkeit erfasst. Dabei wurden die Mittelwerte aller Bewertungskriterien und der Bewertungselemente betrachtet. Es gab eine hoch signifikante Differenz der Leistungen von Zeitpunkt t_0 zu t_2 der Studierenden ($p < 0,001$) für drei Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“. In der Bewertung der Kameraführung fand sich ebenfalls eine signifikante Differenz der Leistungen von Zeitpunkt t_0 zu t_2 für drei der vier Bewertungskategorien „Kameraführung“. Bei isolierter Betrachtung der Bewertungselemente „Hütchenanzahl stehend“ und „Hütchenanzahl gesamt“ konnte eine gruppenunabhängige hoch signifikante Differenz der Leistungen von Zeitpunkt t_0 zu t_2 festgestellt werden ($p < 0,001$) (vgl. Tabelle 4 und Abbildung 12). Die signifikanten Differenzen zeigten einen Leistungszuwachs von Zeitpunkt t_0 zu t_2 .

Tabelle 4: Leistung der Studierenden unabhängig der Gruppenzugehörigkeit zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien sowie den beiden Bewertungselementen
 Anmerkung. *Anzahl der Hütchen *¹Differenz von Zeitpunkt t_0 zu t_2

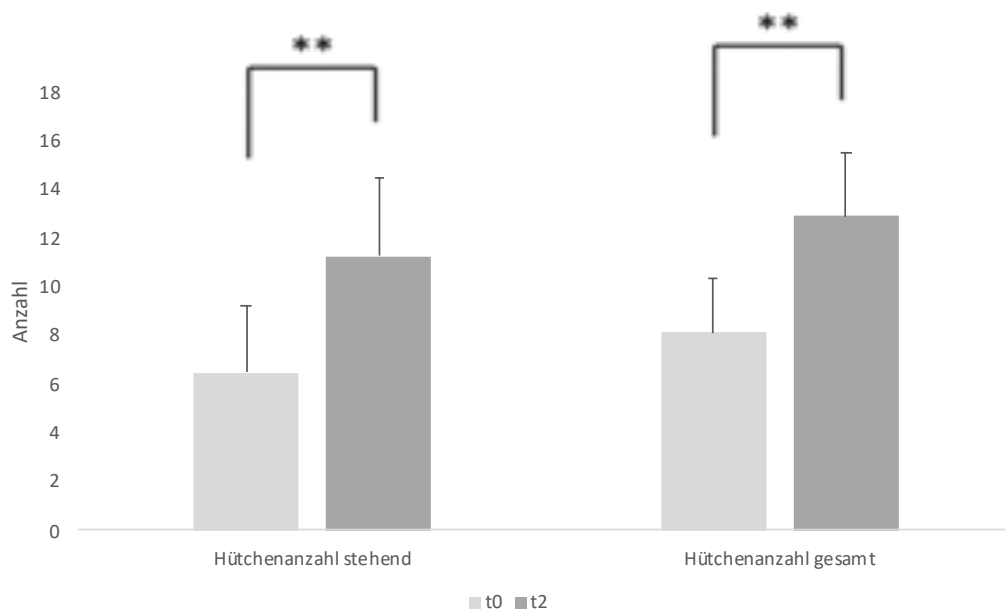
		t_0		t_2		p -Wert* ¹
		MW	SD	MW	SD	
Übung „Koffer packen“	Instrumentenhandhabung	1,98	±0,67	2,86	±0,74	<0,001
	Ausführen der Aufgabe	2,37	±0,86	2,51	±0,79	nicht signifikant (n.s.)
	motorische Fähigkeiten	1,87	±0,69	2,53	±0,82	<0,001
	Endergebnis	1,85	±0,46	2,56	±0,57	<0,001
Kameraführung	Bildeinstellungen	2,59	±0,60	2,79	±0,69	<0,05
	Darstellung des Operationsgebiets	2,56	±0,93	2,63	±0,76	n.s.
	Kamerahandhabung	2,13	±0,76	2,30	±0,68	<0,05
	Qualität der Kameraführung	2,44	±0,75	2,75	±0,79	<0,001
Hütchen- anzahl	stehend	6,49*	±2,76	11,26*	±3,18	<0,001
	gesamt	8,11*	±2,29	12,91*	±2,63	<0,001



a.



b.



c.

Abbildung 12: Leistungen der Studierenden unabhängig der Gruppenzugehörigkeit zu Zeitpunkt t_0 und t_2

(a.) Bewertungskriterien Übung „Koffer packen“ (b.) Bewertungskriterien Kameraführung (c.) Bewertungselemente

Anmerkung. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,001$

3.5 Leistungs- und Lernzuwachs abhängig der Gruppenzugehörigkeit

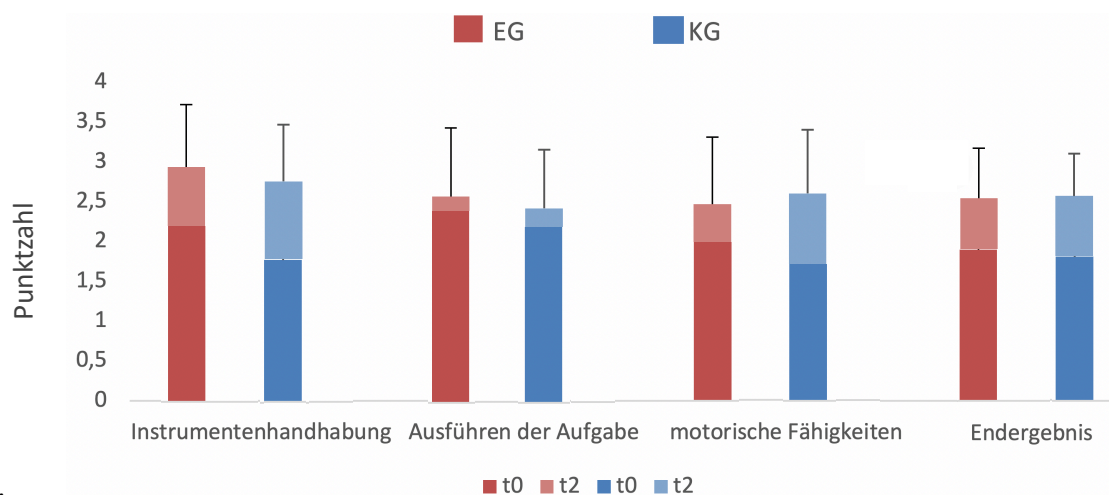
Zunächst wurde die Differenz der Leistungen von Zeitpunkt t_0 zu t_2 zwischen EG und KG für jede Bewertungskategorie und jedes Bewertungselement errechnet. Dabei zeigte sich in allen Bewertungskriterien der Übung „Koffer packen“ und Bewertungselementen

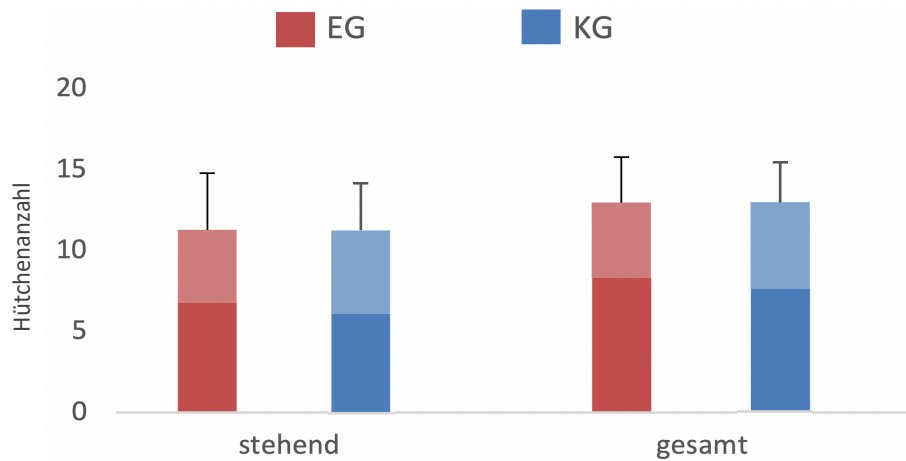
kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (EG und KG) (vgl. Tabelle 5 und Abbildung 13).

Tabelle 5: Leistung der Studierenden abhängig der Gruppenzugehörigkeit zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien sowie den beiden Bewertungselementen

Anmerkung. *Anzahl der Hütchen *¹Differenz von Zeitpunkt t_0 zu t_2

			t_0		t_2		p -Wert* ¹
			MW	SD	MW	SD	
Übung „Koffer packen“	Instrumentenhandhabung	EG	2,21	±0,72	2,95	±0,78	n.s.
		KG	1,78	±0,57	2,78	±0,71	
	Ausführen der Aufgabe	EG	2,48	±0,92	2,59	±0,86	n.s.
		KG	2,28	±0,81	2,44	±0,74	
	motorische Fähigkeiten	EG	2,02	±0,76	2,47	±0,84	n.s.
		KG	1,75	±0,61	2,59	±0,80	
	Endergebnis	EG	1,90	±0,48	2,55	±0,63	n.s.
		KG	1,81	±0,43	2,56	±0,53	
Hütchenanzahl	stehend	EG	6,88*	±2,79	11,29*	±3,50	n.s.
		KG	6,15*	±2,70	11,22*	±2,90	
	gesamt	EG	8,38*	±2,37	12,90*	±2,81	n.s.
		KG	7,88*	±2,21	12,93*	±2,48	





b.

■ t0 ■ t2 ■ t0 ■ t2

Abbildung 13: Leistungen der Studierenden abhängig der Gruppenzugehörigkeit zu Zeitpunkt t_0 und t_2 (a.) Bewertungskriterien der Übung „Koffer packen“ (b.) Bewertungselemente

Im nächsten Schritt wurde der Lernzuwachs (prozentualer Wert) zwischen Zeitpunkt t_0 und t_1 sowie zwischen Zeitpunkt t_1 und t_2 in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit betrachtet.

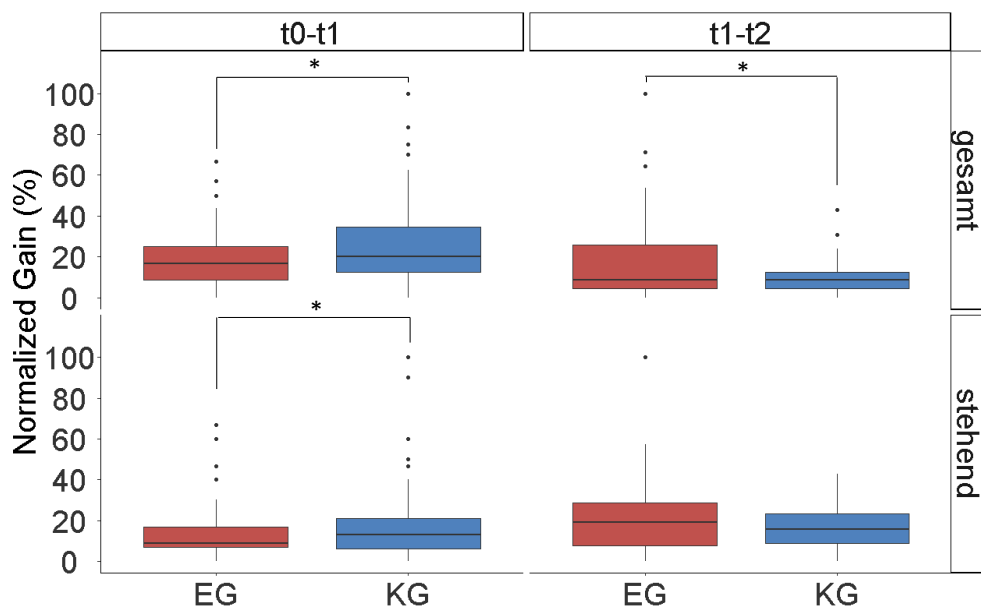


Abbildung 14: Lernzuwachs abhängig der Gruppenzugehörigkeit in Bezug auf beide Bewertungselemente innerhalb der definierten Zeitintervalle

Anmerkung. * $p \leq 0,05$

Dabei zeigte sich nach Berechnung des Normalized gain ein signifikanter Unterschied des Lernzuwachses im ersten Zeitintervall t_0 zu t_1 zwischen den beiden Gruppen (EG und KG). Die KG hatte in beiden Bewertungselementen einen signifikant besseren Lernzuwachs als die EG. Im Zeitintervall t_1 zu t_2 hingegen war isoliert im Bewertungselement „Hütchenanzahl gesamt“ ein signifikant besserer Lernzuwachs der EG im Vergleich zur KG zu sehen (vgl. Abbildung 14).

Abschließend wurden in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit die Leistungen der Studierenden zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen isoliert betrachtet. Hier zeigte sich zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied der Leistungen. Somit sortierten Studierende auch abhängig der Gruppenzugehörigkeit zu jedem Zeitpunkt die gleiche Hütchenanzahl stehend und gesamt ein (vgl. Tabelle 6 und Abbildung 15).

Tabelle 6: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen

Anmerkung. * Gruppenunterschied zu einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2

Zeitpunkt	Hütchenanzahl stehend			Hütchenanzahl gesamt		
	EG MW	KG MW	<i>p</i> -Wert*	EG MW	KG MW	<i>p</i> -Wert*
t_0	6,87	6,14	n.s.	8,37	7,88	n.s.
t_1	9,58	10,06	n.s.	10,94	11,34	n.s.
t_2	11,29	11,22	n.s.	12,89	12,92	n.s.

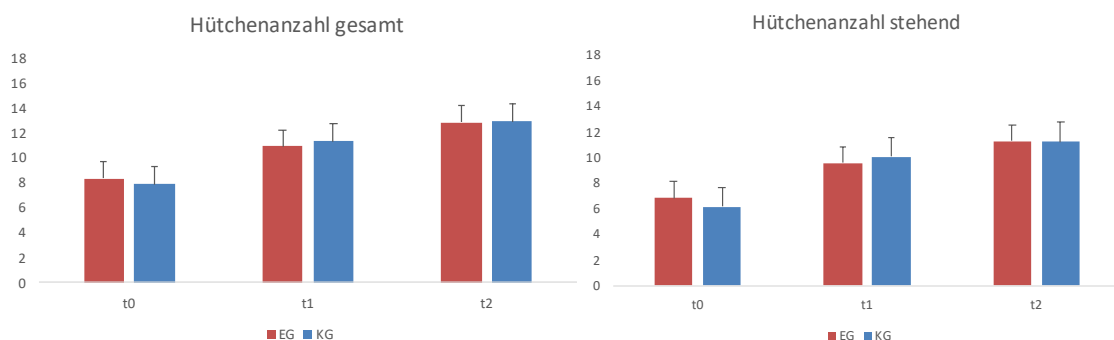


Abbildung 15: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen

3.6 Einfluss der Kovariaten

Die Kovariaten unterteilten sich in je zwei Subgruppen. Kovariater Faktor „Geschick“ in „niedrig“ und „hoch“, Kovariater Motivation in „niedrig“ und „hoch“ sowie Kovariater Geschlecht in Männer und Frauen.

Zunächst wurde die Differenz der Leistungen von Zeitpunkt t_0 zu t_2 unabhängig der Gruppenzugehörigkeit (EG oder KG) für alle Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ und den beiden Bewertungselementen berechnet. Dies begründet sich dadurch, dass der Leistungszuwachs von t_0 zu t_2 in den vorhergehenden Berechnungen keine Überlegenheit einer Gruppe (EG oder KG) aufzeigte. Anschließend wurden die Leistungen der Studierenden zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen analysiert.

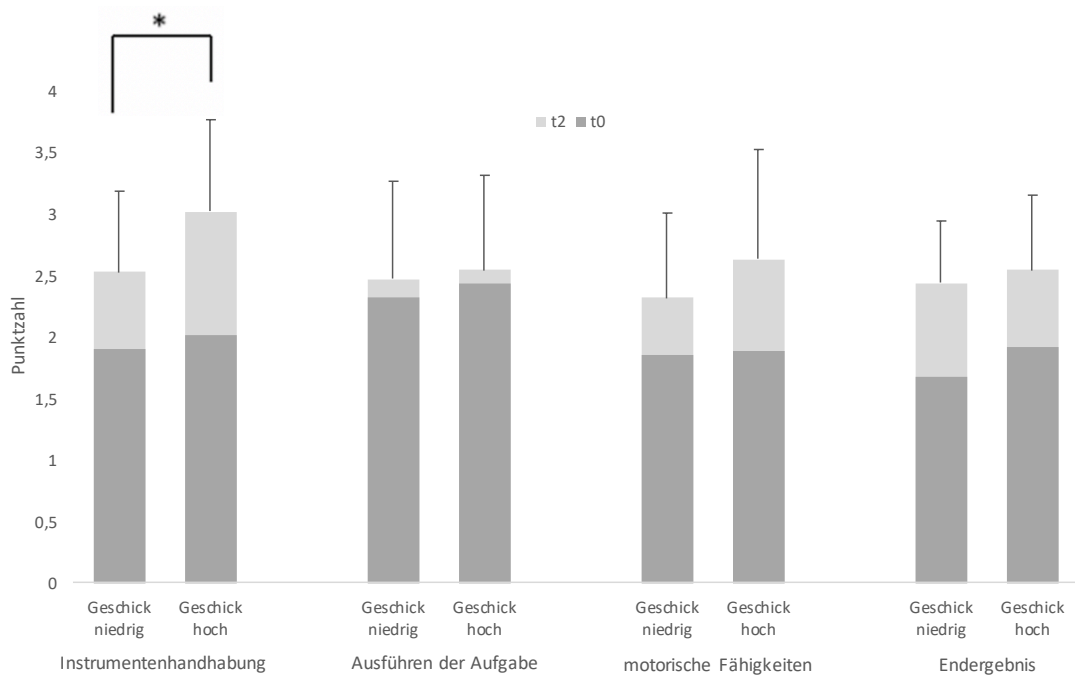
3.6.1 Faktor „Geschick“

Für den Faktor „Geschick“ wurden die Grenzen der einzelnen Leistungsstufen nach erfolgter Faktorenanalyse anhand der errechneten Perzentilen eingeteilt: „niedrig“ MW von 0,00 bis 2,60 (bis zur 25. Perzentile) und „hoch“ MW von 3,31 bis 5,00 (ab der 75. Perzentile).

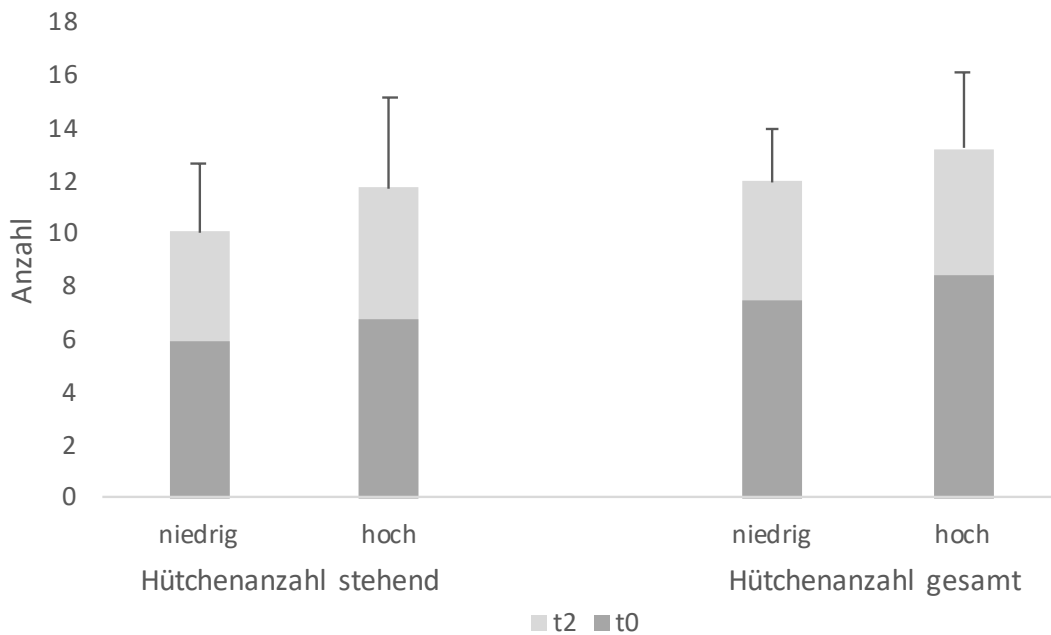
Es wurde zunächst der Einfluss des Faktors „Geschick“ anhand der Differenz der Leistungen von Zeitpunkt t_0 zu t_2 anhand der vier Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ und den beiden Bewertungselementen untersucht. Nur für eine Bewertungskategorie ließ sich ein signifikanter Unterschied feststellen, sodass sich hier ein Leistungszuwachs von Zeitpunkt t_0 zu t_2 erkennen lässt. Die Studierenden, die sich besser einschätzten, waren signifikant besser, als Studierende, die sich als weniger geschickt einstufen. In den Bewertungselementen waren keine signifikanten Ergebnisse zu identifizieren. Studierende, die sich als sehr geschickt einstufen, zeigten im Trend eine bessere Differenz der „Hütchenanzahl stehend“ von Zeitpunkt t_0 zu t_2 , als Studierende, die sich als weniger geschickt einstufen (vgl. Tabelle 7 und Abbildung 16).

Tabelle 7: Leistungen in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ und beiden Bewertungselementen
Anmerkung. *Anzahl der Hütchen *¹Einfluss Kovariate in der Differenz von t_0 zu t_2

		Faktor Geschick	t_0		t_2		p -Wert* ¹
			MW	SD	MW	SD	
Übung „Koffer packen“	Instrumentenhandhabung	niedrig	1,91	±0,71	2,53	±0,66	<0,05
		hoch	2,02	±0,73	3,02	±0,75	
	Ausführen der Aufgabe	niedrig	2,32	±0,84	2,47	±0,79	n.s.
		hoch	2,43	±0,84	2,54	±0,78	
	motorische Fähigkeiten	niedrig	1,85	±0,74	2,32	±0,68	n.s.
		hoch	1,89	±0,72	2,63	±0,90	
	Endergebnis	niedrig	1,68	±0,54	2,44	±0,50	n.s.
		hoch	1,92	±0,45	2,54	±0,62	
Hütchenanzahl	stehend	niedrig	5,97*	±2,67	10,03*	±2,58	n.s.
		hoch	6,71*	±2,94	11,75*	±3,43	
	gesamt	niedrig	7,47*	±2,45	11,94*	±2,04	n.s.
		hoch	8,37*	±2,40	13,19*	±2,89	



a.



b.

Abbildung 16: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu Zeitpunkt t_0 und t_2 . (a.) Bewertungskategorien Übung „Koffer packen“ (b.) Bewertungselemente
Anmerkung. * $p \leq 0,05$

Anschließend wurde der Einfluss des Faktors „Geschick“ auf die Leistungen der beiden Bewertungselemente zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 betrachtet. Es zeigte sich in beiden Bewertungselementen zu je zwei Zeitpunkten ein signifikanter Unterschied.

Studierende, die sich als geschickter einschätzten, sortierten zu Zeitpunkt t_1 und t_2 mehr Hütchen stehend ein. Zu Zeitpunkt t_0 und t_2 sortierten Studierende, die sich als geschickter einstufen mehr Hütchen gesamt ein (vgl. Tabelle 8 und Abbildung 17).

Tabelle 8: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen

Anmerkung. *Einfluss Kovariate zu einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2

Zeitpunkt	Hütchenanzahl stehend			Hütchenanzahl gesamt		
	Geschick niedrig MW	Geschick hoch MW	<i>p-Wert*</i>	Geschick niedrig MW	Geschick hoch MW	<i>p-Wert*</i>
t_0	5,97	6,71	n.s.	7,47	8,39	<0,05
t_1	8,97	9,98	<0,05	10,61	11,13	n.s.
t_2	10,02	11,74	<0,05	11,94	13,18	<0,05

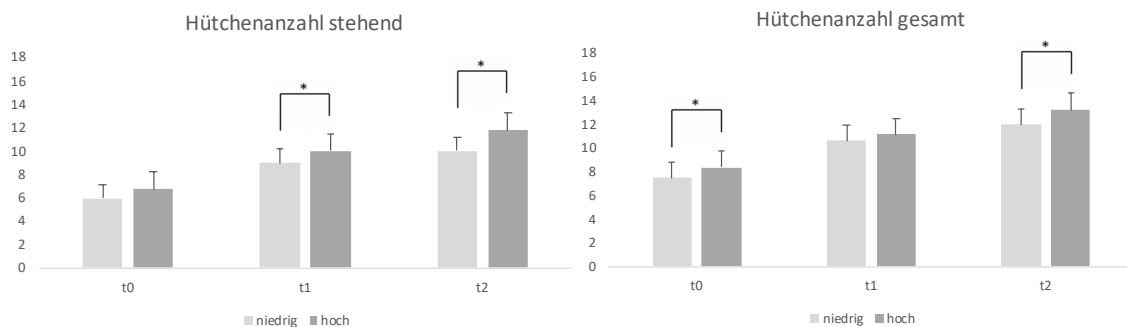


Abbildung 17: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen

Anmerkung. * $p \leq 0,05$

3.6.2 Motivation

Die Kovariate Motivation wurde anhand der Ergebnisse der Frage „ich bin an diesem Kurs überdurchschnittlich motiviert“ im Eingangsfragebogen in zwei Gruppen „niedrig“ und „hoch“ eingeteilt. Diese Einteilung erfolgte am MW 3,0 bei ungleicher Verteilung in den Perzentilenbereichen.

Es ließ sich bei Betrachtung der vier Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ unter dem Einfluss der Motivation unabhängig der Gruppenzugehörigkeit kein signifikanter Unterschied finden ($p > 0,05$). Auch in den Bewertungselementen zeigten die Ergebnisse keine signifikante Differenz von Zeitpunkt t_0 zu t_2 . Es konnte jedoch

gesehen werden, dass Studierende, die motivierter waren, im Trend eine bessere Differenz der „Hütchenanzahl gesamt“ von Zeitpunkt t_0 zu t_2 erzielten (vgl. Tabelle 9 und Abbildung 18).

Tabelle 9: Leistungen in Abhängigkeit der Motivation zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ und beiden Bewertungselementen
Anmerkung. *Anzahl der Hütchen *¹Einfluss Kovariate in der Differenz von t_0 zu t_2

		Motivation	t_0		t_2		p -Wert* ¹
			MW	SD	MW	SD	
Übung „Koffer packen“	Instrumentenhandhabung	niedrig	1,95	±0,61	2,76	±0,76	n.s.
		hoch	2,02	±0,77	3,00	±0,70	
	Ausführen der Aufgabe	niedrig	2,29	±0,88	2,49	±0,81	n.s.
		hoch	2,50	±0,84	2,54	±0,79	
	motorische Fähigkeiten	niedrig	1,82	±0,63	2,42	±0,84	n.s.
		hoch	1,96	±0,78	2,70	±0,76	
	Endergebnis	niedrig	1,80	±0,43	2,45	±0,53	n.s.
		hoch	1,92	±0,49	2,72	±0,61	
Hütchenanzahl	stehend	niedrig	6,14*	±2,72	10,58*	±2,98	n.s.
		hoch	7,13*	±2,72	12,00*	±3,39	
	gesamt	niedrig	7,79*	±2,31	12,43*	±2,60	n.s.
		hoch	8,67*	±2,13	13,80*	±2,62	

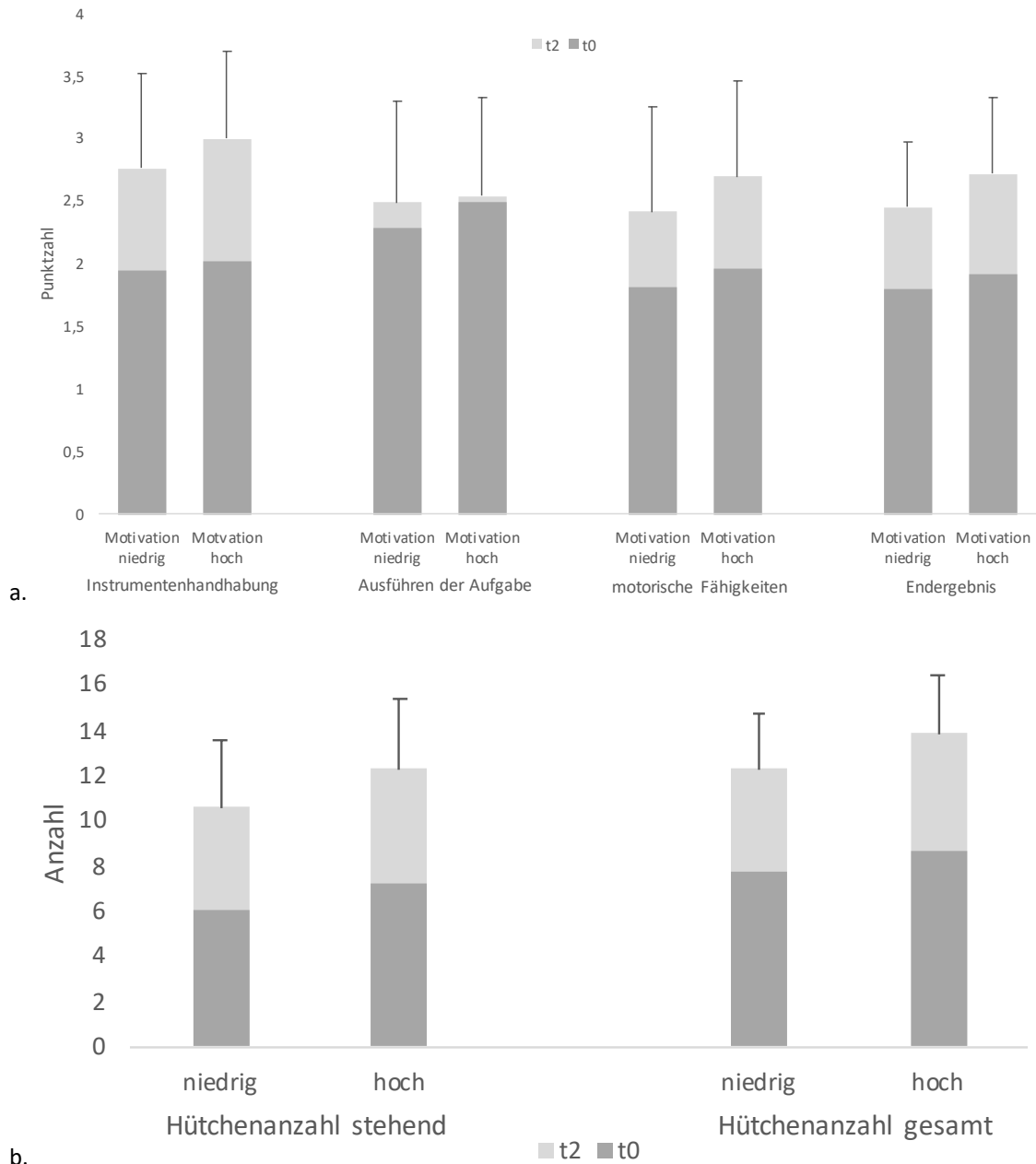


Abbildung 18: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit der Motivation zu Zeitpunkt t_0 und t_2 (a.) Bewertungskategorien Übung „Koffer packen“ (b.) Bewertungselemente

Anschließend wurde der Einfluss der Motivation in beiden Bewertungselementen zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 betrachtet. Hier zeigte sich zu allen Zeitpunkten im Bewertungselement „Hütchenanzahl stehend“ ein signifikanter Unterschied zwischen hoch und niedrig motivierten Studierenden. Bei Betrachtung des Bewertungselements „Hütchenanzahl gesamt“ konnte für Zeitpunkt t_0 und t_2 ein signifikanter Unterschied gefunden werden. Studierende, die hoch motiviert waren, sortierten zu allen

Zeitpunkten mehr Hütchen stehend und zu zwei Zeitpunkten mehr Hütchen gesamt ein (vgl. Tabelle 10 und Abbildung 19).

Tabelle 10: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit der Motivation zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen

Anmerkung. *Einfluss Kovariate zu einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2

Zeitpunkt	Hütchenanzahl stehend			Hütchenanzahl gesamt		
	Motivation niedrig MW	Motivation hoch MW	<i>p-Wert*</i>	Motivation niedrig MW	Motivation hoch MW	<i>p-Wert*</i>
t_0	6,04	7,18	<0,05	7,75	8,67	<0,05
t_1	9,52	10,45	<0,05	10,98	11,42	n.s.
t_2	10,57	12,30	<0,001	12,30	13,90	<0,001

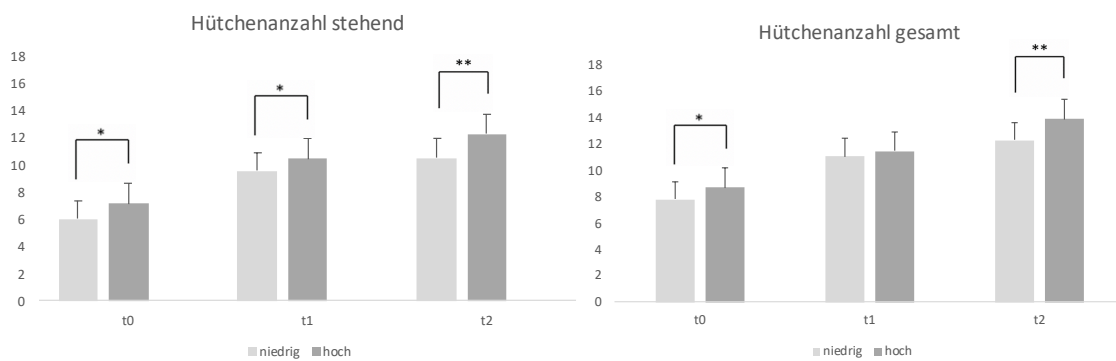


Abbildung 19: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit der Motivation zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen

Anmerkung. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,001$

3.6.3 Geschlecht

Zunächst wurde wieder die Differenz der Leistungen von Zeitpunkt t_0 zu t_2 abhängig der Kovariate Geschlecht für die Bewertungskriterien der Übung „Koffer packen“ und den beiden Bewertungselementen berechnet. Die Differenz der Leistungen von Zeitpunkt t_0 zu t_2 in den Bewertungskategorien „Instrumentenhandhabung“ und „Endergebnis“ zeigte einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) zwischen männlichen und weiblichen Teilnehmenden. Studenten erzielten dabei einen signifikant besseren Leistungszuwachs als Studentinnen. In beiden Bewertungselementen zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen Studentinnen und Studenten. So zeigten Studierende unabhängig

des Geschlechts den gleichen Leistungszuwachs in beiden Bewertungselementen „Hütchenanzahl stehend“ und „Hütchenanzahl gesamt“ (vgl. Tabelle 11 und Abbildung 20).

Tabelle 11: Leistungen in Abhängigkeit des Geschlechts zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ und beiden Bewertungselementen

Anmerkung. *Anzahl der Hütchen *¹Einfluss Kovariate in der Differenz von t_0 zu t_2

		Geschlecht	t_0		t_2		<i>p</i> -Wert* ¹
			MW	SD	MW	SD	
Übung „Koffer packen“	Instrumentenhandhabung	Frauen	1,84	±2,47	2,84	±0,73	<0,05
		Männer	2,22	±2,71	2,89	±0,78	
	Ausführen der Aufgabe	Frauen	2,36	±0,87	2,54	±0,79	n.s.
		Männer	2,40	±0,86	2,44	±0,81	
	motorische Fähigkeiten	Frauen	1,80	±0,70	2,51	±0,74	n.s.
		Männer	2,00	±0,67	2,58	±0,94	
	Endergebnis	Frauen	1,78	±0,45	2,47	±0,55	<0,05
		Männer	1,98	±0,45	2,71	±0,59	
Hütchenanzahl	stehend	Frauen	6,14*	±2,72	10,58*	±2,98	n.s.
		Männer	7,13*	±2,72	12,00*	±3,39	
	gesamt	Frauen	7,79*	±2,31	12,43*	±2,60	n.s.
		Männer	8,67*	±2,13	13,80*	±2,62	

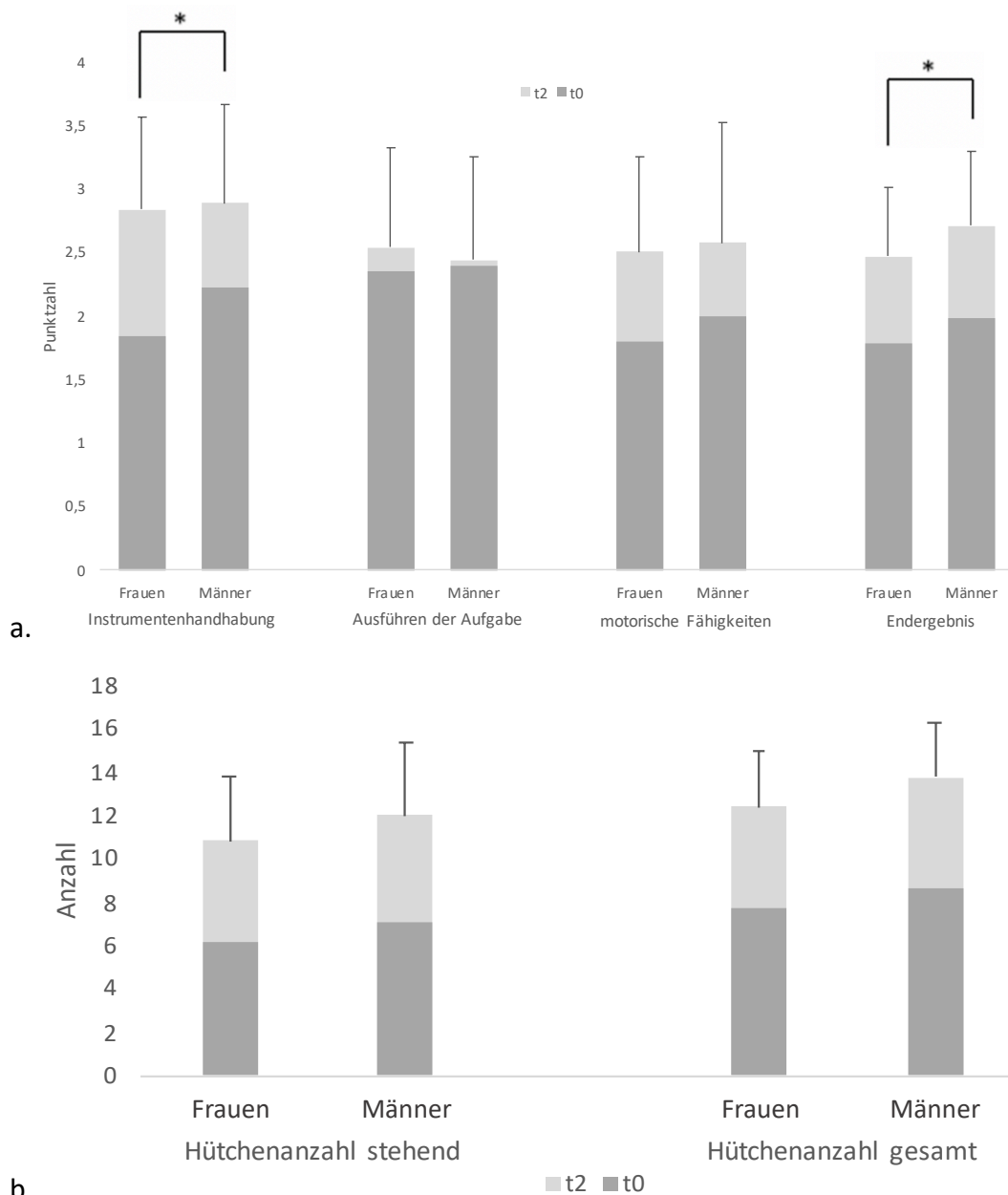


Abbildung 20: Leistung der Studierenden in Abhängigkeit des Geschlechts zu Zeitpunkt t_0 und t_2
 (a.) Bewertungskategorien Übung „Koffer packen“ (b.) Bewertungselemente

Anschließend wurden die Leistungen zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in Abhängigkeit des Geschlechts betrachtet. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen Frauen und Männern in beiden Bewertungselementen, mit Ausnahme von Zeitpunkt t_1 im Bewertungselement „Hütchenanzahl stehend“. Studentinnen sortierten zu allen Zeitpunkten signifikant weniger Hütchen gesamt ein und stellten zu den zwei Zeitpunkten t_0 und t_2 weniger Hütchen aufrecht ab (vgl. Tabelle 12 und Abbildung 21).

Tabelle 12: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Geschlechts zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen

Anmerkung. *Einfluss Kovariate zu einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2

Zeitpunkt	Hütchenanzahl stehend			Hütchenanzahl gesamt		
	Frauen MW	Männer MW	<i>p</i> -Wert	Frauen MW	Männer MW	<i>p</i> -Wert
t_0	6,14	7,14	<0,05	7,79	8,67	<0,05
t_1	9,58	10,45	n.s.	10,85	11,72	<0,05
t_2	10,85	12,00	<0,05	12,43	13,79	<0,05

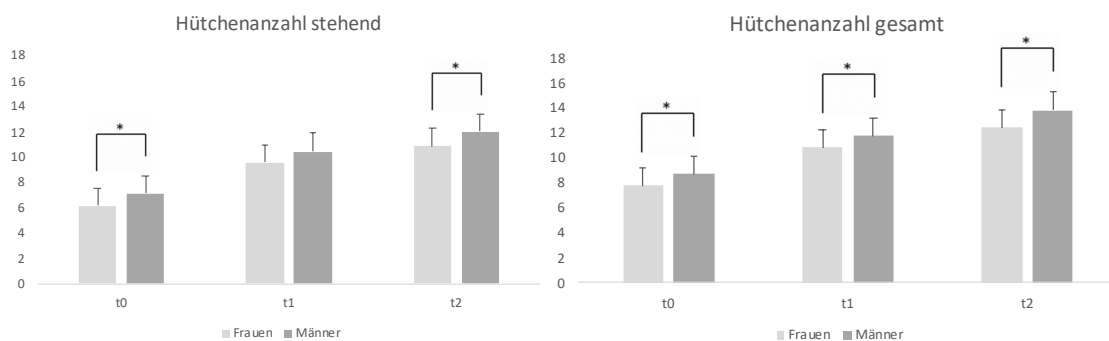


Abbildung 21: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Geschlechts zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen

Anmerkung. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,001$

3.6.4 Kameraführung

Für die Bewertung der Kameraführung zeigte sich kein signifikanter Leistungszuwachs von Zeitpunkt t_0 zu t_2 ebenso kein signifikanter Unterschied der Leistungen zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 abhängig oder unabhängig der Gruppenzugehörigkeit. Zusätzlich wurden alle Kameraführenden und die dazu passenden Operierenden synchronisiert, dennoch stellte sich kein Zusammenhang zwischen der Leistung der Kameraführung und der Leistung des Operierenden heraus.

3.7 Latent-Difference-Model

Zuletzt wurde noch der Zusammenhang zwischen den Kovariaten Geschlecht, Motivation, Gruppenzugehörigkeit zu den Zeitintervallen, den einzelnen Erhebungszeitpunkten sowie das Bewertungselement „Hütchenanzahl stehend“ als Qualitätsmerkmal und das Bewertungselement „Hütchenanzahl gesamt“ als

Quantitätsmerkmal mittels Ladungszahlen dargestellt. Der Faktor „Geschick“ war in das bestpassende Model nicht zu integrieren.

Das Latent-Difference-Model wird hier als Zusammenfassung der oben errechneten Daten genutzt. Dabei wurden Zusammenhänge mittels Ladungszahlen dargestellt. Rückt die Kovariate Geschlecht in den Vordergrund, zeigt sich eine Ladungszahl λ von 0,95 in Zusammenhang mit dem Basis-Assessment t_0 . Dies ist signifikant ($p < 0,05$). Ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis der Messung zu Zeitpunkt t_0 hat mit einer $\lambda = 1,12$ die Motivation der Studierenden. Auch für Zeitpunkt t_1 ($\lambda = 0,73$) und t_2 ($\lambda = 0,86$) wird ein Einfluss der Motivation deutlich. Die KG zeigt im ersten Zeitpunktintervall zwischen Zeitpunkt t_0 und Zeitpunkt t_1 eine steilere Kurve des Lernerfolgs erzielen, umgekehrt dazu verhält sich die EG, die von Zeitpunkt t_1 zu Zeitpunkt t_2 einen größeren Zuwachs des Lernerfolgs zeigt. Der χ^2 -Wert des Chi-Quadrat- (χ^2) -Tests war nach erfolgten Berechnungen bei 0,29. Der CFI-Wert lag bei 0,99, der RMSEA hatte einen Wert von 0,03. (vgl. Abbildung 20).

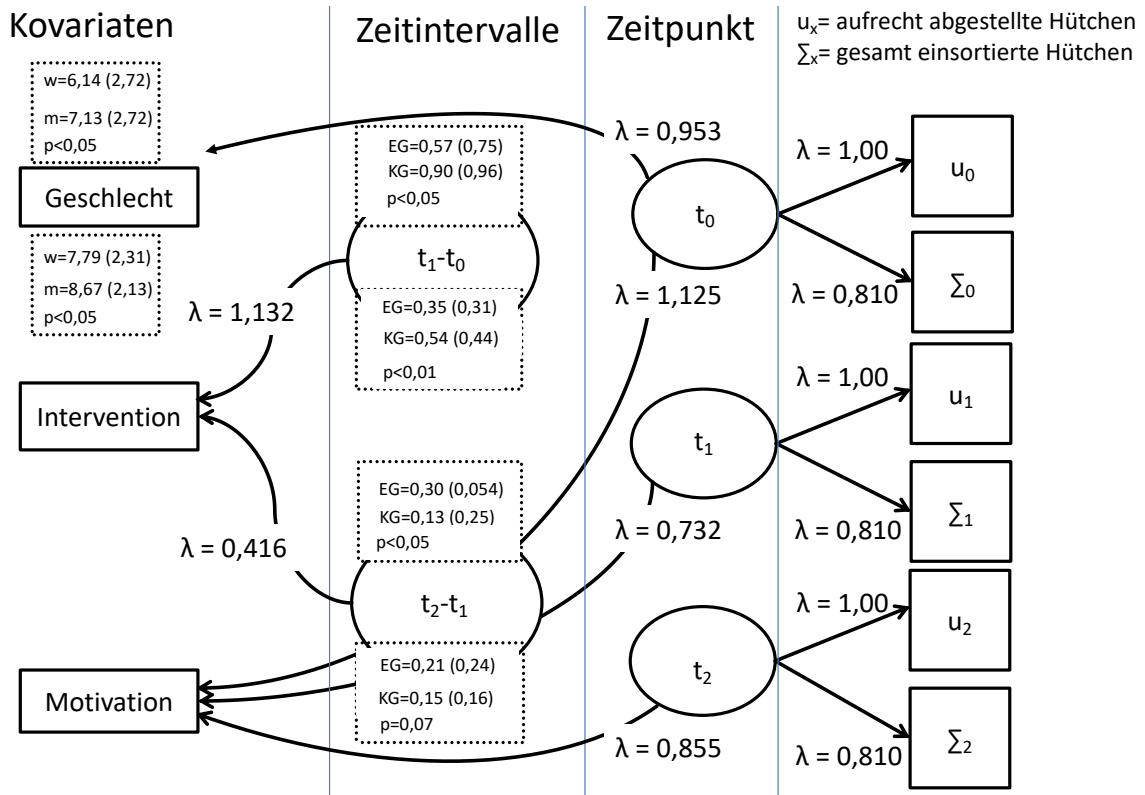


Abbildung 22: Latent-Difference-Model für die Gesamtanzahl Σ_i und stehend eingordnete Hütchen u_x (x =Messzeitpunkt) welche zu drei Messzeitpunkten (t_0 - t_2) erhoben wurden; λ = Faktorladungsparameter unter Berücksichtigung des Geschlechts, Gruppenzugehörigkeit (hier Zugehörigkeit zur EG) und Motivation; w = weiblich, m = männlich

4 DISKUSSION

4.1 Curriculares Erlernen laparoskopischer Fertigkeiten

Die minimalinvasive Chirurgie nimmt in der Viszeralchirurgie einen stetig steigenden Stellenwert ein [1]. Daher ist zu fordern, dass das Erlernen laparoskopischer Basisfertigkeiten schon möglichst früh Teil der chirurgischen Weiterbildung wird und dass dies auch außerhalb des Operationssaals stattfinden kann.

Beim laparoskopischen Operieren gibt es mehrere Herausforderungen. Durch eine zweidimensionale Sicht ist die Hand-Auge-Koordination ohne entsprechende Übung deutlich erschwert [50]. Zudem werden einzelne Handbewegungen durch den Fulcrum-Effekt sowie durch die verlängerten Instrumente mechanisch deutlich anspruchsvoller [51, 52]. So müssen Bewegungen außerhalb des Situs in entgegengesetzter Richtung durchgeführt werden, um diese im Inneren des Abdomens korrekt umzusetzen, da die Bauchdecke ein Hypomochlion darstellt. Auch sind je nach Länge des äußeren Instrumentenanteils kleinere oder größere Bewegungen notwendig, um diese an der Spitze des Instrumentes umzusetzen. Um diese Fertigkeiten zu erlernen und sich weiter zu verbessern, ist es sinnvoll, dass angehende Chirurginnen und Chirurgen strukturiert in Kursen ausgebildet werden und damit effektiv auf laparoskopische Operationen vorbereitet werden [15, 20]. Bereits in mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass laparoskopisches Training die Lernkurve beim Erlernen einfacher und komplexer Operationen steiler macht und verkürzen kann [53-55]. So können am Simulationstrainer erlernte Fähigkeiten direkt in das operative Setting übertragen und so Zeit und Material eingespart werden [56-58]. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass mit einer so erzielten steileren und verkürzten Lernkurve geringere Komplikationsraten und kürzere postoperative Liegedauern erzielt werden [59, 60].

Da oftmals Trainereinheiten gar nicht oder nur limitiert zur Verfügung stehen, ist es umso wichtiger, die mögliche Übungszeit effektiver zu nutzen. Daher ist es unerlässlich, angehenden Chirurginnen und Chirurgen die Möglichkeit zu geben, in einem festen Kurscurriculum möglichst ohne große finanzielle und zeitliche Ressourcen

Grundfertigkeiten zu erlernen und diese dauerhaft begleitend zur klinischen Ausbildung weiter zu üben und zu vertiefen [61, 62].

Der Wert eines standardisierten laparoskopischen Trainings mit der LTB konnte bereits gezeigt werden [63, 64]. Aus diesem Grund wurde zur besseren Evaluation von Lehrmethoden das bereits etablierte System der LTB in Form der ausgesuchten Übung „Koffer packen“, die im Speziellen das bi-manuelle Arbeiten sowie die Auge-Hand-Koordination vertieft, in dieser Studie verwendet worden [65, 66].

Dass mentale (Vor)Übungen generell einen positiven Effekt auf die Lernkurve und den Lernerfolg hat, wurde bereits in der Vergangenheit bewiesen [67]. Dennoch wurde bislang nur wenig Augenmerk auf mentale (Vor)Übungen in Kombination mit praktischer Übungszeit beim Erlernen chirurgischer Fähigkeiten in einem festgelegten Kurscurriculum für angehende Chirurgeninnen und Chirurgen gelegt [68, 69].

Aufgrund dieser oben genannten Aspekte wurde in der vorliegenden Studie ein standardisiertes Kurscurriculum untersucht und die Vorteile einer zusätzlichen mentalen Vorübung kontrolliert analysiert.

4.2 Zielvorgaben und Bewertungselemente

In der vorliegenden Arbeit ist eine Messung der Qualität und Quantität beim Operieren erfolgt. Beide Merkmale sind anhand der Zählung aller aufrecht abgestellten Hütchen (Qualität) und aller insgesamt einsortierten Hütchen (Quantität) gemessen worden. Diese Bewertungselemente sind definiert als eine erfasste Anzahl von Hütchen am Ende der Videoaufnahmen, sodass dies als ein objektives Bewertungskriterium zu sehen ist. In dieser Studie lag das Hauptaugenmerk der Bewertung bei Durchführung der Übung „Koffer packen“ auf der Qualität (aufrecht abgestellte Hütchen) der Ausführung und nicht allein auf Schnelligkeit der operierenden Person (gesamt einsortierte Hütchen). Um den aber ebenso wichtigen Faktor Quantität dennoch zu berücksichtigen, gab es ein definiertes Zeitlimit für die Durchführung der Übung. Dabei wurde verlangt, so viele Hütchen wie möglich unter dem primären Aspekt der Qualität einzusortieren.

Im operativen Setting hat der Faktor Zeit ebenfalls neben der Qualität einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf das postoperative Ergebnis der Patientinnen und

Patienten. Dies wurde bereits in einigen Studien untersucht, die zu dem Ergebnis kamen, dass eine prolongierte Operationszeit zu einem erhöhten Komplikationsrisiko beiträgt. [70-72]. So zeigten H. Cheng et al. in einem systematischen Review, dass sich die Komplikationswahrscheinlichkeit um 14,0% erhöhte, sobald die Operationszeit sich um 30 Minuten verlängert [72]. Es scheint also wichtig, dass Übungen beim Erlernen von Fähigkeiten und Fertigkeiten in definierter Zeit durchgeführt und wiederholt werden sollten.

Ein weiterer wichtiger Punkt im laparoskopischen Arbeiten ist die Koordination beider Hände während der Durchführung. So wurde in dieser Studie das bi-manuelle Arbeiten durch die Vorgabe der Übung „Koffer packen“, nur mit einem vorbestimmten rechten oder linken Instrument die Hütchen einzuordnen, stärker in den Vordergrund gerufen. Im Eingangsfragebogen ordneten sich Teilnehmenden beim Item „es fällt mir leicht auch mit meiner nicht-dominanten Hand zu arbeiten“ (MW= 2,4) schlechter ein als bei anderen Items zur Selbsteinschätzung der motorischen Fähigkeiten. Da während der Durchführung der Übung beide Hände für gleiche Aufgaben identisch oft benutzt werden mussten, spielte die Eigenschaft, rechts-dominant oder links-dominant zu sein, keine Rolle. Dies stellt einen weiteren Bezug zum realen Operations-Setting her, denn auch hier ist das Verwenden beider Hände in bestimmten Situationen erforderlich und sollte geübt werden.

4.3 Expertenlevel – Interne Validierung

Die Validität der ausgesuchten Übung „Koffer packen“ konnte anhand der durchgeführten internen Validierung mit erfahrenen OÄ und AÄ der Universitätsklinik Würzburg gesichert werden. Die Fragen lauteten: zeigen erfahrene OÄ eine bessere Leistung als AÄ und Studienteilnehmenden? Ist ein Leistungszuwachs der Studienteilnehmenden auf ein besseres Niveau von AÄ messbar? Beide Überlegungen konnten in der durchgeführten internen Validierung bestätigt werden. OÄ war es möglich in allen Bewertungskategorien und Bewertungselementen eine signifikant bessere Leistung zu erbringen als Studienteilnehmende und AÄ. Somit ist zu erwarten, dass OÄ, AÄ und Studierende eine neu definierte Übung mit unterschiedlichen Niveaus

absolvieren. Die fortwährende Steigerung der Leistungen der Teilnehmenden und das Erreichen eines höheren Niveaus als das der Referenzgruppe (AÄ) zum Ende des hier angewandten laparoskopischen Kurscurriculums zeigt, dass der konzipierte Kurs geeignet ist, laparoskopische Grundfertigkeiten wirksam zu erlernen. Dass die Teilnehmenden das Professionsniveau von erfahrenen OÄ nicht erreichten, zeigt hingegen auch, dass die Übungen und ihre Zielvorgaben nicht zu einfach waren, um ein differenziertes Professionsniveau abzubilden. Für sehr erfahrenes Personal waren die Zielvorgaben zu gering, wohingegen weniger erfahrenes Personal und auch naive Teilnehmende breit gestreute Ergebnisse erzielten. Somit kann durch diese Übung und die angeforderten Ziele ein Lernzuwachs von naiven Teilnehmenden differenziert gemessen werden. Damit ist das hier vorgeschlagene laparoskopische Kurscurriculum zu Beginn der chirurgischen Weiterbildung sinnvoll, um strukturiert laparoskopische Grundfertigkeiten zu erlernen. Hassan et al. zeigten in ihrer Studie, dass verschiedene Expertenlevel von Profi bis Anfänger nach Durchführung von Übungen an einem Laparoskopietrainer in ihren laparoskopischen Fähigkeiten sicher unterschieden werden konnten [73].

4.4 Auswahl der Lehrmethode

In dieser Arbeit wurde die Lehrmethode „DIKS“ als mentale Vorübung definiert und genauer untersucht [67]. Dabei muss eine komplexe Übungseinheit in einzelne Arbeitsschritte zerlegt werden, die in chronologischer Reihenfolge schriftlich in einer Art „Checkliste“ festgehalten werden. Dabei konnte die Effektivität einer Verknüpfung der didaktisch hochwertigen Lehrmethode „DIKS“ mit der bislang gängigen Lehrmethode „see one, do one...“ gezeigt werden. Der EG war es durch „DIKS“ möglich, trotz verkürzter praktischer Übungszeit am Simulator, ein gleiches Lernergebnis zu erzielen verglichen mit „see one, do one...“ (KG) ohne weitere didaktische Aufarbeitung. Dies zeigt einen positiven Kosten-Nutzen-Effekt einer zusätzlichen mentalen Übung.

Dies wurde bereits in einer Studie von M. Immenroth et al. bestätigt [67]. Zum mentalen Training wurde den Teilnehmenden ein Operationsatlas zur Verfügung gestellt, in welchem wichtige Einzelschritte der jeweiligen Operation beschrieben waren. In einer

weiteren Studie von Niwa et al. konnte gezeigt werden, dass bei Eingriffen wie eine Cholezystektomie Risiken und Komplikationen besser vermieden werden können, wenn diese Operation nach standardisiert vorgegebenen Einzelschritten durchgeführt wird [74]. Begonnen bei der standardisierten Lagerung des Patienten oder der Patientin über das sterile Abdecken über das Team-Timeout sowie den einzelnen chirurgischen Arbeitsschritten der Operation, werden durch diese genau definierten Abläufe Fehler vermieden. Plötzlich auftretende Situationen abweichend vom Standard können so schneller erkannt und kontrolliert werden. Daher kann diese bereits mehrfach evaluierte mentale Übung „DIKS“ sinnvoll als Lehrmethode beim Erlernen laparoskopischer Fertigkeiten integriert werden. „DIKS“ kann als der zweite und dritte Teilschritt der 4-Schritt-Peyton-Methode angesehen werden. Dabei werden die Teilschritte zwei und drei der Peyton-Methode durch unterschiedliche Akteure durchgeführt. Es existiert eine gute Evidenz für die Wirksamkeit der originären 4-Schritt-Methode nach Peyton, von Walker und Peyton 1998 erstmalig beschrieben [75]. Die vier Schritte bestehen aus (1) der Demonstration der Übung (2) der Dekonstruktion der Übung in Einzelschritte durch die Lehrenden (3) dem Verständnis durch Repetition der Einzelschritte und (4) der Durchführung mit simultaner erneuter Erläuterung der Schritte. J.M. Hamdorf et al. wiesen einen positiven Effekt dieser Methode beim Erlernen praktischer Fähigkeiten nach [76]. T.S. Wang et al. zeigten, dass die Peyton-Methode sowohl für unerfahrene und auch erfahrene Lernende geeignet ist. Dennoch ist diese Lehrmethode komplex und langwierig und ist daher im Kontext der Ressourcenknappheit und den limitierten Übungsmöglichkeiten in der chirurgischen Aus- und Weiterbildung begrenzt effizient. Daher propagierten T.S. Wang et al. die Notwendigkeit weitere effektivere Lehrmethoden zu entwickeln [77]. So scheint eine Modifikation der Peyton-Methode als sinnvoll und kann in der Lehrmethode „DIKS“ gesehen werden.

Im Gegensatz dazu steht das bislang gängigste Konzept „see one, do one...“, welches besonders in der Chirurgie eine bislang weit verbreitete Lehrmethode ist. Dabei sollen Lernende nach dem Beobachten einer Operation diese selbst durchführen und anschließend als neue Lehrende diese Übung anderen Lernenden beibringen [78]. Diese

Methode reicht aber allein nicht aus, komplexe chirurgische Abläufe schnell und effizient zu erlernen, wie T. Grantcharov et al. beschrieben [29]. Je komplexer eine Übung (Operation) ist, desto schwieriger wird es sich den Ablauf bei nur einmaligem Zusehen einzuprägen und wiedergeben zu können. Speziell hier müssen Lehrmethoden angewendet werden, die ein vertieftes und schrittweise Lernen ermöglichen. Ein weiterer Nachteil ist die nicht standardisierte Vermittlung von relevanten Lehrinhalten, weshalb keine hochwertige Lehre gewährleistet werden kann.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine modifizierte Lehrmethode wie „DIKS“ sich an die bestehende Ressourcenknappheit anpassen und flexibel gestalten lässt. Durch eine gewisse Einfachheit der Lehrmethode kann diese in ihrem Umfang zu jeder Zeit angewendet werden, wobei die Effektivität der Methode nicht vermindert wird.

4.5 Lernzuwachs unabhängig der Gruppenzugehörigkeit

Es wurde ein signifikanter Leistungszuwachs von Zeitpunkt t_0 zu t_2 unabhängig der Gruppenzugehörigkeit gefunden. Alle Studienteilnehmenden erreichten zum Zeitpunkt t_2 signifikant bessere Leistungen in allen Kategorien des Bewertungsbogens und sortierten eine signifikant höhere Anzahl der Hütchen aufrecht sowie gesamt ein. Dies zeigt, dass das hier implementierte strukturierte und standardisierte Kurscurriculum die laparoskopischen Fertigkeiten von Teilnehmenden schnell verbessern konnte und zu einem signifikanten Lernzuwachs führte. In einer Studie von E.M. Shore et al. konnte gezeigt werden, dass junge Chirurginnen und Chirurgen durch ein festgelegtes curriculares Lernen ihre laparoskopischen Fertigkeiten verbessern und diese gezielter in den Operationssaal übertragen [79].

4.6 Lernzuwachs abhängig der Gruppenzugehörigkeit

Beim Vergleich der beiden Lehrmethoden zeigte sich in der KG mit konventioneller Lehrmethode „see one, do one...“ ein signifikant besserer Lernzuwachs im ersten Zeitintervall von Zeitpunkt t_0 zu t_1 im Qualitätsmerkmal „Hütchenanzahl stehend“ sowie Quantitätsmerkmal „Hütchenanzahl gesamt“. Während des zweiten Zeitintervalls t_1 zu t_2 führt die zusätzliche mentale Vorübung „DIKS“ in Kombination mit praktischem Üben

zu einem signifikant besseren Lernzuwachs im Quantitätsmerkmal. Insgesamt betrachtet ergab sich von Zeitpunkt t_0 zu Zeitpunkt t_2 kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

Diese Ergebnisse bestätigen, dass besonders zu Beginn des Lernens eines neuen Übungsablaufes die händische Auseinandersetzung mit Instrumenten und Kamera wichtig ist und zu einer Verbesserung des Lernzuwachses beiträgt. Die mentale Auseinandersetzung und das repetitive Wiederverwenden zeigt im zweiten Zeitintervall (t_1 zu t_2) einen besseren Lernzuwachs als rein praktische Übungszeit. Vorangegangene Untersuchungen stellten fest, dass sich ein vertieftes mentales Üben in der chirurgischen Weiterbildung positiv auf den Lernerfolg auswirken kann [28, 67, 80, 81]. Auch in dieser Studie konnte diese Sachlage nochmals verdeutlicht werden. S. Arora et al. validierten mentales Training als eine kosten- und zeiteffiziente Strategie, um laparoskopische Fertigkeiten zu verbessern [80]. Das Zusammenspiel dieser praktischen und mentalen Übungen zeigte den besten Effekt auf den Lernzuwachs. Auch A. Rao et al. untersuchten in einer Meta-Analyse die Effektivität von mentalem Training. Dabei fanden sie heraus, dass mentales Training eine effiziente Ergänzung zur praktischen Übung am Trainer darstellt [81].

Zusammenfassend konnte in der hier durchgeführten prospektiven randomisierten Studie die eingangs definierte Fragestellung bestätigt werden. Eine mentale Vorübung wie „DIKS“ ist geeignet, den Lernzuwachs trotz einer um 58% verminderten praktischer Übungszeit auf ein gleiches Endniveau (t_2) zu bringen, im Vergleich zu verlängerter praktischer Übungszeit. Dies ist besonders in Anbetracht der begrenzt zur Verfügung stehenden freien Übungszeit junger Ärztinnen und Ärzte eine Lösung zur Maximierung des Lernzuwachses mit kürzerer praktischer Übungszeit und ist als eine gleichwertige Übungseinheit anzusehen.

4.7 Kovariaten

Mit dem Eingangsfragebogen zu Beginn der Studie wurden mögliche Kovariaten, die einen Einfluss auf den Lernzuwachs haben können, erhoben. Neben personenbezogenen Daten wie Alter, Geschlecht und Vorerfahrungen in der

Laparoskopie wurde auch die Selbsteinschätzung der eigenen motorischen Fähigkeiten und die Motivation der Studierenden abgefragt. Diese erhobenen Einzelmerkmale zeigten unterschiedliche Effekte auf den Lernerfolg der Teilnehmenden. Um die Komplexität der statistischen Analysen und gleichzeitig die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen, wurde primär der Lernzuwachs unabhängig der Gruppenzugehörigkeit von Zeitpunkt t_0 zu t_2 berechnet. Zusätzlich wird der Einfluss der Kovariaten auf den Leistungsstand zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 betrachtet. Der Fokus der statistischen Analysen bei Betrachtung des Einflusses möglicher Kovariaten liegt auf den Bewertungselementen „Hütchenanzahl stehend“ und „Hütchenanzahl gesamt“, da es sich um objektive Parameter handelte.

4.7.1 Faktor „Geschick“

Der Faktor „Geschick“ zeigte in nur einem Bewertungskriterium einen signifikanten Einfluss auf den Leistungszuwachs von Zeitpunkt t_0 zu t_2 . Jedoch waren Studierende, die sich selbst als motorisch sehr geschickt einstufen zu den einzelnen Messzeitpunkten (t_0 , t_1 und t_2) signifikant besser in beiden Bewertungselementen. Zusammengefasst kann also gesagt werden, dass Studierende gleich welcher Geschicklichkeitsstufe einen gleichen Leistungszuwachs durch das Kurscurriculum erlangten. Teilnehmende, die sich als hoch geschickt einstufen, erzielten jedoch qualitativ „Hütchenanzahl stehend“ und quantitativ „Hütchenanzahl gesamt“ bessere Leistungen zu den einzelnen Untersuchungszeitpunkten. Daher kann die Schlussfolgerung gemäß dem Satz nach Henry Ford „he who thinks he can and he who thinks he can't are both usually right“ ebenfalls bewiesen werden. Die Frage, ob Selbsteinschätzung einen Einfluss auf den Lernzuwachs hat, konnte in dieser Studie mit nein beantwortet werden. Wohingegen Selbsteinschätzung einen signifikanten Einfluss auf die einzelnen Leistungen bewies. Auch in der Literatur sind nur wenige Forschungsarbeiten über Selbsteinschätzung und deren Einfluss auf den Leistungszuwachs von praktischen Fertigkeiten zu finden, sodass dieser Hintergrund in zukünftigen Arbeiten weiter beleuchtet werden sollte.

4.7.2 Motivation

Es konnte kein signifikanter Einfluss der Motivation auf den Leistungszuwachs von Zeitpunkt t_0 zu t_2 gezeigt werden. Die Leistungen zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 waren bei hoch motivierten Studierende jedoch signifikant besser. Sie sortierten signifikant mehr Hütchen stehend und gesamt ein. In einem systemischen Review konnten R. Kusurkar et al. zeigen, dass Motivation als unabhängige Variable großen Einfluss auf Lernergebnisse hat [82].

Auch auf neuronaler Ebene zeigen Ergebnisse von Studien eine Verbesserung des Lernprozesses bei motivierten Teilnehmenden [83]. Es sollte in Zukunft ein noch größeres Augenmerk auf die Motivation in der medizinischen Lehre gelegt werden, denn nur durch maximale Motivation kann ein besseres Ergebnis erzielt werden. Dabei sind die intrinsische und extrinsische Motivation zu unterscheiden. Zur intrinsischen Motivation zählen eigene Beweggründe und Gefühle, die extrinsische Motivation wird durch äußere Einflussfaktoren beeinflusst. Zwar kann die intrinsische Motivation der Teilnehmenden durch veränderte Umstände nicht wesentlich geändert werden, aber auch die extrinsische Motivation spielt eine wichtige Rolle und sollte beim Training nicht missachtet werden [84].

4.7.3 Geschlecht

Unter dem Einfluss des Geschlechtes zeigte sich ein signifikant höherer Leistungszuwachs in zwei der vier Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“. Werden die Leistungen zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 betrachtet, sortierten Männer signifikant mehr Hütchen stehend und gesamt ein. Daher lässt sich interpretieren, dass der Lernzuwachs zwischen Frauen und Männern nur wenig signifikante Unterschiede aufweist. Werden die Leistungen zu einzelnen Zeitpunkten gemessen, schneiden männliche Teilnehmende signifikant besser ab als weibliche Teilnehmende. Diese Ergebnisse werden durch eine Studie von Schueneman et al. bekräftigt. Hier konnte ebenfalls gezeigt werden, dass Frauen beim Durchführen einer Aufgabe gesamt schlechter abgeschnitten hatten als Männer. In einer weiteren Studie wurde gezeigt, dass Frauen allgemein eine geringere Bereitschaft haben, Fehler zu

machen, sodass sie zur Bewältigung der Aufgabe länger brauchen als Männer [85]. Es wird angenommen, dass auch in der vorliegenden Arbeit die Teilnehmerinnen ein geringeres Risiko eingingen und daher insgesamt weniger Hütchen in der vorgegebenen Zeit einsortierten. Dahingehend profitieren Männer von ihrer Risikobereitschaft in puncto Schnelligkeit und ihrer Selbstsicherheit, in chirurgischen Fertigkeiten gut zu sein, sodass männliche Teilnehmende bessere Leistungen in den Bewertungselementen erreichten [85, 86]. Ein systematisches Review von A. Ali et al. mit Einschluss von 247 Studien bestätigte diese Beobachtung [87, 88]. Es wurde aufgezeigt, dass Frauen durch repetitives Training die Männer im Verlauf eines Kurses in ihren Leistungen überholen könnten. Daher kann ein Kurscurriculum mit mehreren aufeinanderfolgenden Übungseinheiten für Frauen ein besseres Outcome herbeiführen.

Insgesamt wird durch die vorliegende Studie erkannt, dass es Unterschiede in den Leistungen und im Leistungszuwachs zwischen weiblichen und männlichen Teilnehmenden gibt. Diese Tatsache ist in einer Studie von C.M. Thorson et al. bereits bestätigt worden. Dementsprechend sollten Lehrmethoden geschlechterspezifisch angepasst werden, um für beide Geschlechter den maximalen Lernerfolg zu erzielen [89].

4.7.4 Kameraführung

Unerwartet ließ sich in der vorliegenden Arbeit keinerlei Einfluss der Güte der Kameraführung auf das Operationsergebnis nachweisen. Dies könnte möglicherweise ein methodisches Artefakt sein, denn Operierende und Kameraführende bildeten während des gesamten Kurses eine feste Teamkonstellation. Daher wurde die Arbeit einer operierenden Person nur mit der Qualität einer Kameraführung erfasst, jedoch kein Vergleich zwischen guter sowie schlechter Kameraführung angestrebt. Somit konnte der Unterschied des Operierens in Abhängigkeit der Kameraführung nicht definitiv dargestellt werden.

Um der aktuellen Datenlage gerecht zu werden, müsste erwartungsgemäß die Qualität der Kameraführung einen direkten Einfluss auf die Leistung der Operierenden haben. Zusammengefasst zeichnet sich eine gute Kameraführung durch aktives Handeln, gute

Kameraeinstellungen, geschicktes Handling und vorausschauendes Arbeiten aus. Dies kann die Operationszeit positiv beeinflussen und den Operierenden die Arbeitsschritte deutlich erleichtern, weshalb die Komplikationsrate verringert werden kann. Dies wurde bereits von R. Krell et al. beschrieben [90]. Festgelegte Übungseinheiten wie beispielsweise das 10-Zyklen-Bildnavigations-Tool sind zur Verbesserung der Kameraführung etabliert worden und zeigen einen positiven Effekt auf die Lernkurve der Kameraführung [91, 92].

In Zukunft könnte in einer weiterführenden Studie das Zusammenspiel aus einer fest eingeteilten Kameraperson und unterschiedlich gut operierenden Teilnehmenden untersucht werden. Dabei müsste sowohl eine schlechte als auch eine exzellente Kameraführung mit erfahrenen Operierenden als auch mit ungeübten operierenden Teilnehmenden zusammengeführt werden. Dadurch könnte eine spezifische Aussage des Einflusses der Güte der Kameraführung besser herausgearbeitet werden.

4.8 Latent-Difference-Model

Nach Analyse aller möglicher Kovariaten wurden die gewonnenen Ergebnisse im Gesamtzusammenhang mit Hilfe eines Latent-Difference-Modells dargestellt. Das in dieser Studie gezeigte Latent-Difference-Modell zeigt als Zusammenfassung den Einfluss von Kovariaten auf unterschiedliche Messzeiträume und Messzeitpunkte.

Dabei konnte erneut die Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit verdeutlicht werden. Die Intervention „DIKS“ führte zu einem signifikant besseren Lernzuwachs im Bewertungselement „Hütchenanzahl gesamt“ von Zeitpunkt t_1 zu t_2 , umgekehrt hatte die KG einen signifikant besseren Lernzuwachs in beiden Bewertungselementen von Zeitpunkt t_0 zu t_1 .

Dieses Modell wird in dieser Arbeit verwendet, um interindividuelle Unterschiede auf messfreier Ebene erneut zu untersuchen und die verwendete Variablen zu korrelieren [93]. Dabei konnten durch die Verwendung des Modells Verzerrungen vermieden werden und die Aussagekraft der gewonnenen Daten erhöht werden. Dadurch, dass besonders in Studien, die Veränderungen über einen gewissen Zeitraum hinweg betrachten, dieses Modell zur Untersuchung zwischen Messzeitpunkten sinnvoll ist,

wurde es ebenfalls auf diese Studie angewendet [93]. So konnte eine messfehlerfreie, abschließende Zusammenfassung erstellt werden. Da in dieser Studie mehrere multivariate Veränderungsprozesse über einen Zeitraum hinweg sowie viele abhängige und unabhängige Variablen erfasst und Gemeinsamkeiten untersucht wurden, konnte dieses Latent-Difference-Model Prozesse miteinander verknüpfen sowie Ursachen und Folgen der Untersuchungen darstellen [94].

4.9 Stärken und Limitationen

Zu den vielen Stärken der Studie gehören das prospektive randomisierte Design und die vergleichsweise hohe Fallzahl. Um ein Selektionsbias bezüglich der Studienpopulation zu vermeiden, wurde die Studie während eines verpflichtenden chirurgischen Praktikums mit Studierenden durchgeführt. In dieser Studie nahmen deshalb sowohl an der Chirurgie interessierte als auch nicht-interessierte Studierende teil. Durch diesen Pflichtcharakter des Praktikums konnte innerhalb eines Jahres eine hohe Teilnehmeranzahl (n=126) rekrutiert werden. Die hohe Teilnehmerzahl ermöglichte differenzierte Subgruppenanalysen und die valide Untersuchung von möglichen Kovariaten, die den Lernerfolg beeinflussten. In bislang durchgeführten Studien dieser Art war die Teilnehmeranzahl lediglich im mittleren zweistelligen Bereich [63, 95]. Ebenso wurden bisher Studien lediglich an freiwillig Teilnehmenden oder chirurgischen Assistentinnen oder Assistenten in einem festgelegten Kurscurriculum verglichen.

Eine weitere Stärke der Studie ist der standardisierte Ablauf aller abgehaltenen Kurse durch eine immer gleichbleibende Betreuung sowie genau definiertem Zeitablauf und Zeitrahmen. Um einen Informationsbias zu vermeiden, wurde jeder Kurs standardisiert von der gleichen Tutorin durchgeführt, die nur im Vorfeld genau definierte Hilfestellungen passend zu den Lehrvideos geben durfte. Vor Beginn der Studie wurde dieser Kurs mehrfach an Freiwilligen getestet und stetig evaluiert, bis sich das oben beschriebene Kurscurriculum etablierte. Die Bewertungskategorien waren stets klar definiert und die auswertende Person war zu jeder Zeit verblindet. Es konnte beim Auswerten nicht erkannt werden, ob es sich bei dem gesichteten Video um einen Studierenden der EG oder KG handelte. Die Leistung wurde anhand des standardisierten

Bewertungsbogens bewertet und dabei eine Behaviorally Anchored Rating Scale angewendet, die mehrfach in der Literatur beschrieben und evaluiert wurde [35].

Um den Kurs möglichst realitätsnah zu gestalten, wurde durch die Aufnahmen unter Zeitdruck bewusst eine Prüfungssituation geschaffen. Dies soll Stresssituationen während einer Operation nachempfunden sein.

Eine Limitation dieser Studie ist das Fehlen eines zweiten Basis-Assessments am zweiten Kurstag. Die Videoaufnahme des Abschluss-Assessments zu Zeitpunkt t_2 wurde erst nach wiederholter Übungseinheit durchgeführt. Dieses zweite Basis-Assessment könnte allenfalls die Rückschritte durch das Zeitintervall zwischen den beiden Kurstagen aufzeigen oder Verzerrungen durch freiwilliges Üben zwischen den Kurstagen darstellen. Den Studierenden war es aber zu keiner Zeit außerhalb des Kurses möglich, frei zugänglich an den im Kurs verwendeten Trainereinheiten zu üben. Zudem würde dieses zweite Basis-Assessment das gleiche Lernniveau wie zum Zeitpunkt des Zwischen-Assessments darstellen. So schien es für diese Studie sinnvoller, das Abschluss-Assessment am zweiten Kurstag erst nach erneuter kurzer Übungseinheit mit praktischer Übungszeit und mentaler Vorübung zu erfassen.

Der nicht fassbare Zusammenhang zwischen Kameraführung und Leistung der Operierenden in dieser Studie bedeutet, dass weitere intensive Untersuchungen zu dieser Aussage nötig sind. Die Hypothese, dass eine schlechte Kameraführung einen negativen Effekt auf das Operieren hat, konnte anhand des Studiendesigns nicht abschließend evaluiert werden. In dieser Studie wurden die Teamkonstellationen während des gesamten Kurses nicht verändert. Um jedoch den Einfluss unterschiedlich guter Leistungen (gute und schlechte Kameraführung) auf eine definierte Variable (Operieren) besser definieren zu können, muss eine festgelegte Rotation der Teamkonstellationen erfolgen. Auch sollte anhand von Gütekriterien die Kameraführung als gut und schlecht definiert werden. Dies konnte aufgrund der Logistik und hohen Fallzahl des Studienkollektivs nicht untersucht werden. Außerdem stand dieser Aspekt nicht im Vordergrund bei Ausarbeitung des Studiendesigns.

Insgesamt lässt sich die Aussage treffen, dass diese Studie durch die genau definierten Abläufe, die fest vorgegebenen Zeiteinheiten und die gezielte Vermeidung des

Informations- und Selektionsbias eine hohe Aussagekraft in Bezug auf die Ergebnisse und daraus resultierenden Schlussfolgerungen zeigt.

4.10 Fazit und Ausblick

Diese Studie kann als Grundstein für weitere intensive Forschung zur Etablierung eines Kurscurriculums für naive Teilnehmende zum Erlernen laparoskopischer Grundfertigkeiten angesehen werden.

In der vorliegenden Studie zeigte sich, dass Laparoskopie-naive Probanden während des etablierten standardisierten Kurscurriculum rasch einen signifikanten Lernzuwachs erreichen konnten. Ebenso ist es wichtig, unterschiedliche Lehrmethoden anzubieten und zu kombinieren. Um das curriculare Training individuell und zielgerichtet auf Einzelpersonen besser abstimmen zu können, müssen relevante Kovariaten wie Geschlecht, Motivation und Selbsteinschätzung erhoben und berücksichtigt werden. Dabei kann festgehalten werden, dass Teilnehmende, die sich selbst eher schlecht im chirurgischen Handling und den laparoskopischen Fähigkeiten einschätzen, bewusst einer mental-didaktischen Intervention ausgesetzt werden sollten, um den höchstmöglichen Profit zu erlangen. Ebenso ist es wichtig, weibliche und männliche Teilnehmende unterschiedlich zu fördern. Dabei profitieren Frauen stärker von repetitivem Üben. Der Einfluss der Motivation spielt eine wichtige Rolle zum Erreichen von Zielvorgaben, sodass diese Kovariate in Kursabläufen ebenfalls bedacht werden sollte. Je individueller und je didaktisch hochwertiger ein Kursablauf gestaltet ist, desto schneller können sich Teilnehmende neue Fertigkeiten aneignen. Die mentale Auseinandersetzung mit Übungen in Form von „DIKS“ ist besonders in Anbetracht der begrenzt zur Verfügung stehenden freien Übungszeit junger Ärztinnen und Ärzte eine Lösung zur Maximierung des Lernzuwachses mit kürzerer praktischer Übungszeit.

Ein langfristiger Lernerfolg als Nachbeobachtung nach mehreren Wochen oder Monaten wurde im Rahmen dieser Studie nicht untersucht. Zu erwarten wäre jedoch ein Plateau der Lernkurve und des Lernerfolgs der Teilnehmenden im weiteren Verlauf. Dann kann nur durch repetitives Arbeiten und intensivierten Übungseinheiten ein erneuter Zuwachs verzeichnet werden [96, 97].

5 ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund

Die Laparoskopie hat in den letzten Jahrzehnten in der Viszeralchirurgie einen immer höheren Stellenwert erlangt und ist mittlerweile bei einer Vielzahl von Operationen der Goldstandard [1, 2]. Die daraus resultierenden relevanten postoperativen Vorteile für Patientinnen und Patienten gegenüber dem offenen Zugangsweg ergibt die Notwendigkeit einer standardisierten Weiterbildung zum systematischen Erlernen laparoskopischer Fähigkeiten [8-12]. Das Training an Simulatoren führt zu einem raschen Lernzuwachs bei unerfahrenen Teilnehmenden [17]. Aufgrund der Ressourcenknappheit ist der Zugang zu Simulatoren begrenzt. Daher stellt sich die Frage, welchen Einfluss unterschiedliche Lehrmethoden wie „DIKS“ [29] aufzeigen und ob damit der notwendige zeitliche Übungsaufwand verkürzt werden kann. Zudem müssen mögliche Kovariaten wie auch Prädiktoren und die Notwendigkeit einer strukturierten curricularen Ausbildung untersucht werden.

Material und Methoden

Um diesen Hintergrund näher zu beleuchten, wurden in dieser Studie zwei Lehrmethoden mittels EG und KG in einem festgelegten Kurscurriculum miteinander verglichen. 126 Studierende ohne Laparoskopie-Erfahrung des 10. Fachsemesters Humanmedizin nahmen an einem Laparoskopiekurs zum Erlernen laparoskopischer Basisfertigkeiten teil. Vor Inauguration des Kurses wurden die Übungen und Prüfungsabläufe intern anhand der Bestimmung des Niveaus einer Referenzgruppe aus OÄ und AÄ validiert. Vor Beginn des Kurses wurden mögliche Kovariaten und Prädiktoren wie Motivation, händische Selbsteinschätzung, etc. mittels eines Eingangsfragebogens erhoben und anschließend eine Faktorenanalyse zur Zusammenfassung einzelner Fragebogenitems. Die Leistungen der Probanden wurden zu drei Zeitpunkten (t_0 , t_1 und t_2) erhoben. Dabei wurde in der EG eine Verkürzung der praktischen Übungszeit um 58% im Vergleich zur KG zu Gunsten des mentalen Trainings untersucht. Mittels standardisierter Lehrvideos erhielten die Teilnehmenden die Instruktionen. Alle Messzeitpunkte wurden per Videomittschnitt von einer verblindeten Prüferin nach validierten Kriterien bewertet.

Ergebnisse

Die interne Validierung dieser Studie an ärztlichem Personal ergab signifikant bessere Leistungen der OÄ im Vergleich zu AÄ oder Studierende. Ihre Leistungen konnten Teilnehmende auf ein vergleichbares Endniveau zu Messzeitpunkt t_2 wie AÄ bringen. Nach Auswertung des Eingangsfragebogens war es mittels Faktorenanalyse möglich, mehrere Aussagen zur Selbsteinschätzung der motorischen Fähigkeiten zu einem Faktor zusammenzufassen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass sowohl die EG als auch die KG einen signifikanten Leistungszuwachs aufwiesen. Die KG zeigte nach dem ersten Training einen signifikant höheren Lernzuwachs bei der Anzahl der einzusortierenden Hütchen. Nach einer Woche wurde der Vorsprung der KG bei einem besseren Lernzuwachs der EG egalisiert [29]. Einen signifikanten Einfluss auf die Verbesserung des Lernzuwachses zeigte zum einen der Faktor Geschick. Dabei war es geschickten Teilnehmenden möglich, zu Zeitpunkt t_2 signifikant mehr Hütchen stehend und gesamt einsortierten. Weiter sortierten motivierte Studierende zu fast allen Zeitpunkten signifikant mehr Hütchen stehend und gesamt ein. Ebenso verhielt sich der Einfluss des Geschlechtes. Männern war es möglich, signifikant mehr Hütchen zu den Messzeitpunkten einzusortieren. Die Kameraführung konnte keinen signifikanten Einfluss zeigen.

Fazit und Ausblick

Die vorliegende Studie zeigt, dass durch einen konzipierten Kurs Basisfähigkeiten der Laparoskopie effektiv erlernt werden können. Durch zusätzliches mentales Training konnte die praktische Übungszeit am Laparoskopietrainer verkürzt und ein gleichwertiges Ergebnis erzielt werden. Zudem müssen Einflüsse möglicher Kovariaten bei Konzipierung eines Kurses beachtet werden, um das Training individuell und zielgerichtet durchführen zu können. Die Wichtigkeit des laparoskopischen Trainings außerhalb des Operationssaals wird durch diese Studie nochmals verdeutlicht und sollte in Zukunft in die chirurgische Weiterbildung standardmäßig integriert werden. Diese Studie kann als Grundstein für weitere intensive Forschung zur Etablierung eines Kurscurriculums für naive Teilnehmende zum Erlernen laparoskopischer Grundfertigkeiten im Rahmen der Facharztweiterbildung angesehen werden.

6 LITERATURVERZEICHNIS

1. Jayne, D., et al., *Five-year follow-up of the Medical Research Council CLASICC trial of laparoscopically assisted versus open surgery for colorectal cancer*. British journal of surgery, 2010. **97**(11): p. 1638-1645.
2. Fürst, A., et al., *Evidenzlage der laparoskopischen Chirurgie beim Rektumkarzinom*. coloproctology, 2015. **37**(2): p. 97-102.
3. Seidelmann, L.M.-A.M.N., *Perioperativer Vergleich der minimalinvasiven Operationsmethoden TEP (Total Extraperitoneale Patchplastik) und TAPP (Transabdominelle Präperitoneale Patchplastik) zur Behandlung der primären einseitigen Leistenhernie: Eine Datenanalyse des Herniamed-Registers mit 17.587 Patienten*. 2016.
4. Kitano, S., et al., *A randomized controlled trial comparing open vs laparoscopy-assisted distal gastrectomy for the treatment of early gastric cancer: an interim report*. Surgery, 2002. **131**(1): p. S306-S311.
5. Hosono, S., et al., *Meta-analysis of short-term outcomes after laparoscopy-assisted distal gastrectomy*. World Journal of Gastroenterology: WJG, 2006. **12**(47): p. 7676.
6. Sakuramoto, S., et al., *Laparoscopy versus open distal gastrectomy by expert surgeons for early gastric cancer in Japanese patients: short-term clinical outcomes of a randomized clinical trial*. Surgical endoscopy, 2013. **27**(5): p. 1695-1705.
7. Förster, S., et al., *CAMIC-Empfehlungen zur chirurgischen Laparoskopie aus nicht geburtshilflicher Indikation während der Schwangerschaft*. Zentralblatt für Chirurgie-Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral-, Thorax-und Gefäßchirurgie, 2016. **141**(05): p. 538-544.
8. Lee, H.-J., et al., *Short-term outcomes of a multicenter randomized controlled trial comparing laparoscopic distal gastrectomy with D2 lymphadenectomy to open distal gastrectomy for locally advanced gastric cancer (KLASS-02-RCT)*. Annals of surgery, 2019. **270**(6): p. 983-991.
9. Korrel, M., et al., *Minimally invasive versus open distal pancreatectomy: an individual patient data meta-analysis of two randomized controlled trials*. HPB, 2020.
10. Masoomi, H., et al., *Overview of outcomes of laparoscopic and open Roux-en-Y gastric bypass in the United States*. Surgical technology international, 2012. **22**: p. 72.
11. Elgazwi, K.E.Z., et al., *Laparoscopic sigmoidectomy for diverticulitis: a prospective study*. JSLS: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons, 2010. **14**(4): p. 469.
12. Biere, S.S., et al., *Minimally invasive versus open oesophagectomy for patients with oesophageal cancer: a multicentre, open-label, randomised controlled trial*. The Lancet, 2012. **379**(9829): p. 1887-1892.
13. Sroka, G., et al., *Fundamentals of laparoscopic surgery simulator training to proficiency improves laparoscopic performance in the operating room—a*

- randomized controlled trial*. The American journal of surgery, 2010. **199**(1): p. 115-120.
14. Buckley, C.E., et al., *Is the skillset obtained in surgical simulation transferable to the operating theatre?* Am J Surg, 2014. **207**(1): p. 146-57.
 15. Zendejas, B., et al., *State of the evidence on simulation-based training for laparoscopic surgery: a systematic review*. Ann Surg, 2013. **257**(4): p. 586-93.
 16. Korndorffer, J.R., Jr., et al., *Simulator training for laparoscopic suturing using performance goals translates to the operating room*. J Am Coll Surg, 2005. **201**(1): p. 23-9.
 17. Aggarwal, R., K. Moorthy, and A. Darzi, *Laparoscopic skills training and assessment*. British Journal of Surgery, 2004. **91**(12): p. 1549-1558.
 18. Stefanidis, D., et al., *Initial laparoscopic basic skills training shortens the learning curve of laparoscopic suturing and is cost-effective*. J Am Coll Surg, 2010. **210**(4): p. 436-40.
 19. Våpenstad, C., et al., *Limitations of haptic feedback devices on construct validity of the LapSim® virtual reality simulator*. Surgical endoscopy, 2013. **27**(4): p. 1386-1396.
 20. Thijssen, A.S. and M.P. Schijven, *Contemporary virtual reality laparoscopy simulators: quicksand or solid grounds for assessing surgical trainees?* The American Journal of Surgery, 2010. **199**(4): p. 529-541.
 21. Botden, S.M., et al., *Augmented versus virtual reality laparoscopic simulation: What is the difference?* World journal of surgery, 2007. **31**(4): p. 764-772.
 22. Botden, S.M., et al., *The importance of haptic feedback in laparoscopic suturing training and the additive value of virtual reality simulation*. Surgical endoscopy, 2008. **22**(5): p. 1214-1222.
 23. Botden, S.M. and J.J. Jakimowicz, *What is going on in augmented reality simulation in laparoscopic surgery?* Surgical endoscopy, 2009. **23**(8): p. 1693.
 24. Lauscher, J.C., et al., *A new surgical trainer (BOPT) improves skill transfer for anastomotic techniques in gastrointestinal surgery into the operating room: a prospective randomized trial*. World journal of surgery, 2010. **34**(9): p. 2017-2025.
 25. Laubert, T., et al., *Conception of the Lubeck Toolbox curriculum for basic minimally invasive surgery skills*. Langenbecks Arch Surg, 2018. **403**(2): p. 271-278.
 26. VanLehn, K., R.M. Jones, and M.T. Chi, *A model of the self-explanation effect*. The journal of the learning sciences, 1992. **2**(1): p. 1-59.
 27. MacKenzie, L., et al., *Hierarchical decomposition of laparoscopic surgery: a human factors approach to investigating the operating room environment*. Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies, 2001. **10**(3): p. 121-127.
 28. Germanyuk, A., et al., *It's all in Your Head! Einfluss des Mentalen Trainings auf den Kompetenzerwerb praktischer Fertigkeiten in der chirurgischen Lehre*. Zentralblatt für Chirurgie-Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral-, Thorax-und Gefäßchirurgie, 2019. **144**(06): p. 597-605.
 29. Grantcharov, T.P. and R.K. Reznick, *Teaching procedural skills*. Bmj, 2008. **336**(7653): p. 1129-1131.

30. Manthey, D. and M. Fitch, *Stages of competency for medical procedures*. The clinical teacher, 2012. **9**(5): p. 317-319.
31. Pape-Koehler, C., et al., *Multimedia-based training on Internet platforms improves surgical performance: a randomized controlled trial*. Surgical endoscopy, 2013. **27**(5): p. 1737-1747.
32. Hansen, M., et al., *Enhancement of medical interns' levels of clinical skills competence and self-confidence levels via video iPods: pilot randomized controlled trial*. Journal of medical Internet research, 2011. **13**(1): p. e29.
33. Jowett, N., et al., *Surgical skill acquisition with self-directed practice using computer-based video training*. The American Journal of Surgery, 2007. **193**(2): p. 237-242.
34. Miskovic, D., *Proficiency gain and competency assessment in laparoscopic colorectal surgery*. 2012.
35. Debnath, S.C., B.B. Lee, and S. Tandon, *Fifty years and going strong: What makes Behaviorally Anchored Rating Scales so perennial as an appraisal method?* International Journal of Business and Social Science, 2015. **6**(2).
36. Scott, W.A., *Reliability of content analysis: The case of nominal scale coding*. Public opinion quarterly, 1955: p. 321-325.
37. Finn, R.H., *A note on estimating the reliability of categorical data*. Educational and psychological measurement, 1970. **30**(1): p. 71-76.
38. Rasch, D., K.D. Kubinger, and K. Moder, *The two-sample t test: pre-testing its assumptions does not pay off*. Statistical papers, 2011. **52**(1): p. 219-231.
39. Napierala, M.A., *What is the Bonferroni correction*. AAOS Now, 2012. **6**(4): p. 40.
40. Hake, R.R., *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. American journal of Physics, 1998. **66**(1): p. 64-74.
41. Schiekirka, S., et al., *Estimating learning outcomes from pre-and posttest student self-assessments: a longitudinal study*. Academic Medicine, 2013. **88**(3): p. 369-375.
42. Willoughby, S.D. and A. Metz, *Exploring gender differences with different gain calculations in astronomy and biology*. American Journal of Physics, 2009. **77**(7): p. 651-657.
43. Brown, T. and A. Onsmann, *Exploratory Factor Analysis: A Five-step guide for novices*. Australasian Journal of Paramedicine, 2013. **8**(3): p. 1-14.
44. Nunnally, J.C., I.H. Bernstein, and J.M.t. Berge, *Psychometric theory*. Vol. 226. 1967: JSTOR.
45. Bowling, A., *Research methods in health: investigating health and health services*. 2014: McGraw-Hill Education (UK).
46. Lehmann, I.J., *Educational Measurements and Their Interpretation*. 1965, JSTOR.
47. Giofrè, D., et al., *The influence of journal submission guidelines on authors' reporting of statistics and use of open research practices*. PloS one, 2017. **12**(4): p. e0175583.
48. *Manual of the American Psychological Association*. 6th ed. Washington, DC, USA: American Psychological Association (APA), 2010.

49. Proust-Lima, C., et al., *Are latent variable models preferable to composite score approaches when assessing risk factors of change? Evaluation of type-I error and statistical power in longitudinal cognitive studies*. *Statistical methods in medical research*, 2019. **28**(7): p. 1942-1957.
50. Wilson, M., M. Coleman, and J. McGrath, *Developing basic hand-eye coordination skills for laparoscopic surgery using gaze training*. *BJU Int*, 2010. **105**(10): p. 1356-1358.
51. Nisky, I., et al., *Perception of stiffness in laparoscopy—the fulcrum effect*. *Studies in health technology and informatics*, 2012. **173**: p. 313.
52. Crothers, I., et al., *Experienced laparoscopic surgeons are automated to the “fulcrum effect”: an ergonomic demonstration*. *Endoscopy*, 1999. **31**(05): p. 365-369.
53. Botden, S.M., I.H. de Hingh, and J.J. Jakimowicz, *Suturing training in augmented reality: gaining proficiency in suturing skills faster*. *Surgical endoscopy*, 2009. **23**(9): p. 2131-2137.
54. Nagendran, M., et al., *Laparoscopic surgical box model training for surgical trainees with no prior laparoscopic experience*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2014(1).
55. Zendejas, B., et al., *State of the evidence on simulation-based training for laparoscopic surgery: a systematic review*. *Annals of surgery*, 2013. **257**(4): p. 586-593.
56. Buckley, C.E., et al., *Is the skillset obtained in surgical simulation transferable to the operating theatre?* *The American Journal of Surgery*, 2014. **207**(1): p. 146-157.
57. Hyltander, A., et al., *The transfer of basic skills learned in a laparoscopic simulator to the operating room*. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*, 2002. **16**(9): p. 1324-1328.
58. Seymour, N.E., et al., *Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study*. *Annals of surgery*, 2002. **236**(4): p. 458.
59. Ahlberg, G., et al., *Proficiency-based virtual reality training significantly reduces the error rate for residents during their first 10 laparoscopic cholecystectomies*. *The American journal of surgery*, 2007. **193**(6): p. 797-804.
60. Group, C.O.o.S.T.S., *A comparison of laparoscopically assisted and open colectomy for colon cancer*. *New England Journal of Medicine*, 2004. **350**(20): p. 2050-2059.
61. Orzech, N., et al., *A comparison of 2 ex vivo training curricula for advanced laparoscopic skills: a randomized controlled trial*. *Annals of surgery*, 2012. **255**(5): p. 833-839.
62. Dmitry Nepomnayshy, M., et al., *Identifying the Need and Content of an Advanced Laparoscopic Skills Curriculum: Results of a National Survey*.
63. Laubert, T., et al., *Conception of the Lübeck Toolbox curriculum for basic minimally invasive surgery skills*. *Langenbeck's Archives of Surgery*, 2018. **403**(2): p. 271-278.

64. Esnaashari, H., et al., *Lübecker Toolbox—ein standardisiertes Trainingscurriculum für die minimalinvasive Chirurgie*. Zeitschrift für Gastroenterologie, 2011. **49**(08): p. V54.
65. Auerswald, P.G., *Das Lübecker Toolbox--Curriculum--Konzeption und Validierung eines standardisierten Trainingsprogramms für die Basisfertigkeiten der minimal--invasiven Chirurgie*.
66. Spaun, G.O., et al., *A comparison of early learning curves for complex bimanual coordination with open, laparoscopic, and flexible endoscopic instrumentation*. Surgical endoscopy, 2010. **24**(9): p. 2145-2155.
67. Immenroth, M., et al., *Mental training in surgical education: a randomized controlled trial*. Annals of surgery, 2007. **245**(3): p. 385.
68. Mulla, M., et al., *Learning basic laparoscopic skills: a randomized controlled study comparing box trainer, virtual reality simulator, and mental training*. Journal of surgical education, 2012. **69**(2): p. 190-195.
69. Eldred-Evans, D., et al., *Using the mind as a simulator: a randomized controlled trial of mental training*. Journal of surgical education, 2013. **70**(4): p. 544-551.
70. Catanzarite, T., et al., *Longer operative time during benign laparoscopic and robotic hysterectomy is associated with increased 30-day perioperative complications*. Journal of minimally invasive gynecology, 2015. **22**(6): p. 1049-1058.
71. Jackson, T.D., et al., *Does speed matter? The impact of operative time on outcome in laparoscopic surgery*. Surgical endoscopy, 2011. **25**(7): p. 2288-2295.
72. Cheng, H., et al., *Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis*. journal of surgical research, 2018. **229**: p. 134-144.
73. Hassan, I., et al., *A virtual reality simulator for objective assessment of surgeons' laparoscopic skill*. Der Chirurg; Zeitschrift für Alle Gebiete der Operativen Medizen, 2005. **76**(2): p. 151-156.
74. Niwa, U., et al., *Die laparoskopische Cholezystektomie als standardisierter Lehreingriff zur Behandlung der symptomatischen Cholezystolithiasis*. Zentralblatt für Chirurgie-Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral-, Thorax-und Gefäßchirurgie, 2013. **138**(02): p. 141-142.
75. Peyton, J.W.R., *Teaching & learning in medical practice*. 1998, Heronsgate Rickmansworth, Herts.: Manticore Europe Ltd.
76. Hamdorf, J. and J.C. Hall, *Acquiring surgical skills*. British Journal of Surgery, 2000. **87**(1): p. 28-37.
77. Wang, T.S., et al., *An education theory--based method to teach a procedural skill*. Archives of dermatology, 2004. **140**(11): p. 1357-1361.
78. Kotsis, S.V. and K.C. Chung, *Application of see one, do one, teach one concept in surgical training*. Plastic and reconstructive surgery, 2013. **131**(5): p. 1194.
79. Shore, E.M., et al., *Validating a standardized laparoscopy curriculum for gynecology residents: a randomized controlled trial*. American journal of obstetrics and gynecology, 2016. **215**(2): p. 204. e1-204. e11.
80. Arora, S., et al., *Development and validation of mental practice as a training strategy for laparoscopic surgery*. Surgical endoscopy, 2010. **24**(1): p. 179.

81. Rao, A., I. Tait, and A. Alijani, *Systematic review and meta-analysis of the role of mental training in the acquisition of technical skills in surgery*. The American Journal of Surgery, 2015. **210**(3): p. 545-553.
82. Kusurkar, R., et al., *Motivation as an independent and a dependent variable in medical education: a review of the literature*. Medical teacher, 2011. **33**(5): p. e242-e262.
83. DePasque, S. and E. Tricomi, *Effects of intrinsic motivation on feedback processing during learning*. NeuroImage, 2015. **119**: p. 175-186.
84. Edelmann, W., *Intrinsische und extrinsische Motivation*. Grundschule, 2003. **4**: p. 30-32.
85. Schueneman, A., J. Pickleman, and R. Freeark, *Age, gender, lateral dominance, and prediction of operative skill among general surgery residents*. Surgery, 1985. **98**(3): p. 506.
86. Konge, L., et al., *Gender differences among medical students in the approach to simulation*. Ugeskrift for laeger, 2011. **173**(49): p. 3170-3173.
87. Ali, A., et al., *Gender differences in the acquisition of surgical skills: a systematic review*. Surgical endoscopy, 2015. **29**(11): p. 3065-3073.
88. Grantcharov, T., et al., *Impact of hand dominance, gender, and experience with computer games on performance in virtual reality laparoscopy*. Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques, 2003. **17**(7): p. 1082-1085.
89. Thorson, C.M., et al., *Can we continue to ignore gender differences in performance on simulation trainers?* Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques, 2011. **21**(4): p. 329-333.
90. Krell, R.W., et al., *Effects of resident involvement on complication rates after laparoscopic gastric bypass*. Journal of the American College of Surgeons, 2014. **218**(2): p. 253-260.
91. Brackmann, M.W., et al., *Development of a novel simulation model for assessment of laparoscopic camera navigation*. Surgical endoscopy, 2017. **31**(7): p. 3033-3039.
92. Alam, M., et al., *A training tool to assess laparoscopic image navigation task performance in novice camera assistants*. journal of surgical research, 2017. **219**: p. 232-237.
93. Geiser, C., *Datenanalyse mit Mplus*. 2011: Springer.
94. Wolf, C. and H. Best, *Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse*. 2010: Springer.
95. Teber, D., et al., *The Heilbronn laparoscopic training program for laparoscopic suturing: concept and validation*. Journal of endourology, 2005. **19**(2): p. 230-238.
96. Hasan, A., M. Pozzi, and J. Hamilton, *New surgical procedures: can we minimise the learning curve?* Bmj, 2000. **320**(7228): p. 171-173.
97. Rogers, D.A., A.S. Elstein, and G. Bordage, *Improving continuing medical education for surgical techniques: applying the lessons learned in the first decade of minimal access surgery*. Annals of surgery, 2001. **233**(2): p. 159.

I. Abkürzungsverzeichnis

AÄ	Assistenzärztinnen und Assistenzärzte
CAT	Competency assessment tool
CFI	Comparative-Fit-Index
df	Freiheitsgrade
DIKS	Deconstruction into key steps
EG	Experimentalgruppe
et al.	et alii
KG	Kontrollgruppe
Max	Maximum
Min	Minimum
MW	Mittelwert
n	absolute Anzahl
n.s.	nicht signifikant
OÄ	Oberärztinnen und Oberärzte
LTB	Lübecker Tool Box
RMSEA	Root-Mean-Square-Error-of-Approximation
SD	Standardabweichung
Vgl.	vergleiche

II. Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Trainereinheit
- Abbildung 2: Übungsmodul „Koffer packen“ im BOPT
- Abbildung 3: Plattform „CATlive“ mit Bewertungsbeispiel
- Abbildung 4: Bildausschnitte der Lehrvideos
- Abbildung 5: Studiendesign
- Abbildung 6: Ablauf erster Kurstag
- Abbildung 7: Ablauf zweiter Kurstag
- Abbildung 8: Arbeitsschritt: Hütchen aufrecht abstellen
- Abbildung 9: Bewertungsbogen
- Abbildung 10: Studienkollektiv
- Abbildung 11: Interne Validierung
- Abbildung 12: Leistungen der Studierenden unabhängig der Gruppenzugehörigkeit zu Zeitpunkt t_0 und t_2
- Abbildung 13: Leistungen der Studierenden abhängig der Gruppenzugehörigkeit zu Zeitpunkt t_0 und t_2
- Abbildung 14: Lernzuwachs abhängig der Gruppenzugehörigkeit in Bezug auf beide Bewertungselemente innerhalb der definierten Zeitintervalle
- Abbildung 15: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen
- Abbildung 16: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu Zeitpunkt t_0 und t_2
- Abbildung 17: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen
- Abbildung 18: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit der Motivation zu Zeitpunkt t_0 und t_2
- Abbildung 19: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit der Motivation zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen
- Abbildung 20: Leistung der Studierenden in Abhängigkeit des Geschlechts zu Zeitpunkt t_0 und t_2
- Abbildung 21: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Geschlechts zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen
- Abbildung 22: Latent-Difference-Model

III. Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Gruppenunterschiede nach Randomisierung
- Tabelle 2: Eingangsfragebogen: Selbsteinschätzung der motorischen Fertigkeiten und Motivation
- Tabelle 3: Faktorenanalyse der Items im dritten Abschnitt des Eingangsfragebogens und Differenzierung in zwei Faktoren anhand der Ladungszahlen
- Tabelle 4: Leistung der Studierenden unabhängig der Gruppenzugehörigkeit zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien sowie den beiden Bewertungselementen
- Tabelle 5: Leistung der Studierenden abhängig der Gruppenzugehörigkeit zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien sowie den beiden Bewertungselementen
- Tabelle 6: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen
- Tabelle 7: Leistungen in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ und beiden Bewertungselementen
- Tabelle 8: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Faktors „Geschick“ zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen
- Tabelle 9: Leistungen in Abhängigkeit der Motivation zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ und beiden Bewertungselementen
- Tabelle 10: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit der Motivation zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen
- Tabelle 11: Leistungen in Abhängigkeit des Geschlechts zu Zeitpunkt t_0 und t_2 in den Bewertungskategorien der Übung „Koffer packen“ und beiden Bewertungselementen
- Tabelle 12: Leistungen der Studierenden in Abhängigkeit des Geschlechts zu den Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 in beiden Bewertungselementen

IV. Anhang

Einverständniserklärung Teil 1 von 2

Ansprechpartner:

PD Dr. F. Seyfried
Klinik und Poliklinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie,
Gefäß- und Kinderchirurgie
Oberdürrbacherstraße 6
97080 Würzburg
Tel. 0931/201-0
E-Mail: seyfried_f@ukw.de

Laparoskopie Basiskurs „Evaluation unterschiedlicher Lehrmethoden“

Sehr geehrte Studierende,

im Sommersemester 2017 durchlaufen Sie während Ihres Blockpraktikums den Laparoskopie Basiskurs.

Im Rahmen dessen führen wir eine Studie zur Ausbildungsforschung durch, in der die Ergebnisse unterschiedlicher Lehrmethoden auf Ihren Lernerfolg wissenschaftlich untersucht werden. Die Studie findet im Rahmen einer medizinischen Doktorarbeit statt.

Dazu wird im Kurs Ihr individueller Lernerfolg im Verhältnis zu Ihren persönlichen Vorerfahrungen, Ihrer Motivation, Ihren Ausgangsfertigkeiten und verschiedenen Lehrmethoden auf Ihre laparoskopischen, motorischen Fähigkeiten und Ihre Geschicklichkeit überprüft.

Zu Beginn des Kurses wird ein Fragebogen ausgeteilt, in dem Sie Ihre eigenen motorischen Fähigkeiten, Ihre Motivation, Vorerfahrungen und Geschicklichkeit selbst evaluieren sollen.

Im Kurs werden die laparoskopischen Fertigkeiten anhand der standardisierten Übung „Koffer packen“ erlernt. Hierzu werden mehrere Lehrvideos gezeigt. Der Lernfortschritt wird mittels dreier Videomittschnitte nach bestimmten, praktischen Übungs-Einheiten dokumentiert und die Motorik und Geschicklichkeit anhand der aufgenommenen Videos mittels eines vorgefertigten, standardisierten Auswertungsbogens analysiert.

Die Auswertung stützt sich auf die in den vorher gezeigten Lehrvideos angesprochenen Erklärungen und Hinweisen in Textformat und auf die im zweiten Treffen ausgehändigte Checkliste.

Die Hauptkriterien schließen die Instrumentenhandhabung, das korrekte Ausführen der Aufgabe, die Fähigkeiten der jeweiligen Studenten und das Endprodukt nach vorgegebener Zeit ein. Es werden sowohl das Operieren, als auch die Kameraführung bei jedem Studenten einzeln bewertet.

Sämtliche Daten werden pseudonymisiert gesammelt und anschließend anonymisiert ausgewertet.

Der Zweck der Studie ist die Lehrmethodik des Kurses im weiteren Verlauf zu optimieren.

PD Dr. F. Seyfried
Projektleiter

**Einverständniserklärung für Studierende zur Studie
Laparoskopie Basiskurs
„Evaluation unterschiedlicher Lehrmethoden“**

Teilnehmer/in (Name bitte eintragen)*:

*Diese personenbezogenen Angaben werden separat aufbewahrt und dienen lediglich der Einverständniserklärung.

Im Rahmen der Studie werden mein Geschlecht, Alter, meine Vorerfahrung, Motivation und späterer voraussichtlicher Berufswunsch erhoben. Weitere personenbezogene Daten werden nicht gesammelt.

Die Verwendung meiner Angaben setzt vor der Teilnahme an der Studie folgende abgegebene Einwilligungserklärung voraus.


Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten in Papierform und auf elektronischen Datenträgern aufgezeichnet und im Rahmen einer medizinischen Doktorarbeit verwertet werden. Die Auswertung erfolgt in anonymisierter Form. Die Daten sind vor unberechtigtem Zugriff geschützt.

Ich habe eine Kopie der Information zur Studie erhalten. Hiermit erkläre ich mich mit der Teilnahme an der Studie einverstanden.

Würzburg, den _____
Ort und Datum

Unterschrift des Studienteilnehmers

Eingangsfragebogen Teil 1 von 2

EvaSys	Evaluation: Laparoskopie Kurs	Electric Paper
		
Bitte so markieren: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.		
Korrektur: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.		

1. Personenbezogene Daten

1.1 Matrikelnummer

.....

1.2 Ihr Geschlecht weiblich männlich

1.3 Wie alt sind Sie? (In Jahren)

.....

2. Vorerfahrung / Berufswunsch

2.1 Haben Sie schon einen Trainingskurs Laparoskopie / Arthroskopie besucht? Ja Nein

2.2 Wenn Sie bei 2.1 "Ja" angekreuzt haben, geben Sie bitte den Kurs / die Kurse an:

.....

2.3 Wie oft haben Sie bereits die Kamera bei laparoskopischen Eingriffen (z. B. Ausbildung, Famulatur) geführt? Nie Ein- bis Zweimal Dreimal und häufiger

2.4 Wie oft haben Sie schon mit laparoskopischen Instrumenten hantiert? Nie Ein- bis Zweimal Dreimal und häufiger

2.5 Ich habe bereits in der Allgemein- und Viszeralchirurgie eine Famulatur / ein Praktikum absolviert. Ja Nein

2.6 In welche Richtung planen Sie Ihre Weiterbildung? operativ konservativ nicht kurativ weiß nicht

3. Einschätzung der motorischen Fähigkeit

3.1 Meine manuelle Geschicklichkeit ist sehr gut. Stimme überhaupt nicht zu Stimme völlig zu Enthaltung

3.2 Ich bin für diesen Laparoskopie-Kurs überdurchschnittlich motiviert. Stimme überhaupt nicht zu Stimme völlig zu Enthaltung

3.3 Meine Auge-Hand-Koordination ist sehr gut. Stimme überhaupt nicht zu Stimme völlig zu Enthaltung

3.4 Meine Feinmotorik schätze ich als sehr gut ein. Stimme überhaupt nicht zu Stimme völlig zu Enthaltung

Eingangsfragebogen Teil 2 von 2

3. Einschätzung der motorischen Fähigkeit [Fortsetzung]

3.5	Es fällt mir leicht, auch mit meiner nicht-dominanten Hand zu arbeiten.	Stimme überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme völlig zu	<input type="checkbox"/>	Enthaltung
3.6	Meine Frustrationstoleranz ist hoch.	Stimme überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme völlig zu	<input type="checkbox"/>	Enthaltung
3.7	Mein räumliches Vorstellungsvermögen ist sehr gut ausgeprägt.	Stimme überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme völlig zu	<input type="checkbox"/>	Enthaltung
3.8	Ich habe eine "ruhige Hand".	Stimme überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme völlig zu	<input type="checkbox"/>	Enthaltung
3.9	Ich kann komplexe Prozesse sehr gut in ihre einzelnen Schritte zerlegen.	Stimme überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme völlig zu	<input type="checkbox"/>	Enthaltung
3.10	Ich würde mich als handwerklich geschickt bezeichnen.	Stimme überhaupt nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme völlig zu	<input type="checkbox"/>	Enthaltung

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Handreichung für die Bewertenden

Übung „Koffer packen“

Instrumentenhandhabung

- Begutachtung wie mit Instrumenten umgegangen wird: überschießend/ ungeschickt/zaghaft/zögerlich/zielgerichtet/präzise. Dazu zählt der korrekte Bewegungsumfang, das Drehen der Branchen, Mitdenken beim Umgreifen von weiß auf blau (Branche des Instruments wieder richtig gedreht), zittrige Instrumentenführung/ruhige Hand
- Bei falschem Greifen der Hütchen (blau mit rechtem Instrument/weiß mit linkem Instrument) wird automatisch die schlechteste Kategorie vergeben (1P), selbst wenn dies nur einmal vorkommt. Begründung: Im Lehrvideo wird es an zwei Stellen herausgearbeitet mit welcher Hand welches Hütchen gegriffen werden soll. Zudem wird jeweils während der Übungseinheiten mehrmalig dieser Sachverhalt angesprochen. Dazu wird bei Nachfragen nach dem Greifschema nochmals für alle Teilnehmenden dies eingehend wiederholt. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass jeder der Kursteilnehmenden diesen Sachverhalt kennt, verstanden hat und fähig ist diesen umzusetzen. Dass es zudem noch ein wichtiger Bestandteil der Übung ist, muss dieser Fehler dementsprechend sanktioniert werden.
- Das Auslassen eines Hütchens, bzw. das Überspringen eines Hütchens führt zum Abzug eines Punktes in dieser Kategorie.

Ausführen der Aufgabe

- Hier wird die Anzahl der aufrecht abgestellten Hütchen mit der Anzahl der liegenden Hütchen verglichen. Die Gesamtzahl aller einsortierten Hütchen wird dabei nicht berücksichtigt. Dies soll der Qualitätsbewertung zugeschrieben werden. Vor Start des Kurses und vor Start der Videosequenzen wurde intensiv darauf eingegangen, dass die Qualität (stehendes Hütchen) wichtiger ist, als die Quantität (Anzahl aller einsortierten Hütchen). Aufrecht abgestellte Hütchen, die durch Abstellen eines anderen Hütchens wieder umgeworfen werden, zählen ebenfalls als liegend. Somit ist für den Bewertenden der Status am Ende der Videoaufnahme zu verwenden. Wird jedoch ein Hütchen vor beenden der Videosequenz wieder korrigiert und aufrecht abgestellt, zählt dies als aufrecht abgestellt, da der Fehler innerhalb der Zeit korrigiert wurde. Dies wurde mit den Studierenden ausführlich besprochen. Korrekturen dürfen vorgenommen werden, sind sogar gewünscht, dennoch sollte nicht die restliche verbleibende Zeit auf Korrekturen verwendet werden, da trotz der Wichtigkeit der Qualität auch die Quantität (Schnelligkeit) im operativen Setting wichtig ist.
- 1P = mehr liegende Hütchen als aufrecht abgestellte/korrigiert aufrecht abgestellte Hütchen
- 2P = teilweise stehend (auch Korrekturen zählen mit) und liegende Hütchen, dabei müssen aber jedoch mehr stehen als liegen
- 3P = alle stehend, dabei war Korrektur nötig
- 4P = direkt alle einsortierten Hütchen aufrecht in Box abgestellt

Handreichung für Bewertende Teil 2 von 4

Motorische Fähigkeiten
<ul style="list-style-type: none">• Bei dieser Bewertungskategorie sollen die motorischen Fähigkeiten, dies inkludiert präzisen Arbeiten und die Bewegungssicherheit mit den dafür benutzten Instrumenten, geprüft werden. Besonders zu achten ist auf den Abstellvorgang und Handling mit der Klappe der Koffer.• Hütchen: werden diese in einer fließenden, weichen Bewegung vom Stift abgezogen. Schwierigkeit: die Stifte sind Schrauben mit Gewinde, dadurch können sich Hütchen verhaken und sind schwerer abzuziehen. Durch eine leicht drehende Bewegung und dem Abziehen in richtiger Branchenposition ist dies problemlos möglich. Auf diese Tipps wird im Kurs und in den Lehrvideos.• Klappe der Koffer: wird die richtige Klappe direkt angesteuert, ist die Klappenöse auf Anhieb getroffen worden oder musste das Instrument häufig hin und her bewegt werden (= überschießende Bewegungen), ist die Klappe weit genug geöffnet, um in die Box gut einsehen zu können.• 1P = Wenn eine Hülse verloren gegangen aber noch sichtbar ist und nicht wieder aufgehoben wird.• 1P = Klappe wird nicht nach jeder einsortierten Hülse wieder geschlossen. Begründung für die Einordnung in dieser Kategorie: Im Lehrvideo und auch in der zusätzlichen mündlichen Erklärung wird genau angegeben, dass die Klappe nach jedem einsortierten Hütchen wieder komplett verschlossen werden muss und ein Instrument nicht an der Klappenöse verweilen darf.• -1P wenn ein Hütchen abgerutscht, aber aufgehoben wird, oder das Hütchen im Trainer ohne Möglichkeit des Sichtkontaktes verloren gegangen ist.• -1P wenn die Klappe bereits vor dem vollständigen Abziehen der Hülse geöffnet wurde.• -1P wenn die Klappe beim Abstellvorgang zu weit geschlossen ist, sodass nicht in die Box eingesehen werden kann.• Fehlgriffe zur falschen Klappe, zur falschen Hülse werden ebenso in dieser Kategorie berücksichtigt und in ihrer Häufung mit Punktabzug deklariert.
Endergebnis
<ul style="list-style-type: none">• Quantitätsbewertung mit Einfluss der Qualität. Das Beste Endergebnis ist erzielt, wenn alle Hütchen (18 Stk.) stehend einsortiert wurden. Daher wird dieses Ergebnis mit 4 Punkten bewertet. Da bereits in einem anderen Bewertungskriterium die Qualität bewertet wird, wird für Punktzahl 1 bis 3 dieser Kategorie nur auf die Quantitätsbewertung geachtet.• 1P = 0-6 Hülsen einsortiert• 2P = 7-12 Hülsen einsortiert• 3P = 13-18 Hülsen einsortiert• 4P = 18 Hülsen alle stehend einsortiert

Handreichung für Bewertende Teil 3 von 4

Kameraführung

Bildeinstellungen

- Ziel: Übersicht und Nahaufnahme im Wechsel, passend zur Instrumentenführung des Operateurs. Übersichtsaufnahme ideal bei Bewegung der Instrumente von einem Ort zum anderen (Klappe – Hütchen und wieder zurück) und zur Orientierung im Raum. Nahaufnahmen sinnvoll beim Greifen und Abziehen der Hütchen sowie beim Ergreifen der Klappenöse, ebenso ideal beim Abstellen der Items in der Box. Übersichtsaufnahmen dienen der Orientierung im Raum. Werden alle Punkte beachtet, werden 4 Punkte vergeben. Werden diese Anforderungen zu ca. 85% erfüllt, werden 3 Punkte vergeben. Bei 65% 2 Punkte. Werden weniger als 50% der Zeit die Anforderungen erfüllt muss dies mit 1 Punkt bewertet werden.
- -1P wenn die Kamera aus Trainer herausrutscht
- Wird nur eine Übersichtseinstellung gegeben, muss in dieser Kategorie 1 Punkt vergeben. Das Verwenden der Übersichts- und Nahaufnahmen wird im Lehrvideo erklärt, ebenso durch die Tutorin erläutert.

Darstellung des Operationsgebiets

- Darstellung beider Instrumente im Bild wird als wichtiges Bewertungskriterium im Lehrvideo angesprochen. Hierbei muss der nicht ummantelte Anteil (Branchen) abgebildet sein. Zudem wird bewertet, ob die Instrumente mittig im Bild oder nur zum Teil mittig/eher am Bildrand gezeigt werden.
- 1P = Instrumente sind kaum oder oft nicht im Bild
- 2P = Instrumente sind meist im Bild oder nur am Rand des Bildes, selten mittig im Bild abgebildet
- 3P = Instrumente sind bis auf 1-2 Mal nicht im Bild, sonst auch sehr häufig mittig
- 4P = beide Instrumente sind immer im Bild, mehr als 90% davon mittig

Kamerahandhabung

- Horizont: die Orientierungslinie bildet der Holzbalken an der Vorderseite der Koffer. Die vergebene Punktzahl soll die Gesamtheit der fünfminütigen Filmaufnahme widerspiegeln.
- 1 P wenn eine Schiefstellung überhaupt nicht auffällt und keinerlei Versuch gestartet wird, dies zu korrigieren.
- Die Kameraführung ist besser zu bewerten, wenn eine Korrektur durchgeführt wird, als wenn keine Korrekturen durchgeführt werden.
- Wackeln: zittriges Arbeiten. Dauerhaft anhaltende grobe Schwankungen müssen mit 1 Punkt bewertet werden. Zittrige Kameraführung beim Umschwenken auf neuen Arbeitsbereich der/des Operierenden ist dagegen weniger streng zu bewerten.
- 4 P wenn der Horizont immer passend zur Sicht eingestellt wird. Kein bis sehr wenig zitterndes arbeiten. Keine/1-2 Korrekturen notwendig.
- 3 P wenn der Horizont weniger passend zur Sicht eingestellt wird (ca. 85%). Kaum zittriges Arbeiten. Mehr als 2 Korrekturen notwendig.
- 2 P wenn der Horizont kaum passend zur Sicht eingestellt wird (ca. 65%). Häufig zittriges Arbeiten. Häufige Korrekturen notwendig.

Qualität der Kameraführung

- Bewertung der harmonischen Zusammenarbeit des kameraführenden Studierenden mit dem operierenden Studierenden. Wird die Arbeit der/des Operierenden ständig begleitet, wird sinnvollerweise mitgearbeitet und mitgedacht. Eventuell Unterstützung der/des Operierenden bei den Arbeitsschritten durch vorausschauendes Arbeiten – z.B. schon eine Richtung durch die Kamerabildeinstellung vorgeben, in die die/der Operierende im nächsten Schritt muss.
- Konzentration: schwenkt die Kamera bei jedem Handgriff mit oder hinkt sie der Arbeit der/des Operierenden hinterher.
- Überschießende Reaktionen: zu schnelles hin und her Schwenken bereits bevor die/der Operierende die Aufgabe zu Ende ausgeführt hat. Meist sind dann die Instrumente nicht im Bild sichtbar.
- 1P = mangelhaft. Schlechtes Zusammenspiel, fragliche Beeinträchtigung der/des Operierenden, teilweise keine Korrektur obwohl nötig)
- 2P = befriedigend, ausreichend. Häufige Korrekturen, meistens Aufgabe umgesetzt.
- 3P = gut. Zielführendes Arbeiten, leichte Korrekturen, Aufgaben gut umgesetzt.
- 4P = perfekt, sehr gut. Ideale Führung der Kamera mit mitdenkendem Verhalten, keine Korrekturen nötig.

Danksagung

Ich danke Prof. Dr. med. C.-T. Germer meine Dissertationsarbeit in der Abteilung der Chirurgie I des Universitätsklinikums Würzburg durchführen zu können.

Ein großer Dank gilt meinem Doktorvater PD Dr. med. F. Seyfried für die Bereitstellung des Themas und Möglichkeit der Durchführung dieser Studie sowie die stetige und zuverlässige Unterstützung.

Danken möchte ich ebenfalls allen weiteren mitwirkenden und unterstützenden Personen:

Frau Prof. Dr. med. S. König und J. Backhaus vom Institut für Medizinische Lehre und Ausbildungsforschung der Universität Würzburg.

Ilona Hering und Dr. med. C. Corteville aus der Abteilung Chirurgie I der Universitätsklinik Würzburg.

Allen teilnehmenden Ärztinnen und Ärzte der Internen Validierung und allen Studierenden, die den Laparoskopiekurs im Rahmen der Studie bestritten haben.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie, meinem Lebensgefährten und meiner Mitbewohnerin, die mich in allen Momenten mit größter Kraft und bedingungslos unterstützt haben.

Nur durch die Unterstützung und Motivation aller genannten Personen konnte diese Arbeit fertiggestellt werden.

Herzlichsten Dank.