

Aus der Klinik und Poliklinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie

der Universität Würzburg

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

Validierung und Educational Impact Study des Full-Procedural-High-Fidelity
NANEP-Simulationsmodells zur offenen präperitonealen Netzimplantation bei
Nabelhernien

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Ulla Friedrich

aus Schopfheim

Würzburg, Oktober 2019

Referent: Prof. Dr. med. Ulrich A. Dietz

Korreferentin: Prof. Dr. med. Sarah König

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 24.10.2019

Die Promovendin ist Ärztin.

Für

Papa & Kati

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Simulationen in der Chirurgie	1
1.2 Fragestellung und Hypothesen	3
1.3 Ethikantrag	4
2. Material und Methoden	5
2.1 Materialien	5
2.1.1 Das NANEP-Modell.....	5
2.1.2 Das Studienprotokoll für den NANEP-Operationskurs.....	11
2.1.3 Die Onlineplattform CATLIVE	14
2.1.4 Datenschutz und Speicherung der Daten	16
2.1.5 NANEP-Fragebogen	16
2.1.6 CAT-Fragebogen.....	19
2.1.7 Autopsie der Modelle	23
2.2 Methoden.....	24
2.2.1 Probandenkalkulation	24
2.2.2 NANEP-Fragebogen	26
2.2.3 CAT	27
2.2.4 Autopsie.....	31
3. Ergebnisse.....	32
3.1 Ergebnisse des NANEP-Fragebogen.....	33
3.1.1 Demografische Informationen.....	33
3.1.2 Die anatomischen Strukturen sind akkurat dargestellt.....	35
3.1.3 Die Arbeit mit den anatomischen Strukturen ist realitätsnah	37
3.1.4 Die Eignung des Modells für Übungszwecke	39

3.1.5 Zusammenfassung der NANEP-Auswertung.....	43
3.2 Ergebnisse des CAT-Fragebogens.....	45
3.2.1 I. Instrumentengebrauch	46
3.2.2 II. Gewebebehandlung.....	52
3.2.3 III. Komplikationen.....	58
3.2.4 IV. Endprodukt.....	65
3.2.5 Zusammenfassung der Auswertung des CAT-Fragebogens.....	71
3.3 Ergebnisse der Autopsie-Daten	78
3.3.1 Ästhetik.....	78
3.3.2 Hautnaht.....	80
3.3.3 Netzlage	82
3.3.4 Peritoneum.....	84
3.3.5 Ligatur	86
3.3.6 Achternaht.....	88
3.3.7 Zusammenfassung der Autopsie-Auswertung	90
4. Diskussion.....	91
4.1 Das NANEP-Modell als Simulationsmodell.....	91
4.2 Der Simulationskurs als optimales Lernumfeld	93
4.3 Der Einsatz von Simulationsmodellen in der Ausbildung.....	94
4.4 Der NANEP-Fragebogen.....	95
4.4.1 Inhalts-Validität.....	95
4.5 Der CAT-Fragebogen.....	97
4.5.1 Reliabilität.....	97
4.5.2 Konstrukt-Validität	97
4.5.3 Differentielle Validität.....	98

4.5.4 Kategorie Komplikationen	99
4.5.5 Lernzuwachs.....	101
4.6 Autopsie-Daten.....	103
5. Zusammenfassung.....	106
6. Literaturverzeichnis.....	108
7. Anhang.....	113
7.1 Ethik-Kommission.....	113
7.2 Übersicht der Funktionen der CATLIVE-Plattform.....	114
7.3 Die Operation der Nabelhernie	115
7.4 Operationstutorial: Strukturierte Übungsanleitung für das NANEP- Nabelhernien-Modell.....	116
7.5 NANEP-Fragebogen	125
7.6 Ergebnisse NANEP-Fragebogen.....	128
7.7 CAT: Competency Assessment Tool	131
7.8 Ergebnisse CAT.....	132
7.9 Autopsie-Fragebogen.....	136
7.10 Ergebnisse Autopsie	137
8. Danksagung und Lebenslauf.....	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – NANEP-Fragebogen	17
Tabelle 2 – CAT-Terminologie	20
Tabelle 3 – CAT Item-Nummerierung.....	21
Tabelle 4 – NANEP: Mittelwerte von Anfängern, Könnern und Gesamtbewertung der Items in der Skala Darstellung der anatomischen Strukturen.....	35
Tabelle 5 – NANEP: Mittelwerte und Standardabweichung der Items Skala Darstellung der anatomischen Strukturen.....	35
Tabelle 6 – NANEP: Cronbach's alpha, wenn Item weggelassen für Skala Darstellung der anatomischen Strukturen.....	36
Tabelle 7 – NANEP: Mittelwerte von Anfängern, Könnern und Gesamtbewertung der Items in der Skala Realitätsnahe Arbeit mit den anatomischen Strukturen	37
Tabelle 8 – NANEP: Mittelwerte und Standardabweichung der Items Skala Realitätsnahe Arbeit mit den anatomischen Strukturen	37
Tabelle 9 – NANEP: Mittelwerte von Anfängern, Könnern und Gesamtbewertung der Items in der Skala Eignung für Übungszwecke.....	39
Tabelle 10 – NANEP: Mittelwerte und Standardabweichung der Items für Skala Eignung für Übungszwecke	39
Tabelle 11 – NANEP: Cronbach's alpha, wenn Item weggelassen für Skala Eignung für Übungszwecke.....	41
Tabelle 12 – NANEP: Singulär für Könnern Cronbach's alpha, wenn Item weggelassen für Skala Eignung für Übungszwecke	42
Tabelle 13 – CAT: Gesamtbewertung aufgeteilt nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könnern, OP1 & OP2 der Kategorie Instrumentengebrauch.....	46
Tabelle 14 – CAT: Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Bewertung der Experten der Kategorie Instrumentengebrauch	46
Tabelle 15 – Finn-Koeffizient der Kategorie Instrumentengebrauch für Gesamt, OP1 & OP2, Anfänger & Könnern.....	47
Tabelle 16 – CAT: Gesamtergebnisse der Kategorie Instrumentengebrauch	49

Tabelle 17 – CAT: Gesamtbewertung aufgeteilt nach Experte 1,2,3: sowie Anfänge6 & Könner, OP1 & OP2 der Kategorie Gewebebehandlung.....	52
Tabelle 18 –CAT: Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Bewertung der Experten der Kategorie Gewebebehandlung.....	52
Tabelle 19 – Finn-Koeffizient der Kategorie Gewebebehandlung für Gesamt, OP1 & OP2, Anfänger & Könner.....	53
Tabelle 20 – CAT: Gesamtergebnisse der Kategorie Gewebebehandlung	55
Tabelle 21 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Komplikation.....	58
Tabelle 22 –Cronbach’s alpha für OP1, OP2, Anfänger und Könner der Kategorie Komplikationen.....	58
Tabelle 23 – CAT: Gesamtbewertung aufgeteilt nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könner, OP1 & OP2 der Kategorie Komplikationen	59
Tabelle 24 – CAT: Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Bewertung der Experten der Kategorie Komplikationen	59
Tabelle 25 – Finn-Koeffizient der Kategorie Komplikationen für Gesamt, OP1 & OP2, Anfänger & Könner.....	60
Tabelle 26 – CAT: Gesamtergebnisse der Kategorie Komplikationen.....	62
Tabelle 27 – CAT: Gesamtbewertung aufgeteilt nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könner, OP1 & OP2 der Kategorie Endprodukt	65
Tabelle 28 – CAT: Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Bewertung der Experten der Kategorie Endprodukt	65
Tabelle 29 – Finn-Koeffizient der Kategorie Endprodukt für Gesamt, OP1 & OP2, Anfänger & Könner	66
Tabelle 30 – CAT: Gesamtergebnisse der Kategorie Endprodukt.....	68
Tabelle 31 – NANEP: Ergebnisse der Demografischen Daten	128
Tabelle 32 – Cronbach’s alpha für Skala Darstellung der anatomischen Strukturen	128
Tabelle 33 – Cronbach’s alpha für Skala Darstellung der Realitätsnahe Arbeit mit den anatomischen Strukturen.....	128
Tabelle 34 – NANEP: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen für Skala Realitätsnahe Arbeit mit den anatomischen Strukturen	129

Tabelle 35 – Cronbach’s alpha für Skala Eignung des Modells für Übungszwecke	129
Tabelle 36 – Cronbach’s alpha singularär für Könner für Skala Eignung des Modells für Übungszwecke	130
Tabelle 37 – CAT: Gesamte Ergebnisse	132
Tabelle 38 – CAT: Gesamtbewertung stratifiziert nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könner, OP1 & OP2 aller Kategorien	133
Tabelle 39 – Cronbach’s alpha der Kategorie Instrumentengebrauch	133
Tabelle 40 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Instrumentengebrauch	134
Tabelle 41 – Cronbach’s alpha der Kategorie Gewebehandling	134
Tabelle 42 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Gewebehandling	134
Tabelle 43 – Cronbach’s alpha der Kategorie Komplikationen.....	134
Tabelle 44 – Cronbach’s alpha der Kategorie Komplikationen und Experte 1 & 2.....	134
Tabelle 45 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Komplikationen für Experte 1 und 2	135
Tabelle 46 – Cronbach’s alpha der Kategorie Endprodukt.....	135
Tabelle 47 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Endprodukt.....	135
Tabelle 48 – Autopsie-Fragebogen	136
Tabelle 49 – Gesamtergebnisse Autopsie.....	137

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Das NANEP-Modell mit der Bauchnabelhernie	2
Abbildung 2 – Nabelhernie (Wikicommons 2013).....	6
Abbildung 3 – Silikone (Wikipedia 2018)	6
Abbildung 4 – a) Silikonkomponenten, b) Mischung der Komponenten c) Herstellung des Peritoneum, d) Herstellung des Fettprolaps	8
Abbildung 5 – Operation am NANEP-Modell: a) Planung der Schnitfführung, b) Hautschnitt, c) Präparation bis zur Bruchpforte, d) Freilegung des präperitonealen Fettprolapses, e) und f) Abtragung und g) Ligatur des Fettprolapses, h) Netzeinlage, i) Netzlage im Modell j) Naht der Bruchlücke k) Fertige Achternaht, l) Reinsertionsnaht des Nabels, m) Hautnaht n) Operiertes Modell	10
Abbildung 6 – Operationskurs.....	12
Abbildung 7 – Studienprotokoll	13
Abbildung 8 – CATLIVE-Online-Plattform	15
Abbildung 9 – Autopsie	23
Abbildung 10 – Powerberechnung	24
Abbildung 11 – Teilnehmerzahl: Anfänger = Studierende, Könnner = Assistenz-/ und Fachärzte	25
Abbildung 12 – Teilnehmer Können und Geschlecht	33
Abbildung 13 – Gesamtergebnisse NANEP-Fragebogen	43
Abbildung 14 – Cronbach´s alpha aller Kategorien des NANEP-Fragebogens; roter Balken $\alpha > 0,60$; Übungszwecke korrigiert = α , falls 2.3.2 <i>Das Modell</i> <i>ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen</i> <i>Operationsalltag</i> aus den Berechnungen entfernt wurde	44
Abbildung 15 – Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Experten der Kategorie Instrumentengebrauch.....	47
Abbildung 16 – Bewertung der Teilnehmer der Kategorie Instrumentengebrauch nach Experte 1,2,3 aufgeteilt; Experte 3: 0%= 6; 25%=7; 50%= 9; 75%=9; 100%=9; Signifikante Unterschiede von Experte 2 & 3 und Experte 1 & 3	48

Abbildung 17 – Lernzuwachs von OP1 zu OP2 der Anfänger der Kategorie Instrumentengebrauch	50
Abbildung 18 – Lernzuwachs Könner der Kategorie Instrumentengebrauch.....	51
Abbildung 19 – Erweiterte Prozentuale Übereinstimmung der Experten der Kategorie Gewebehandling	53
Abbildung 20 – Bewertung der Teilnehmer von Experte 1,2,3 der Kategorie Gewebehandling. Experte 2: 0%= 5; 25%=6; 50%=7; 75%=9; 100%=9; Signifikante Unterschiede von Experte 2 und 3	54
Abbildung 22 – Lernzuwachs Anfänger der Kategorie Gewebehandling * = p<0,005	56
Abbildung 23 – Lernzuwachs Könner der Kategorie Gewebehandling.....	57
Abbildung 24 – Erweiterte Prozentuale Übereinstimmung der Experten der Kategorie Komplikationen.....	60
Abbildung 25 – Teilnehmerbewertung der Experten der Kategorie Komplikationen, Experte 2: 0%=5; 25%=5; 50%=5; 75%=6.25; 100%=9; Signifikante Unterschiede von Experte 2 und 3	61
Abbildung 26 – Lernzuwachs Anfänger der Kategorie Komplikationen ; *=p<0,005	63
Abbildung 27 – Lernzuwachs Könner der Kategorie Komplikationen	64
Abbildung 28 – Erweiterte Prozentuale Übereinstimmung der Kategorie Endprodukt.....	66
Abbildung 29 – Teilnehmerbewertung der Experten 1,2,3 der Kategorie Endprodukt im Vergleich; Signifikante Unterschiede von Experte 1 & 3 und Experte 2 & 3.....	67
Abbildung 30 – Lernzuwachs Anfänger der Kategorie Endprodukt; *=p<0,0001 ...	69
Abbildung 31 – Lernzuwachs Könner der Kategorie Endprodukt	70
Abbildung 32 – Cronbachs alpha für alle Kategorien; roter Balken kennzeichnet Werte > 0,60 (=akzeptabel), Komplikationen korrigiert entspricht α Wert singulär für Experte 1 & 2.....	71
Abbildung 33 – Bewertung der Experten.....	72
Abbildung 34 – Finn-Koeffizient alle Kategorien insgesamt, für OP1 & OP2 und für Anfänger & Könner; roter Balken kennzeichnet Werte >0.50 (akzeptabel).....	73

Abbildung 35 – Zusammenfassung : Differentielle Validität für OP1 & OP2 Für alle Kategorien sind Mittelwerte des CAT von OP1 zu OP2 sowie die Signifikanzniveaus der Mittelwertunterschiede dargestellt; *= $p < 0,05$	74
Abbildung 36 – Zusammenfassung Ergebnisse CAT in Kategorien für Anfänger & Könner;; $p < .005 = ***$	75
Abbildung 37 – Lernzuwachs Anfänger, alle Kategorien; * = $p < .05$	76
Abbildung 38 – Lernzuwachs Könner für alle Kategorien.....	77
Abbildung 39 – Ästhetik: a) Sehr schön; b) Ausreichend; c) Nicht schön.....	78
Abbildung 40 – Ästhetik: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2; Skala: 1 = Sehr schön, 2 = Ausreichend und 3 = Nicht schön.....	78
Abbildung 41 – Ästhetik: Prozentuale Anteile für Anfänger % Könner; Skala: 1 = Sehr schön, 2 = Ausreichend und 3 = Nicht schön.....	79
Abbildung 42 – Ästhetik: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise; Anfänger durchgezogene Linie; Könner gestrichelte Linie	79
Abbildung 43 – Hautnähte: a) Tadellose Hautnaht; b) Asymmetrie der Nähte; c) Lockere Nähte; d) Fehlende Nähte	80
Abbildung 44 – Hautnaht: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2; Skala: 1 = Tadellose Hautnaht, 2 = Asymmetrie der Nähte, 3 = Lockere Nähte und 4 = Fehlende Nähte	81
Abbildung 45 – Hautnaht: Prozentuale Anteile für Anfänger & Könner; Skala: 1 = Tadellose Hautnaht, 2 = Asymmetrie der Nähte, 3 = Lockere Nähte und 4 = Fehlende Nähte	81
Abbildung 46 – Hautnaht: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise; Anfänger: durchgezogene Linie; Könner: gestrichelte Linie	82
Abbildung 47 – Netzlage: a) Plan und zentriert; b) Gefaltet und zentriert; c) Nicht-zentriert	82
Abbildung 48 – Netzlage: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2; Skala: 1 = Plan und zentriert, 2 = Gefaltet und zentriert und 3 = Nicht zentriert.....	83
Abbildung 49 – Netzlage: Prozentuale Anteile für Anfänger & Könner; Skala: 1 = Plan und zentriert, 2 = Gefaltet und zentriert und 3 = Nicht zentriert.....	83
Abbildung 50 – Netzlage: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise; Anfänger: durchgezogene Linie; Könner: gestrichelte Linie	84

Abbildung 51 – Peritoneum: a) Intakt; b) Leicht gerissen; c) Exponiertes Netz.....	85
Abbildung 52 – Peritoneum: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2 ; Skala: 1 = Intakt, 2 = Leicht gerissen oder 3 = Exponiertes Netz	85
Abbildung 53 – Peritoneum: Prozentuale Anteile für Anfänger & Könnner; Skala: 1 = Intakt, 2 = Leicht gerissen oder 3 = Exponiertes Netz	86
Abbildung 54 – Peritoneum: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise; Anfänger: durchgezogene Linie; Könnner: gestrichelte Linie Erklärung: In OP1 gibt es bei den Könnnern keine Varianz, alle Autopsie-Modelle haben ein intaktes Peritoneum	86
Abbildung 55 – Ligatur: a) Vorhanden oder b) Nicht-vorhanden	87
Abbildung 56 – Ligatur: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2; Skala: 1 = Vorhanden oder 2 = Nicht vorhanden	87
Abbildung 57 – Ligatur: Prozentuale Anteile für Anfänger & Könnner; Skala: 1 = Vorhanden oder 2 = Nicht vorhanden.....	88
Abbildung 58 – Ligatur: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise; Anfänger: durchgezogene Linie; Könnner: gestrichelte Linie	88
Abbildung 59 – Achternaht: a) Plan; b) Wulstig; c) Insuffizient.....	89
Abbildung 60 – Achternaht: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2; Skala: 1 = Plan, 2 = Wulstig und 3 = Insuffizient.....	89
Abbildung 61 – Achternaht: Prozentuale Anteile für Anfänger & Könnner; Skala: 1 = Plan, 2 = Wulstig und 3 = Insuffizient.....	90
Abbildung 62 – Achternaht: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise; Anfänger: durchgezogene Linie; Könnner: gestrichelte Linie	90
Abbildung 63 – Aspekte des NANEP-Modells.....	94
Abbildung 64 – Briefwechsel Ethik Kommission	113
Abbildung 65 – Flussdiagramm CATLIVE	114
Abbildung 66 – Nabelhernien-Operationsverfahren (Ralph Lorenz, Andreas Koch, Ferdinand Köckerling und die Herniamed-Studiengruppe 2014).....	115

1. Einleitung

1.1 Simulationen in der Chirurgie

Eine Simulation ist eine Imitation der Wirklichkeit. Simulationen werden in unfallgefährdeten Bereichen wie dem Militär, der Luftfahrt, der Ölförderung und der Atomkraft seit den 1980er Jahren vielfältig eingesetzt, um Szenarien ohne Sicherheitsrisiko trainieren zu können (Rhona Flin Paul O'Connor Kathryn Mearns 2002).

In der traditionell erfahrungsorientierten und hierarchisch-organisierten medizinischen Ausbildung der Chirurgie wird der Nachwuchs bisher schrittweise durch Zuschauen und Assistieren an chirurgische Fähigkeiten bzw. eigenständiges Operieren herangeführt (Sun et al. 2001).

Die ersten Versuche erfolgen klassischerweise stets am bereits durch seine Erkrankung besonders vulnerablen Patienten. Simulationen können einen Ausweg aus dem Dilemma des „Menschenversuches“ zeigen. Es gibt keine potenzielle Gefährdung des Patienten während des Trainings. Dadurch kann der ethische Imperativ „primum non nocere“ auch Einzug in die chirurgische Ausbildung erhalten (Ziv et al. 2006).

Die Chirurgie unterliegt in den letzten Jahren einem immensen Wandel: Technologische Fortschritte wie der Da-Vinci-Operationsroboter, der Ruf nach mehr Effizienz im Operationssaal, der Wunsch nach kürzeren Arbeitszeiten der Generation Y und die Forderung einer höheren Qualität im Gesundheitswesen von Patienten und Krankenkassen. Der Wandel im Arbeitsleben der Chirurgen sollte auch zu einer Veränderung der chirurgischen Ausbildung führen. Diese muss sich den Gesetzmäßigkeiten des Marktes anpassen und die reduzierte Zeit und Möglichkeiten zum Lehren und Lernen effektiv und effizient gestalten (Aggarwal und Darzi 2006), (Reznick und MacRae 2006).

Insbesondere Modelle zur Nachbildung laparoskopischer Operationen werden bereits komplementär in speziellen Kursen wie in Warnemünde (Ritz et al. 2009) oder Davos zur chirurgischen Ausbildung eingesetzt.

Auch für offene Operationen werden Modelle zur Erweiterung der Fähigkeiten benötigt. Diese sind bisher jedoch in der Minderheit (Davies et al. 2013) (Vick et al. 2007).

Diese Promotion beschäftigte sich mit der Entwicklung und Validierung des NANEP-Modells. NANEP steht für Nabelhernien-Netzimplantation Präperitoneal. Die Produktentwicklung dieses Operationsmodells erfolgte ausschließlich und originär in der Abteilung Hernien- und Bauchdeckenrekonstruktion der Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie der Universitätsklinik Würzburg und des Institutes für Medizinische Lehre und Ausbildungsforschung der Universität Würzburg.



Abbildung 1 – Das NANEP-Modell mit der Bauchnabelhernie

1.2 Fragestellung und Hypothesen

Diese Dissertation untersuchte das offen mit Netz in Underlay-Technik operierte NANEP-Simulationsmodell.

Es soll beantwortet werden, ob

- die anatomischen Strukturen der Bauchwand und der Nabelhernie akkurat und realitätsnah in dem NANEP-Silikonmodell dargestellt sind.
- an diesem Modell eine offene Nabelhernien-Versorgung mit Netz in Underlay-Position mithilfe von chirurgischen Instrumentarium, Nahtmaterial und Netz durchgeführt werden kann.
- sich beim Operationsvorgang unterschiedliche Expertise bemerkbar macht.
- bei praktischer Übung am Modell ein Lernzuwachs entsteht.
- eine unterschiedliche Expertise zu unterschiedlichen Operationsergebnissen des Modells führt.

Hypothesen

- a. Das Silikonmodell setzt die Bauchdeckenanatomie der Nabelhernie realitätsnah um und es kann eine NANEP-Operation am Modell durchgeführt werden (*content validity*).
- b. Es lässt sich mit dem prozedurspezifischen *Competency Assesement Tool* (CAT) ein signifikanter Unterschied der Kompetenz zwischen Anfängern und Könnern messen (*differential validity*).
- c. Es kommt bei zwei aufeinander folgenden Eingriffen zu einem Lernzuwachs bei der praktischen Übung am Modell (*construct validity*).
- d. Das operierte Modell weist in der Autopsie Unterschiede je nach Expertise des Operateurs auf.

1.3 Ethikantrag

In Absprache mit der Ethik-Kommission der Universität Würzburg bestand keine Notwendigkeit für eine gesonderte Antragsstellung und es gab keine Einwände gegen die Untersuchungen des Projektes (Nummer: 2016101302). Siehe auch Anhang Abbildung 64 – Briefwechsel Ethik Kommission.

2. Material und Methoden

Im Abschnitt Material wird das Modell, dessen Verwendung in einem eigens konzipierten Kurs und die verwendeten Fragebögen vorgestellt.

Im Abschnitt Methoden wird die statistische Auswertung der Fragebögen erläutert.

2.1 Materialien

2.1.1 Das NANEP-Modell

NANEP steht für Nabelhernien-Netzimplantation Präperitoneal.

Die Entwicklung und Herstellung des Modells erfolgte durch die Doktorandin in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Dr. med. Ulrich A. Dietz im dafür eingerichteten Silikonlabor in Räumen der Lehrklinik der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg. Am Imperial College London werden derartige Silikonmodelle (zum Beispiel das Leistenhernien-Modell) seit 2011 hergestellt und im Surgical Skills Training Programme von Professor Dr. George Hanna (Surgical Sciences and Consultant Surgeon, Department of Biosurgery and Surgical Technology, Imperial College) verwendet. Der Beitrag des Imperial Colleges bestand in der Beratung zur praktischen Umsetzung des Modells aus Silikon. Design und Umsetzung dieses Operationsmodells erfolgte ausschließlich und originär in Würzburg.

Nach der EHS (European Hernia Society) -Klassifikation gehört die Nabelhernie zu den Ventralhernien und ist von der epigastrischen Hernie abzugrenzen. Die Hernia umbilicalis acquisita kann in die primären Nabelhernien und die sekundären Ventral- oder auch Narbenhernien (an der umbilikalen Insertionsstelle von Trokaren infolge von Laparoskopien) eingeteilt werden. Anhand des Durchmessers werden kleine (<2 cm), mittlere ($\geq 2-4$ cm) und große (≥ 4 cm) Nabelhernien unterschieden.



Abbildung 2 – Nabelhernie (Wikicommons, zuletzt 15.09.2019)

Die allgemeine Inzidenz von primären Bauchwandhernien ist etwa 2-4 % der Bevölkerung, wobei der Anteil der Umbilikalhernien etwa 5 % beträgt (Siewert, Rothmund & Schumpelick, 2011).

Die Grundlage des Modells war Silikon. Silikone sind synthetische Polyorganosiloxane, das heißt Molekülketten oder -netze von Siliciumatomen mit Sauerstoffatomen (anorganischer Teil) und Kohlenwasserstoffreste (organischer Teil). Silikone gehören zur Gruppe der Siliciumorganischen Verbindungen. Sie sind Hybride mit einem anorganischen Gerüst und organischen Resten, was zu einem einzigartigen Eigenschaftsspektrum führt (Schliebs & Ackermann, 1987).

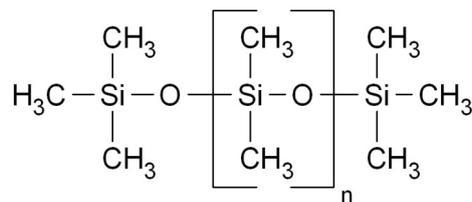
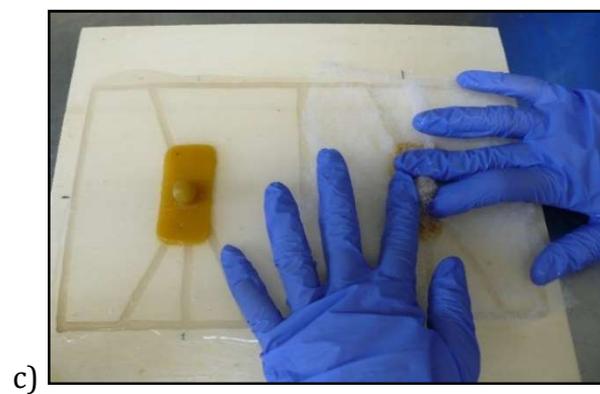


Abbildung 3 – Silikone (Wikicommons, zuletzt 15.09.2018)

Für das NANEP- Silikonmodell wurden Kautschuksilikone der Firma KauPo (KauPo Plankenhorn e.K., Spaichingen) verwendet. Diese eignen sich besonders für die Modellherstellung durch Schrumpffreiheit, transluzente Farbe und einer idealen Topf- und Entformzeit sowie einer höchsten Abzeichnungsgenauigkeit von Oberflächendetails und einer präzisen Abformung. Ein Freiwilliger stellte seinen

Bauch als Prototyp eines Bauchnabels zu Verfügung. Die entstandene Negativform diente als Vorlage für alle Reproduktionen der NANEP-Silikonmodelle.





d)

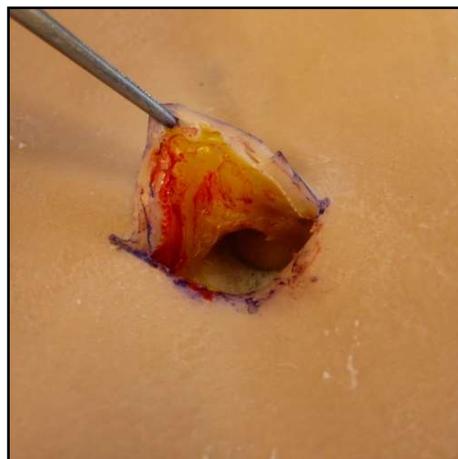
Abbildung 4 – a) Silikonkomponenten, b) Mischung der Komponenten c) Herstellung des Peritoneum, d) Herstellung des Fettprolaps

Die Anatomie wurde möglichst realitätsnah dargestellt durch Beimischung anderer Silikone zur Anpassung der Konsistenz. Durch Hinzufügen von Farbpigmenten wurde Haut und Fett wirklichkeitsgetreu nachgeahmt. Die histologischen Schichten wurden durch Materialien wie Netz-Stoff, Watte und Jersey in Aussehen, Handling und Haptik differenziert. In das Modell wurde Kunstblut integriert, das sowohl bei der Smiley-Inzision als auch bei Verletzung des Fettprolapses bei fehlerhafter Darstellung und Ligatur desselben freigesetzt wurde. Besonderes Augenmerk lag in der Vereinbarkeit des Modells mit konventionellem chirurgischen Instrumentarium, Naht- und Fadenmaterial und Netzen.

Das Modell eignete sich zur Durchführung einer offenen Nabelhernien-Operation mit Netzeinlage in Underlay- Technik. Die nachfolgenden Fotos des Modells zeigen die wichtigsten Operationschritte:



a)



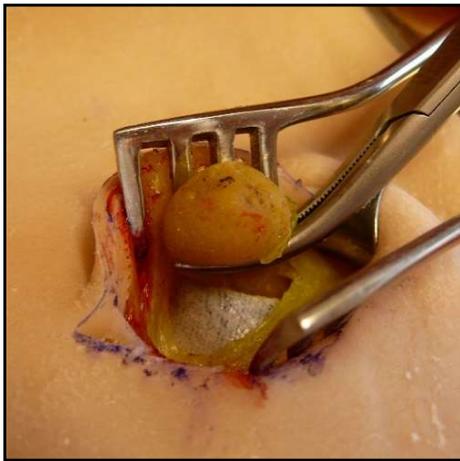
b)



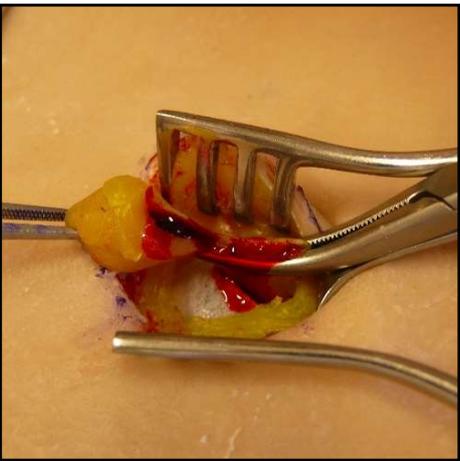
c)



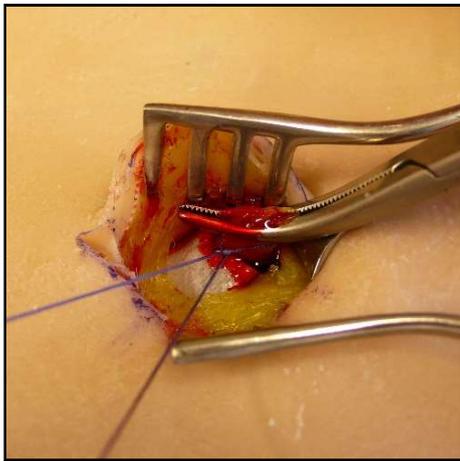
d)



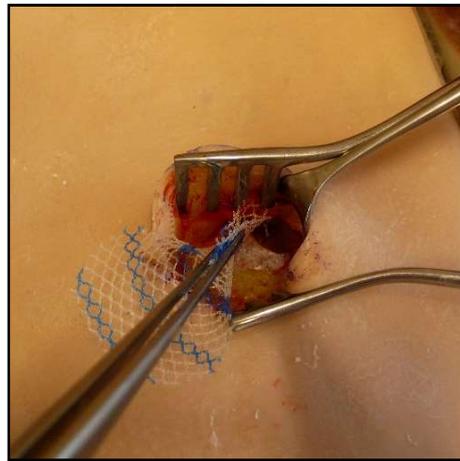
e)



f)



g)



h)

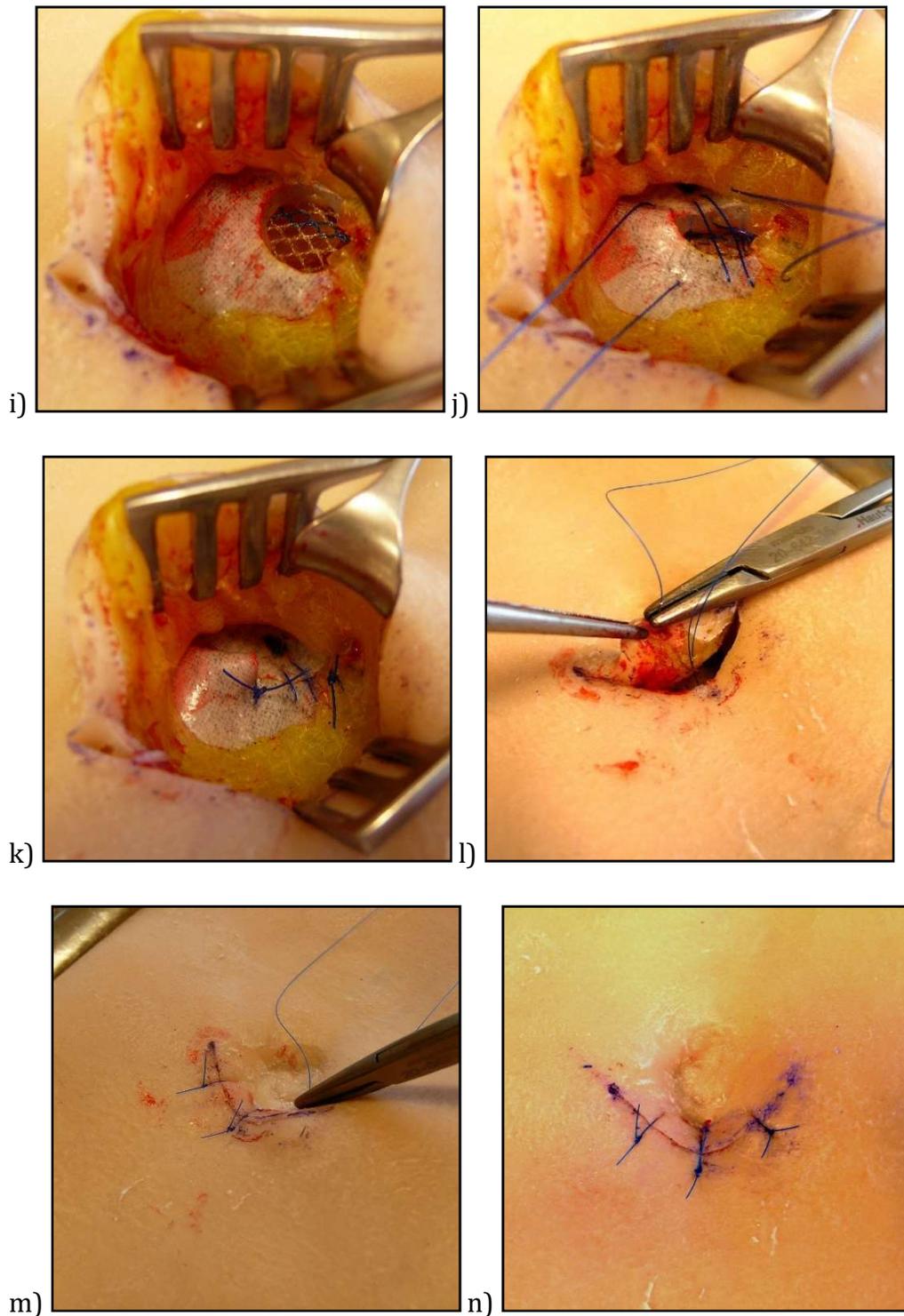


Abbildung 5 – Operation am NANEP-Modell: a) Planung der Schnittführung, b) Hautschnitt, c) Präparation bis zur Bruchpforte, d) Freilegung des präperitonealen Fettprolapses, e) und f) Abtragung und g) Ligatur des Fettprolapses, h) Netzeinlage, i) Netzlage im Modell j) Naht der Bruchlücke k) Fertige Achternaht, l) Reinsertionsnaht des Nabels, m) Hautnaht n) Operiertes Modell

Eine genaue Beschreibung der einzelnen Operationsschritte und eine Anleitung zur Durchführung der NANEP-Operation ist im Anhang zu finden (Operationstutorial: Strukturierte Übungsanleitung für das NANEP Nabelhernien-Modell).

2.1.2 Das Studienprotokoll für den NANEP-Operationskurs

Die Übungen am Modell wurden im Rahmen eines von der Doktorandin entwickelten Operationskurses durchgeführt.

Den Teilnehmern wurden in einem schriftlichen Tutorial die theoretischen Kenntnisse des Operationsablaufes und die Evidenz der einzelnen Operationsschritte vermittelt. Eine Woche vor der ersten Operation bekamen die Probanden dieses eigens für die NANEP-OP angefertigte Tutorial per Email zugeschickt (siehe Anhang Operationstutorial: Strukturierte Übungsanleitung für das NANEP Nabelhernien-Modell).

Bevor der praktische Teil des Operationskurses begann, wurde den Teilnehmern die NANEP-Operation am Silikonmodell mittels einer Präsentation vorgestellt. Die einzelnen Schritte wurden mit Videos anschaulich und standardisiert vorgeführt. Die Operation (OP1) wurde auf Video aufgenommen. Bei der OP1 war der Tutor anwesend und stand dem Probanden zur Seite. Der Tutor gab dem Probanden ein mündliches Feedback.

Mit Abstand von 1 Woche wurde die zweite Operation (OP2) ohne Tutor-Beistand selbständig durchgeführt und auch auf Video aufgenommen. Die Probanden erhielten ein Feedback ihrer Leistung bei der Operationsübung durch einen der Tutoren. Nach der zweiten Operation füllte der Proband den NANEP-Fragebogen (siehe Anhang NANEP-Fragebogen) aus.



Abbildung 6 – Operationskurs

Nach dem Kurs wurden die beiden Videos auf die CAT-LIVE.uni-wuerzburg.de Internet-Plattform hochgeladen, wo sie von drei Experten nach Kurs-Ende mit dem CAT (Erläuterung folgt) bewertet wurden. Experte 1 war sowohl häufiger Operateur einer Nabelhernien-Operation als auch Mitentwickler des Modells, Experte 2 war hauptsächlich in der Entwicklung des Modells tätig und Experte 3 führte häufig eine offene Nabelhernien-Operation durch.

Den Probanden wurde nach Abschluss des Kurses ein Zertifikat mit einer Teilnahmebestätigung und einem schriftlichen und objektivierten Feedback zugesandt.

Studienprotokoll

	Anfänger (n= 12)	Köner (n=6)
Tag -7	Proband	Selbststudium des schriftlichen Skripts
Tag 0	Film: Standardoperation am Modell Proband Proband Tutor	OP1 (mit Tutor) + Videoaufnahme NANEP-Fragebogen mündliches Feedback
Tag 7	Proband Tutor	OP2 (selbstständig) Mündliches Feedback
bis Tag 21	Experten: Feedback an Proband	Videoauswertung auf www.catlive.informatik.uni-wuerzburg.de CAT: OP1/ OP2

Abbildung 7 – Studienprotokoll

2.1.3 Die Onlineplattform CATLIVE

Die Entwicklung der Onlineplattform CATLIVE erfolgte durch den Informatiker Stefan Olbrecht (Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz und Angewandte Informatik der Universität Würzburg) in Zusammenarbeit mit der Doktorandin.

Die Webseite CATLIVE wurde zur online-Bewertung eingesetzt. Sie war bilingual auf Englisch und Deutsch verfügbar. Bei den Benutzern wurde zwischen Administrator und Experte unterschieden. Der Administrator war dazu berechtigt, Videos hochzuladen, Dateien herunterzuladen und zu löschen, konnte Experten benennen, hatte Zugriff auf die Excel-Dateien und konnte Kurse anlegen sowie löschen. Der Administrator konnte unterschiedliche Fragebögen einlesen. Zudem hatte er Einsicht auf die verschiedenen Fragebögen, OP-Arten, Kursoptionen, Dozenten und Teilnehmer in Klarnamen, während der Experte die Teilnehmer nur anonymisiert wahrnahm. Über spezielle Formulare konnte der Administrator die Datenbank erweitern. Die Experten wurden per E-Mail benachrichtigt, wenn ein Video für sie zur Auswertung bereitstand. Mit ihren Login-Daten konnten sie sich über das Internet auf catlive.informatik.uni-wuerzburg.de anmelden und Operationsvideos bewerten. Der Administrator konnte die Experten per Mail daran erinnern Bewertungen abzugeben, falls sie es versäumten. Die Rohwerte der Bewertungen wurden automatisch in Excel übertragen, wobei den einzelnen Punkten ein Zahlenwert, den Probanden eine Zeile und jedem Bewerter ein Sheet zugeordnet wurde. Die Mittelwerte der Expertenbeurteilung wurden in einem Sheet berechnet. Das Programm generierte automatisch einen Gesamt-Score, individuelle Durchschnittsnoten in den Teilbereichen der Operationsschritte und jeweilige Vergleichswerte zu der Peergroup (Probandengruppe).

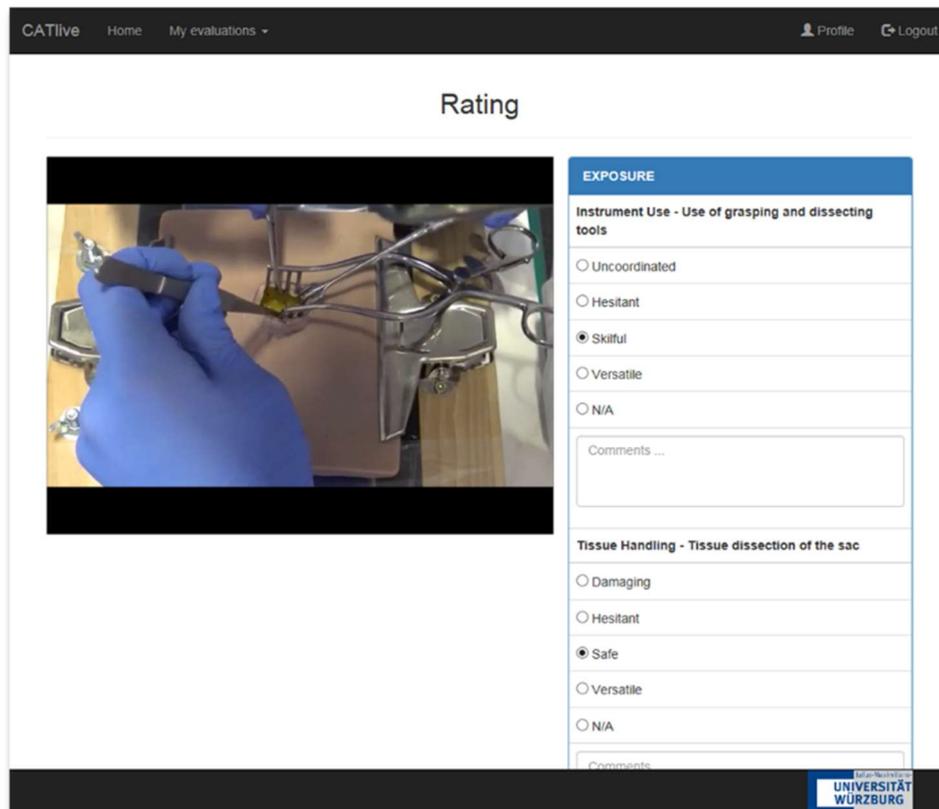


Abbildung 8 – CATLIVE-Online-Plattform

Die OP1 und OP2 wurden in HQ Qualität 1400x1000 Pixel mit einer „Sony HDRPJ810E“ aufgezeichnet. Die Länge einer Operationsübung war etwa 40 Minuten, was einer Größe von 2000 MB/Video entspricht. Das Format der Videos war MP4. Die Videos wurden über einen SD-Karten-Slot auf den Onlineserver hochgeladen. Der Server hatte eine Speicherkapazität von 50 GB, was etwa 25 Videos entsprach.

Die Videos wurden nach Abschluss der Bewertung und Generierung der Zertifikate vom Administrator auf der Onlineplattform gelöscht.

Die dauerhafte Datenspeicherung der Videos erfolgte auf dem Rechner in der Silikon-Werkstatt in der Lehrklinik auf dem Kliniklaufwerk S.

Im Anhang sind die Funktionen von CATLIVE in einem Flussdiagramm dargestellt (Übersicht der Funktionen der CATLIVE-Plattform).

2.1.4 Datenschutz und Speicherung der Daten

Den Probanden wurde während des Kurses eine Einverständniserklärung ausgeteilt. Sie konnten der pseudonymisierten Speicherung der Videoaufnahmen ihrer Operation und einer Beurteilung durch Dritte zustimmen oder sie ablehnen. Zudem wurden die Daten auch nach der Beurteilung anonymisiert gespeichert. Die Probanden konnten hier ebenfalls widersprechen.

Die Teilnehmer stimmten alle einer Nutzung und Speicherung ihrer Daten zu.

Die Liste für die Zusammenführung der pseudonymen Daten zu den einzelnen Teilnehmern wurde in Papierform geführt und beim Erstbetreuer der Arbeit aufbewahrt. Alle Daten wurden in einer Excel-Tabelle auf dem Rechner der Silikon-Werkstatt auf dem Kliniklaufwerk-S, den Rechnern der Doktorandin Frau Ulla Friedrich, der Statistikerin Frau B. Sc. Joy Backhaus und des Erstbetreuers Prof. Dr. med. Ulrich A. Dietz gespeichert. Außerdem wurden die Auswertungsdaten des CAT-Bogens auf dem Online-Server der Internetplattform CAT-LIVE gespeichert.

2.1.5 NANEP-Fragebogen

Die Entwicklung des NANEP-Fragebogens erfolgte durch Prof. Dr. med U. A. Dietz in Zusammenarbeit mit der Doktorandin. Der NANEP-Fragebogen ist im Anhang zu finden.

Der NANEP-Fragebogen war in 3 Bereiche eingeteilt.

Im ersten Abschnitt wurden demografische Daten erfragt: Geschlecht (weiblich und männlich), Alter, Ausbildungsstatus (Studierende, Assistenzarzt/Assistenzärztin und Facharzt/Fachärztin), Anzahl der Jahre in diesem Ausbildungszustand, Anzahl der bereits gesehenen NANEP-Operationen und Anzahl der bereits durchgeführten NANEP-Operationen.

Im zweiten Abschnitt sollten die Probanden Fragen zur Anatomie, Arbeit mit dem Modell und Evaluation des Kurses beantworten. Die Antworten dieser drei Abschnitte waren jeweils zwischen 1 = trifft gar nicht zu, 2 = trifft wenig zu, 3 = trifft teils-teils zu, 4 = trifft ziemlich zu und 5 = trifft völlig zu oder 0 = N/A (not applicable) kodiert.

Die ersten Fragen betrafen die akkurate Darstellung der anatomischen Strukturen im Modell. Die Probanden bewerteten die Haut, das subkutane Fettgewebe, den Bruchsack, den Inhalt des Bruchsacks (prolabiertes Fettgewebe), die Aponeurose (Linea alba), die Bruchlücke der Umbilikalhernie (gap), den präperitonealen Raum und ob das Modell insgesamt sehr akkurat dargestellt war.

Dann wurden die folgenden Aspekte zur realitätsnahen Arbeit mit den anatomischen Strukturen bzw. das Operieren bewertet: Hautinzision, Dissektion des subkutanen Fettgewebes, Inzision des Bruchsack-Halses, Mobilisation des Fettgewebes aus dem Bruchsack heraus, Ligatur und Exzision des hernierten Fettprolapses, Präparation des präperitonealen (Underlay) Raumes, Einbringung und Entfaltung des Netzes, Naht der umbilikalen Bruchpforte mit Einbeziehung des Netzes, Reinsertionsnaht des Nabels und die Hautnaht.

Es folgte der dritte Teil zur Einschätzung der Probanden des Nutzen des NANEP-Modells für Übungszwecke mittels folgender Items: Das Modell bat nützliche Lernerfahrungen, das Modell ermöglichte ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag, das Modell enthielt alle wesentlichen Elemente zum Erlernen der Operation, die Übungserfahrung war nützlich und relevant für den Alltag, das schriftliche Tutorial bat ausreichend Informationen um den Übungseingriff durchzuführen und das Video war didaktisch und informativ; es vermittelte einen guten Überblick der Operationsübung.

Der dritte Abschnitt befasste sich mit der Datenschutzerklärung: Die Teilnehmer konnten aktiv einer Speicherung der Daten und der Videos zustimmen oder widersprechen sowie das weitere Procedere mit dem Zertifikat bestimmen.

Tabelle 1 – NANEP-Fragebogen

	Item
1. Demografische Informationen	
2. Modell	2.1.1
	2.1.2

	1. Die	2.1.3
	anatomischen	2.1.4
	Strukturen	2.1.5
	sind akkurat	2.1.6
	dargestellt	2.1.7
		2.1.8
	2. Die Arbeit mit	2.2.1
	den	2.2.2
	anatomischen	2.2.3
	Strukturen ist	2.2.4
	realitätsnah	2.2.5
		2.2.6
		2.2.7
		2.2.8
		2.2.9
		2.2.10
	3. Die Eignung	2.3.1
	des Modells	2.3.2
	für	2.3.3
	Übungszwecke	2.3.4
		2.3.5
		2.3.6
3.	Datenschutzerklärung	

Der NANEP-Fragebogen wurde von den Probanden nach der zweiten Übung am NANEP-Modell ausgefüllt, unterschrieben an den Tutor zurückgegeben und mithilfe der Evaluations- und Umfragesoftware Eva-Sys eingelesen.

2.1.6 CAT-Fragebogen

CAT steht für Competency Assessment Tool. Der CAT-Fragebogen ist im Anhang angeführt.

Der CAT-Fragebogen wurde von Miskovic in Proficiency gain and competency assessment in laparoscopic colorectal surgery für die laparoskopische kolorektale Chirurgie entwickelt und als Fragebogen zur Messung der Kompetenz validiert (Miskovic 2012). Der CAT wurde für die NANEP-Operation durch Prof. Dr. med. Ulrich A. Dietz angepasst. Die Grundstruktur (siehe auch CAT-Terminologie) und die englische Sprache wurden belassen.

Tabelle 2 – CAT-Terminologie

		Kategorie			
		I.	II.	III.	IV.
		Instrumentengebrauch	Gewebebehandlung	Komplikationen	Endprodukt
Arbeitsschritte	(1) Darstellung	Kompetenzstufe		(1) Anfänger	
	(2) Herniotomie			(2) Fortgeschrittener	
	(3) Netzeinlage & Verschluss			(3) Kompetenter	
				(4) Erfahrener	

Tabelle mit adäquater Übersetzung der englischen Termini

Die Items des CAT unterteilten die Operation zeitlich und thematisch, um den dynamischen Prozess einer Operation erfassen können. Die Operation wurde in drei Arbeitsschritte unterteilt: (1) Darstellung (Hautinzision, Präparation der Nabelhernie, Identifikation der Linea alba), (2) Herniotomie (Bruchsackentfernung, Resektion des Fettprolapses, Präparation des präperitonealen Raums) und (3) Reparatur (Netzeinlage, Faszienschluss, Hautnaht).

Jeder dieser Arbeitsschritte war in vier Kriterien (I) Instrumentengebrauch, (II) Gewebehandlung, (III) Komplikationen und (IV) Endprodukt eingeteilt. Daraus ergaben sich insgesamt 12 Items.

Jedes dieser 12 Items konnte nach unterschiedlichen Kompetenzstufen bewertet werden: (1) Anfänger, (2) Fortgeschrittener, (3) Kompetenter und (4) Erfahrener. Zudem gibt es die Option N/A (Not applicable) und Kommentar. Die Kompetenzstufen zur Entwicklung von Fertigkeiten entstanden auf Grundlage des Dreyfus-Modell (Dreyfus und Dreyfus 1980), dessen Adaption durch Eraut (Eraut 1994) und Miskovic (Miskovic 2012, S. 47).

Tabelle 3 – CAT Item-Nummerierung

	I.	II.	III.	IV.
(1) Darstellung	Q1.1	Q2.1	Q3.1	Q4.1
(2) Herniotomie	Q1.2	Q2.2	Q3.2	Q4.2
(3) Netzeinlage & Verschluss	Q1.3	Q2.3	Q3.3	Q4.3

Der CAT-Bogen wurde online während der Betrachtung der Operationsvideos (siehe auch Beard et al. 2005) auf der CATLIVE-Plattform von drei Experten für OP1 und OP2 ausgefüllt. Experte 1 war Prof. Dr. med. Ulrich A. Dietz. Er war sowohl häufiger Operateur einer Nabelhernien-Operation als auch Mitentwickler des Modells. Der Experte 2, die Doktorandin Ulla Friedrich, war für die Entwicklung des Modells zuständig. Der Experte 3 war Herr Dr. med. A. Wierlemann. Er führte als Oberarzt der Klinik & Poliklinik für Allgemein- und

Viszeralchirurgie, Universitätsklinikum Würzburg häufig eine offene Nabelhernien-Operation durch.

2.1.7 Autopsie der Modelle

Die Bewertung der operierten Modelle erfolgte mithilfe eines an das Modell und die Operation angepassten Autopsie-Fragebogens (siehe Anhang Tabelle 48 – Autopsie-Fragebogen). Entwickelt wurde er von Prof. Dr. med. Ulrich A. Dietz.

Am Modell wurde das Ergebnis der Operation in den Kategorien: (1) Ästhetik, (2) Hautnaht, (3) Netzlage, (4) Peritoneum, (5) Ligatur und (6) Achternaht beurteilt. Die Ästhetik konnte mit 1 = Sehr schön, 2 = Ausreichend und 3 = Nicht schön benotet werden. Die Hautnaht wurde nach 1 = Tadellose Hautnaht, 2 = Asymmetrie der Nähte, 3 = Lockere Nähte und 4 = Fehlende Nähte bewertet. Die Achternaht wurde mit 1 = Plan, 2 = Wulstig und 3 = Insuffizient beurteilt. Bei der Netzlage wurde zwischen 1 = Plan und zentriert, 2 = Gefaltet und zentriert und 3 = Nicht zentriert unterschieden. Die Ligatur konnte entweder 1 = Vorhanden oder 2 = Nicht vorhanden sein. Das Peritoneum wurde mit 1 = Intakt, 2 = Leicht gerissen oder 3 = Exponiertes Netz benotet.

Die Modelle wurden im Kurs durchnummeriert. Die Bewertung wurde von Experte 1, der das Modell und die Operation gut kennt, im Anschluss an den Kurs an den autopsierten Modellen durchgeführt. Dem Experten war nicht ersichtlich, welches Modell von welchem Probanden operiert wurde. Die Zuordnung von Nummer zu Teilnehmer erfolgte im Anschluss anhand einer von der Kursleiterin erstellten Liste.

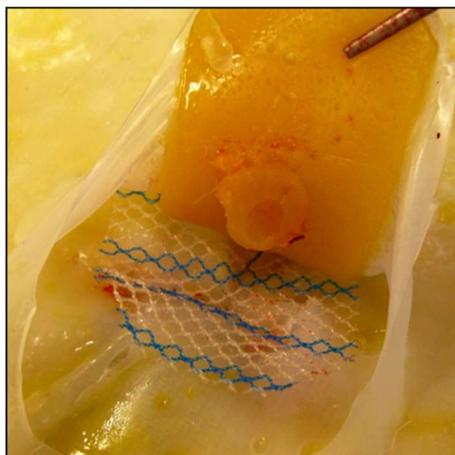


Abbildung 9 – Autopsie

2.2 Methoden

2.2.1 Probandenkalkulation

Die Kalkulation der Teilnehmerzahl wurde anhand der Werte der Validierungsstudie vorgenommen (Miskovic 2012, S.163). Aus den dort angegebenen Gruppenunterschieden zwischen Experten (M=3,19, SD=0,32, n=6) und auszubildenden Ärzten (M=2,60, SD=0,50, n=25) ließen sich die folgenden Effektstärken ableiten:

$$\text{Cohen's } d = (2,60 - 3,19) / 0,42 = 1,41$$

$$\text{Glass' delta} = (2,60 - 3,19) / 0,32 = 1,84$$

$$\text{Hedges' } g = (2,60 - 3,19) / 0,47 = 1,25.$$

Für die Berechnung der Stichprobengröße wurde Glass' delta für den Zweistichprobenfall mit den Wilcoxon-Mann-Whitney bzw. des Welch-Test verwendet. Aufgrund der Geläufigkeit wurde auch Cohen's d angegeben.

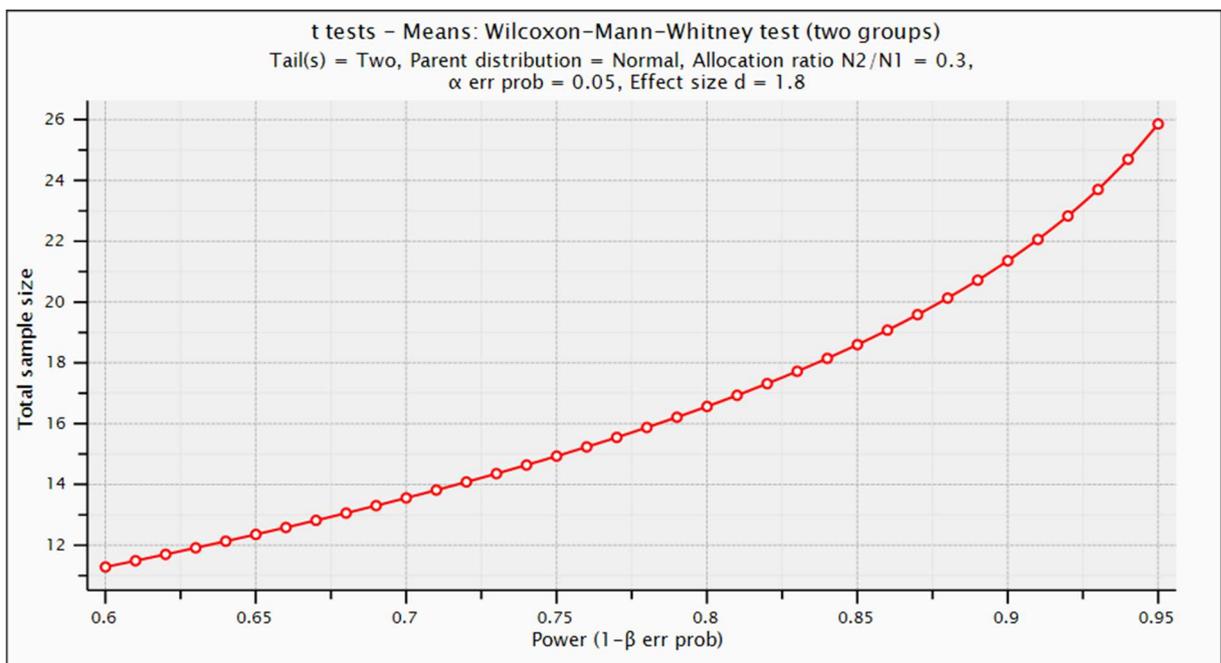


Abbildung 10 – Powerberechnung

Bei einer Power von 80% sollte aufgrund dieser Stichzahlanalyse die Mindestteilnehmerzahl 18 Probanden betragen. Für den Verteilungsschlüssel

wurde der Faktor 0,30 gewählt. Das bedeutet, dass bei 12 Anfängern mindestens 4 Könner zur Aufdeckung von Unterschieden bei einer Effektstärke von 1,40 benötigt wurden.

Entsprechend der Berechnung wurden zwei Probandengruppen gebildet, die unerfahrenen und die erfahrenen Probanden. Für die Anfänger-Gruppe konnten 12 Studierende der Julius-Maximilian-Universität Würzburg rekrutiert werden, die zum Zeitpunkt des Kurses im PJ-Tertial Chirurgie waren oder besonders hohes Interesse an der Chirurgie zeigten. Die Könner waren 6 Assistenzärzte und Fachärzte der Klinik & Poliklinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie der Universitätsklinikum Würzburg. Assistenzärzte und Fachärzte wurden in der Könner-Gruppe zusammengefasst. Insgesamt wurden mehr erfahrene Probanden rekrutiert als erforderlich.

Jeder der 18 Probanden führte zwei Operationen durch. Insgesamt wurden dementsprechend 36 NANEP-Silikonmodelle operiert.

Die OP1 und OP2 wurde jeweils 12-mal von Anfängern und 6-mal von Könnern durchgeführt.

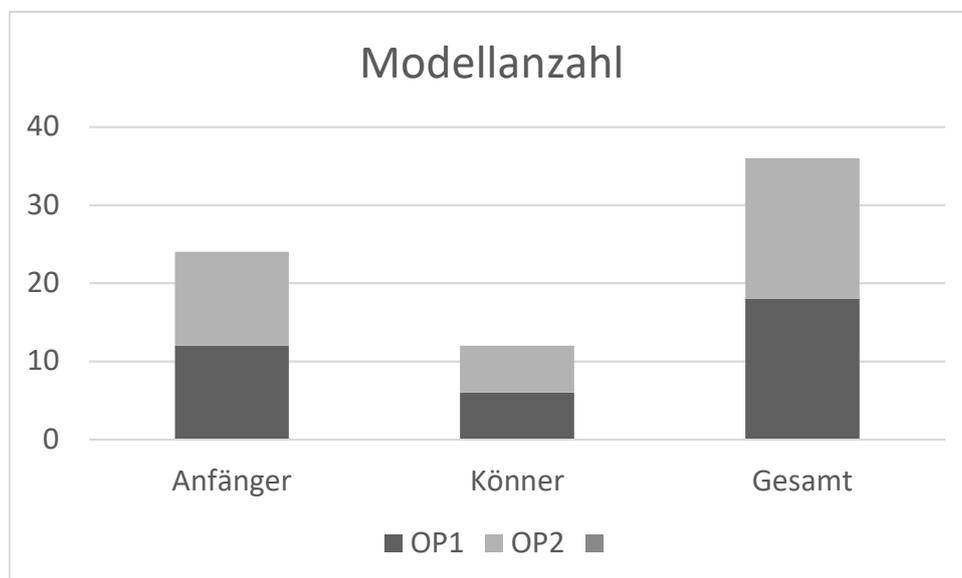


Abbildung 11 – Teilnehmerzahl: Anfänger = Studierende, Könner = Assistenz-/ und Fachärzte

2.2.2 NANEP-Fragebogen

Bei der Auswertung des NANEP-Fragebogens sollte zunächst die deskriptive Beschreibung der demographischen Angaben der Probanden erfolgen.

Der Hauptteil des NANEP-Fragebogens erfasste die Einschätzung der Probanden, inwieweit das NANEP-Modell die anatomischen Strukturen akkurat darstellte, ob das Operieren realitätsnah war und ob das Modell sich zu Übungszwecken eignete. Die Ergebnisse wurden deskriptiv dargestellt.

2.2.2.1 Content-Validität

Der NANEP-Fragebogen sollte die Content-Validität des NANEP-Modells prüfen. Diese entsprach der inhaltlichen Validität. Die Augenscheinvalidität oder synonym Face-Validity war Teil der Content-Validität. Die Inhalts-Validität wurde von einigen Autoren als wichtigster Schritt der Testkonstruktion erachtet (Bühner 2011). Bei der Inhaltsvalidität handelte es sich um ein qualitatives Merkmal, das weder direkt beobachtbar war noch objektiv durch Kenngrößen bestimmt werden konnte. Die Inhaltsvalidität, psychometrisch auch als latentes Konstrukt bezeichnet, musste durch Indikatoren dargestellt werden. Ableiten ließ sie sich durch die Auswahl von Items, die repräsentativ für den Inhalt eines Konstruktes sind (Tavakol et al. 2008). Im Fall eines Chirurgischen Simulationsmodells wie dem NANEP-Modell waren dies die Realitätstreue der anatomischen Darstellung sowie die Simulation der Operation (Satava 2006). Die Bewertung des latenten Konstrukts erfolgte durch das Urteil von Experten. Diese waren im Fall des NANEP-Modells die Teilnehmer des Operationskurses, die sich durch das Medizinstudium und teils zudem durch Operationserfahrung besondere Expertise angeeignet hatten.

Die repräsentativen Inhalte sollten in den Items des Fragebogens auch tatsächlich erfragt werden. Dazu erfolgte eine Bewertung der Reliabilität. Die Reliabilität gab hier die Zuverlässigkeit und formale Genauigkeit sowie die Beständigkeit einer Untersuchung an und bezog sich auf den Grad der Messgenauigkeit des NANEP-Fragebogens. Die Richtlinien zur Beurteilung der Reliabilität für explorative, inferenzstatistische Analysen wurden an den Standards von Fisseni 2004 und

Nunnally und Bernstein 1994 ausgerichtet. Die formale Genauigkeit der Skalen wurde mit dem Alpha-Koeffizienten nach Cronbach (Cronbach, 1951) zur Darstellung der mittleren Korrelation aller einzelnen Items berechnet. Cronbachs α wurde dazu benützt, das Ausmaß zu beurteilen, in dem die Items den gleichen Inhalt maßen (Tavakol und Dennick 2011). Die Reliabilität wurde mittels des Cronbachs Alpha Koeffizienten für die drei Skalen singular betrachtet. Dabei galt, dass der α -Wert von 0-1 variieren konnte. Die Werte sollten für eine ausreichende Zuverlässigkeit grösser 0,70 sein (Nunnally, Bernstein & Berge 1994; Cortina 1993). Werte größer 0,60 konnten als akzeptabel gelten, mussten allerdings kritisch betrachtet werden (Taber 2018).

Bei Hinweisen auf starke Varianz, die durch Subgruppen verursacht werden konnte, wurde die differentielle Reliabilität betrachtet (Ghiselli 1963). In der NANEP-Studie betraf dies beispielsweise eine singuläre Betrachtung der alpha-Werte für Anfänger oder Könnner.

Wenn die Reliabilität der Items bzw. der Skalen gut war, ließen sich Aussagen zur Zuverlässigkeit der Darstellung der Anatomie und Simulation der Operation des Modells ableiten. Bei schlechter Reliabilität wurde untersucht, was die Ursache war. Bei einem α -Wert $<0,60$ konnte es zum Beispiel sein, dass die Items ein heterogenes Konstrukt maßen oder abweichendes Antwortverhalten provozierten. Dies ließ nicht darauf schließen, dass das Modell nicht inhaltssvalide war.

Eine gute Reliabilität indizierte, dass der Fragebogen ein geeignetes Messinstrument zur Erfassung des jeweiligen (latenten) Konstruktes war. Das Ergebnis der Bewertungen konnte zur Bestätigung der Inhaltsvalidität herangezogen werden.

2.2.3 CAT

Der Fragebogen CAT wurde als Competency Assessment Tool für die Bewertung der Kompetenz der NANEP-Operation verwendet. Die Kompetenz konnte nicht direkt gemessen werden. Die Items des CAT konnten die Fähigkeit, eine Nabelhernien-OP am Modell durchzuführen, darstellen. Der CAT wurde durch

Miskovic für die Darstellung der Kompetenz überprüft und validiert. Die Bewertung der Kompetenz erfolgte durch die Beurteilung der Fertigkeiten durch Experten anhand der Items. Wenn die Performance bewertet werden konnte, dann war umgekehrt durch diese auch eine Messung der Kompetenz möglich. Dies ermöglichte, die Fragen zu beantworten, ob sich mit dem Modell unterschiedliche Expertise darstellen ließ und ob bei praktischer Übung am Modell ein Lernzuwachs entstand. Dabei wurde zugleich auch geprüft, ob die Inhalte der Items adäquat am Modell dargestellt waren.

Bei der statistischen Analyse der Ergebnisse des CAT wurde zunächst die Reliabilität der Kategorien (I) Instrumentengebrauch, (II) Gewebehandling, (III) Komplikationen, (IV) Endprodukt ermittelt. Dafür wurde in Analogie zum NANEP-Fragebogen Cronbachs α für die Items ermittelt. Es galt, dass Werte (α -Wert = 0-1) zwischen 0,60 und 0,70 kritisch betrachtet werden sollten und Werte größer 0,70 eine ausreichende Zuverlässigkeit zeigten (Cortina, 1993; Nunnally & Bernstein, op. 1994; Taber 2018). Die Werte konnten bei Auffälligkeiten anhand der Gruppenvariablen zur Detektion der differentiellen Reliabilität und der Expertenvariablen untersucht werden.

2.2.3.1 Konstrukt-Validität

Weiterhin sollte die Konstrukt-Validität des Modells nachwiesen werden. Die Konstrukt-Validität erfasste, ob der Test tatsächlich einen vorgegebenen Bereich maß. Hier war das latente Gebilde der Konstrukt-Validität die Kompetenz der Probanden bei der Durchführung einer Nabelhernien-OP am Silikonmodell. Falls der CAT tatsächlich die Kompetenz der Probanden abbildete, sollte die Bewertung aller drei Experten durchgehend konsistent für alle Studienteilnehmer erfolgen (Polit et al. 2007).

Es musste dabei auch die Erfahrung der Experten betrachtet werden: Während einer der bewertenden Experten mit dem Modell sehr vertraut war und die Operation selbst durchführte, war der andere vertraut mit dem Modell, führte aber nicht die Operation durch und der dritte kannte nur die Operation und nicht das Modell. Die Experten bewerteten eventuell unterschiedlich, sollten dann trotzdem gleichbleibend unabhängig von den Vorkenntnissen bewerten.

Die Konstrukt-Validität wurde unter anderem mit der Interrater-Reliabilität gemessen. Diese wurde ermittelt, indem die erweiterte prozentuale Übereinstimmung untersucht (Scott 1955) und der Finn-Koeffizient errechnet wurde (Finn 1970).

Die erweiterte prozentuale Übereinstimmung untersuchte, inwieweit die durchschnittliche Bewertung eines Experten mit der eines anderen Experten übereinstimmte. 100 % Übereinstimmung und Toleranz = 1 bedeutete, dass angenommen werden konnte, dass Experte 1 wiederholt die Kompetenzstufe 2 wählte und Experte 2 wiederholt die Kompetenzstufe 3 oder 1. Der Abstand betrug in diesem Beispiel einen Punkt.

Der Finn-Koeffizient zur Bestimmung der Interrater-Reliabilität wurde als nützlich erachtet, da er auch bei geringer Varianz der Bewertung mehrerer Rater verwendet werden konnte. Er konnte zwischen 0 und 1 liegen, wobei 1 für eine absolute Übereinstimmung stand. Ein Finn-Koeffizient grösser 0,50 wurde als akzeptabel und grösser 0,70 als gut eingeschätzt (Eichhorn 2011).

Zusätzlich wurden die Mittelwertsunterschiede für die drei Experten hinsichtlich Anfänger und Könner, OP1 und OP2 betrachtet und mithilfe des Welch-Tests auf signifikante Ergebnisse untersucht. Im Zweistichprobenfall wurde bei ungleichen Varianzen der Welch-Test verwendet. Somit konnten Gruppenunterschiede bei einzelnen Items zwischen Anfängern und Könnern untersucht werden. Falls die Experten die Teilnehmer unterschiedlich bewerteten, konnte mithilfe des post-hoc-Tests nach Bonferroni untersucht werden, ob es sich um signifikante Abweichungen der Mittelwerte handelte.

Mithilfe der genannten Berechnungen konnte die Konstrukt-Validität, also die Frage, ob der CAT als geeigneter Fragebogen die Kompetenz der Probanden für die Operationstechnik der NANEP-Operation maß, bewiesen werden.

2.2.3.2 Differentielle Validität

Abschließend wurde die differentielle Validität geprüft. Die differentielle Validität maß den Grad der Genauigkeit, mit dem der Test zwischen Gruppen differenzieren konnte. Die Gruppen waren folgendermaßen definiert: Handelte es sich um OP1 oder um OP2 und handelte es sich um Anfänger oder Könner. Dementsprechend

wurde die Gruppe 1 (Zeitpunkt der Operation im Kursverlauf) und die Gruppe 2 (Ausbildungsgrad der Teilnehmer) auf interne Unterschiede untersucht. Falls die Items sensibel auf Veränderungen reagierten, ließ sich ein Unterschied darstellen (Stratford und Riddle 2005). Es sollte beispielsweise ein Unterschied bei der Bewertung des Instrumentengebrauches eines Anfängers zu der eines Könners geben. Aber auch zwischen der ersten und zweiten Operation sollte ein Unterschied darstellbar sein. Die Unterschiedsuntersuchung zur Prüfung der differentiellen Validität von Anfängern und Könnern erfolgte mit dem Welch-Test im Zweistichprobenfall. Datensimulationsstudien hatten darauf hingewiesen, dass der Welch-Test dem t-Test bei kleinen Stichproben überlegen war (Rasch & Guiard, 2004). Genau wie beim t-Test ließ sich mit dem Welch-Test ermitteln, ob der Mittelwert zweier Stichproben identisch war. Der Welch-Test nahm lediglich eine Adjustierung der Freiheitsgrade vor, was sich empfahl bei der hier verhältnismäßig kleinen Stichprobe mit ungleichen Varianzen.

2.2.3.3 Lernzuwachs

Neben der Prüfung der differentiellen Validität wurde zeitgleich ersichtlich, ob die Probanden ihre Kompetenz von OP1 zu OP2 steigern konnten. Hierzu konnten Mittelwerte und Mediane verglichen werden. Um zu überprüfen, ob es sich dabei um zufällige Schwankungen oder systematisch unterschiedliche Bewertungen handelte, wurde ein gepaarter t-Test für zweizeitige Einstichproben durchgeführt. Es wurden also bei den Anfängern oder Könnern die Mittelwerte von OP1 mit denen von OP2 verglichen und auf signifikante Unterschiede untersucht. Der t-Test konnte nur erfolgen, falls eine Normalverteilung nach Gauß durch einen nicht signifikanten Shapiro-Wilk-Test ($p > 0,05$) angenommen werden konnte.

Zusammenfassend wurde mit den genannten Signifikanztests gezeigt, ob sich ein Unterschied von Anfängern und Könnern bei der Teilnahme im Kurs hinsichtlich der differentiellen Validität der Items und des Lernerfolges zeigen ließ.

Falls sich die Kompetenzstufe im CAT steigerte, konnte bei gegebener Reliabilität und Validität von einem Lernzuwachs von OP1 zu OP2 ausgegangen werden.

2.2.4 Autopsie

Der Autopsie-Fragebogen wurde zur Bewertung der operierten Modelle verwendet. Experte 1, der das Modell und die Operation gut kannte, autopsierte und bewertete die operierten Modelle.

Die Ergebnisse wurden für OP1 und OP2 sowie für Anfänger und Könner deskriptiv dargestellt. Da es sich um eine Nominalskala handelte, wurde zur besseren Anschaulichkeit die prozentuale Verteilung der Bewertung betrachtet. Bei der Bewertung galt es zu berücksichtigen, dass die Gruppe der Anfänger doppelt so groß war, weswegen die Prozentwerte keine absoluten, sondern relative Werte darstellten.

2.2.4.1 Kriteriums-Validität

Die Autopsie erfolgte zur Prüfung der Kriteriumsvalidität. Bei der Kriteriumsvalidität handelte sich hier unter anderem um eine prognostische Validität. Sie beschrieb in diesem Kontext, dass die Expertise des Probanden sich auch am operierten Modell widerspiegelte. Dementsprechend wurde gezeigt, ob die Könner zu einem besseren Endergebnis als die Anfänger kamen. Die Daten wurden mittels Chi-Quadrat-Test auf Unterschiede in der Bewertungsverteilung in den Gruppen OP1 und OP2 für Anfänger und Könner untersucht. Es war aufgrund der Stichprobengrößen davon auszugehen, dass der Chi-Quadrat-Test sehr vorsichtig interpretiert werden muss (Berkson 1938) (Bentler und Bonett 1980). Die Kriteriumsvalidität wurde entsprechend diesen statistischen Vorbehalten primär deskriptiv evaluiert.

3. Ergebnisse

Die allgemeinen Ergebnisse wurden in Excel gesammelt. Die Analysen werden nachfolgend dargestellt und detailliert in den jeweiligen Abschnitten erläutert.

- a. Analyse des NANEP-Fragebogens
- b. Analyse des CAT
- c. Analyse des Autopsie-Fragebogens

Die Datenanalysen wurden mithilfe R 3.3.2 (Team 2013) und SPSS Version 23 (IBM SPSS Statistics for Windows 2013) durchgeführt.

3.1 Ergebnisse des NANEP-Fragebogen

In die Auswertung des NANEP-Fragebogens konnte in allen Abschnitten alle 18 Fragebögen (=100%) miteinbezogen werden.

3.1.1 Demografische Informationen

An der Pilotierung des Modells hatten acht weibliche und zehn männliche Probanden teilgenommen. Bei zwölf der Teilnehmer handelte es sich um Studierende und bei sechs um Assistenz- oder Fachärzte. Bei den Studierenden war das Geschlechterverhältnis mit sechs zu sechs ausgeglichen. In der Expertengruppe nahmen zwei weibliche und vier männliche Chirurgen teil.

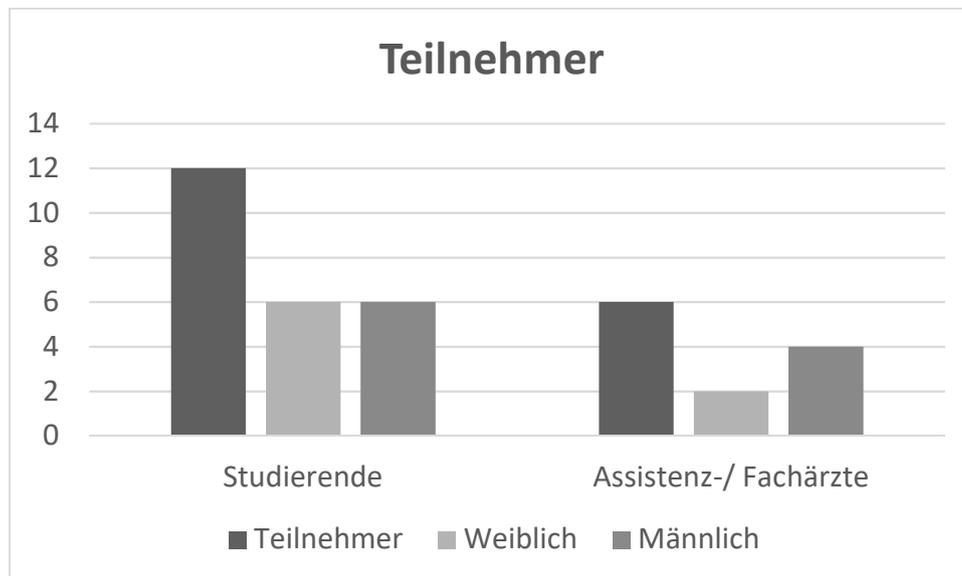


Abbildung 12 – Teilnehmer Können und Geschlecht

Das durchschnittliche Alter der Studenten betrug 26,18 Jahre (SD=2,27). Im Durchschnitt befanden sich die Teilnehmer seit 4,67 Jahren (SD=1,67) in diesem Ausbildungsstand, hatten 3,45 NANEP-Operationen gesehen (SD=1,38) und 1,83 NANEP Operationen (SD=0,58) durchgeführt. Die Gruppe der Assistenz- und Fachärzte war durchschnittlich 34,50 Jahre (SD=2,07) alt und seit 2,67 Jahren (SD=2,07) im angegebenen Ausbildungsstand. Durchschnittlich hatten die Teilnehmer 8,83 NANEP-Operationen (SD=6,71) gesehen und 13,83 NANEP Operationen (SD=17,90) durchgeführt. Es fielen bei den letzten beiden Variablen

hohe Standardabweichungen auf. Diese ließen sich auf die Ausreiserwerte zurückführen, da zwei Probanden angaben, 20 bzw. 40 Operationen gesehen zu haben und ein Proband bereits 50 Operationen selbst durchgeführt hatte (siehe auch Tabelle 31 – NANEP: Ergebnisse der Demografischen Daten im Anhang).

3.1.2 Die anatomischen Strukturen sind akkurat dargestellt

Tabelle 4 – NANEP: Mittelwerte von Anfängern, Könnern und Gesamtbewertung der Items in der Skala Darstellung der anatomischen Strukturen

	Anfänger (n=12)	Könnern (n=6)	Gesamt (n=18)
M (SD)	4,00 (SD=0,57)	3,96 (SD=0,48)	3,99 (SD=0,52)
Minimum	2,50	3,38	2,50
Maximum	4,50	4,50	4,50

M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Minimum/ Maximum= durchschnittliche minimale und maximale Bewertung eines Teilnehmers

Tabelle 5 – NANEP: Mittelwerte und Standardabweichung der Items Skala Darstellung der anatomischen Strukturen

Item	Mittelwert	Standard- abweichung
2.1.1 Haut	4,11	0,83
2.1.2 Subkutanes Fettgewebe	4,22	0,65
2.1.3 Bruchsack	3,94	0,42
2.1.4 Inhalt des Bruchsacks (prolabiertes Fettgewebe)	3,67	1,09
2.1.5 Aponeurose (Linea alba)	3,44	1,62
2.1.6 Bruchlücke der Umbilikalhernie (gap)	4,22	0,55
2.1.7 Präperitonealer Raum	3,56	1,50
2.1.8 Das Modell ist insgesamt sehr akkurat konstruiert	4,72	0,46

Das Modell wurde insgesamt als gut eingeschätzt M=3,99 (SD=0,52).

Am schlechtesten wurde die 2.1.5 *Aponeurose* mit 3,44 (SD=1,62) bewertet. Am besten schnitten 2.1.6 *Bruchlücke der Umbilikalhernie* M= 4,22 (SD=0,55) und 2.1.2 *Subkutanes Fettgewebe* M= 4,22 (SD=0,65) ab.

Auch die Gesamtbewertung (2.1.8 *Das Modell ist insgesamt sehr akkurat dargestellt*) war zwischen 4 = trifft ziemlich zu und 5 = trifft völlig zu. Der

Mittelwert $M=4,72$ ($SD=0,46$) war hier sehr gut. Die geringe Standardabweichung ($SD=0,46$) zeigte, dass die Teilnehmer sich in diesem Aspekt sehr einig waren.

Es fand sich kein signifikanter Unterschied bei der Bewertung durch Anfänger ($M=4,00$, $SD=0,57$) und Könner ($M=3,96$, $SD=0,48$).

Für die Skala *Die anatomischen Strukturen sind akkurat dargestellt* lag der Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha von acht gemessenen Items bei 0,63.

Tabelle 6 – NANEP: Cronbach's alpha, wenn Item weggelassen für Skala Darstellung der anatomischen Strukturen

Item	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
2.1.1 Haut	0,11	0,65
2.1.2 Subkutanes Fettgewebe	0,03	0,66
2.1.3 Bruchsack	0,21	0,63
2.1.4 Inhalt des Bruchsacks (prolabiertes Fettgewebe)	0,53	0,54
2.1.5 Aponeurose (Linea alba)	0,55	0,53
2.1.6 Bruchlücke der Umbilikalhernie (gap)	0,30	0,62
2.1.7 Präperitonealer Raum	0,49	0,55
2.1.8 Das Modell ist insgesamt sehr akkurat konstruiert	0,65	0,58

Es fiel auf, dass der Reliabilitäts-Wert in einen akzeptablen Bereich stieg, falls die Items 2.1.1 *Haut* und 2.1.2 *Subkutanes Fettgewebe* weggelassen wurden. Die Korrigierte-Item-Skala-Korrelation zeigte bei 2.1.1 *Haut*, 2.1.2 *Subkutanes Fettgewebe* und 2.1.3 *Bruchsack* Werte $<0,30$. Diese Items hatten eine niedrige Trennschärfe und korrelierten wenig mit der Gesamtskala.

3.1.3 Die Arbeit mit den anatomischen Strukturen ist realitätsnah

Tabelle 7 – NANEP: Mittelwerte von Anfängern, Könnern und Gesamtbewertung der Items in der Skala Realitätsnahe Arbeit mit den anatomischen Strukturen

	Anfänger (n=12)	Könnern (n=6)	Gesamt (n=18)
M (SD)	3,83 (SD = 1.00)	3,71 (SD = 0,48)	3,79 (SD = 0,85)
Minimum	1,30	2,90	1,30
Maximum	4,70	4,20	4,70

M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Minimum/ Maximum= durchschnittliche minimale und maximale Bewertung eines Teilnehmers

Tabelle 8 – NANEP: Mittelwerte und Standardabweichung der Items Skala Realitätsnahe Arbeit mit den anatomischen Strukturen

Item	Mittelwert	Standard- abweichung
2.2.1 Hautinzision	4,22	1,00
2.2.2 Dissektion des subkutanen Fettgewebes	3,94	1,16
2.2.3 Inzision des Bruchsack-Halses	3,39	1,42
2.2.4 Mobilisation des Fettgewebes aus dem Bruchsack heraus	3,44	1,42
2.2.5 Ligatur und Exzision des hernierten Fettprolapses	3,06	1,26
2.2.6 Präparation des präperitonealen (Underlay) Raumes	3,56	1,42
2.2.7 Einbringung und Entfaltung des Netzes	4,22	1,22
2.2.8 Naht der umbilikalen Bruchpforte mit Einbeziehung des Netzes	3,89	1,61
2.2.9 Reinsertionsnaht des Nabels	4,22	0,88
2.2.10 Hautnaht	3,94	0,87

Der Durchschnittswert der Bewertung der Items der Skala *Die Arbeit mit den anatomischen Strukturen ist realitätsnah* war M=3,79 (SD=0,85). Die einzelnen Items wurden mit minimal 3,06 Punkten (2.2.5 *Ligatur und Exzision des hernierten*

Fettprolapseses) und maximal 4,22 Punkten (2.2.1 *Hautinzision*, 2.2.7 *Einbringung und Entfaltung des Netzes* und 2.2.9 *Reinsertionsnaht des Nabels*) bewertet.

Anfänger bewerteten durchschnittlich mit $M=3,83$ Punkten ($SD = 1,00$) und Könner mit $M=3,71$ Punkten ($SD=0,48$). Dieser Unterschied war im Welch-Test nicht signifikant.

Der α -Wert war 0,87. Die Item-Skala-Statistik der Skala *Die Arbeit mit den anatomischen Strukturen ist realitätsnah* zeigte keine Auffälligkeiten. Sie ist im Anhang zu finden (Tabelle 34 – NANEP: Cronbach's alpha, wenn Item weggelassen für Skala Realitätsnahe Arbeit mit den anatomischen Strukturen).

3.1.4 Die Eignung des Modells für Übungszwecke

Tabelle 9 – NANEP: Mittelwerte von Anfängern, Könnern und Gesamtbewertung der Items in der Skala Eignung für Übungszwecke

	Anfänger (n=12)	Könnern (n=6)	Gesamt (n=18)
M (SD)	4,24 (SD = 0,64)	4,64 (SD = 0,50)	4,37 (SD=0,61)
Minimum	2,67	4,00	2,67
Maximum	5,00	5,00	5,00

M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Minimum/ Maximum= durchschnittliche minimale und maximale Bewertung eines Teilnehmers

Tabelle 10 – NANEP: Mittelwerte und Standardabweichung der Items für Skala Eignung für Übungszwecke

Item	Mittelwert	Standard- abweichung
2.3.1 Das Modell bietet nützliche Lernerfahrungen	4,94	0,24
2.3.2 Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag	3,56	2,28
2.3.3 Das Modell enthält alle wesentlichen Elemente zum Erlernen der Operation	4,67	0,49
2.3.4 Die Übungserfahrung war nützlich und relevant für den Alltag	4,72	0,58
2.3.5 Das schriftliche Tutorial bietet ausreichend Informationen um den Übungseingriff durchzuführen	4,17	0,92
2.3.6 Das Video ist didaktisch und informativ; es vermittelt einen guten Überblick der Operationsübung	4,17	1,34

Deskriptiv waren die Mittelwerte der einzelnen Items zwischen 4 = trifft ziemlich zu und 5= trifft völlig zu einzustufen. Die durchschnittliche Bewertung der Items

war $M=4,37$ ($SD=0,61$). Nur *2.3.2 Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag* zeigte einen niedrigeren Mittelwert $M=3,56$ und eine höhere Standardabweichung mit $SD=2,28$. Diese Abweichung wird im Zuge der Reliabilität noch weiter besprochen. Auch bei *2.3.6 Das Video ist didaktisch und informativ; es vermittelt einen guten Überblick der Operationsübung* fiel eine höhere Standardabweichung mit $SD=1,34$ auf.

Es fand sich kein signifikanter Unterschied bei der Bewertung durch Anfänger ($M=4,24$, $SD=0,64$) und Könner ($M=4,64$, $SD=0,50$).

Der α -Wert war 0,45. Es fiel auf, dass Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen bei *2.3.2 Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag* auf 0,63 stieg.

Tabelle 11 – NANEP: Cronbach's alpha, wenn Item weggelassen für Skala Eignung für Übungszwecke

Item	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
2.3.1 Das Modell bietet nützliche Lernerfahrungen.	0,09	0,46
2.3.2 Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag.	0,14	0,63
2.3.3 Das Modell enthält alle wesentlichen Elemente zum Erlernen der Operation.	0,11	0,45
2.3.4 Die Übungserfahrung war nützlich und relevant für den Alltag.	0,61	0,31
2.3.5 Das schriftliche Tutorial bietet ausreichend Informationen um den Übungseingriff durchzuführen.	0,63	0,21
2.3.6 Das Video ist didaktisch und informativ; es vermittelt einen guten Überblick der Operationsübung.	0,24	0,39

Bei weiteren Untersuchungen der Reliabilität nur für die Könnner betrachtet, zeigte sich mit 0,53 ein höherer alpha-Wert. Das Item 2.3.2 *Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag* hatte keine großen Auswirkungen auf den alpha-Wert (falls weggelassen $\alpha=0,52$). Es fiel auf, dass bei den Könnnern der alpha-Wert, falls 2.3.6 *Das Video ist didaktisch und informativ; es vermittelt einen guten Überblick der Operationsübung* weggelassen, auf 0,91 stieg. Das Item 2.3.5 *Das schriftliche Tutorial bietet ausreichend*

Informationen um den Übungseingriff durchzuführen korrelierte stark mit der Skala.

Tabelle 12 – NANEP: Singulär für Könner Cronbach's alpha, wenn Item weggelassen für Skala Eignung für Übungszwecke

Item	Korrigierte Item-Skala- Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
2.3.1 Das Modell bietet nützliche Lernerfahrungen	0,53	0,45
2.3.2 Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag	0,53	0,45
2.3.3 Das Modell enthält alle wesentlichen Elemente zum Erlernen der Operation	0,53	0,45
2.3.4 Die Übungserfahrung war nützlich und relevant für den Alltag	0,18	0,52
2.3.5 Das schriftliche Tutorial bietet ausreichend Informationen um den Übungseingriff durchzuführen	0,99	0,28
2.3.6 Das Video ist didaktisch und informativ; es vermittelt einen guten Überblick der Operationsübung	0,16	0,91

Item spezifische alpha-Werte für Könner einzeln betrachtet

3.1.5 Zusammenfassung der NANEP-Auswertung

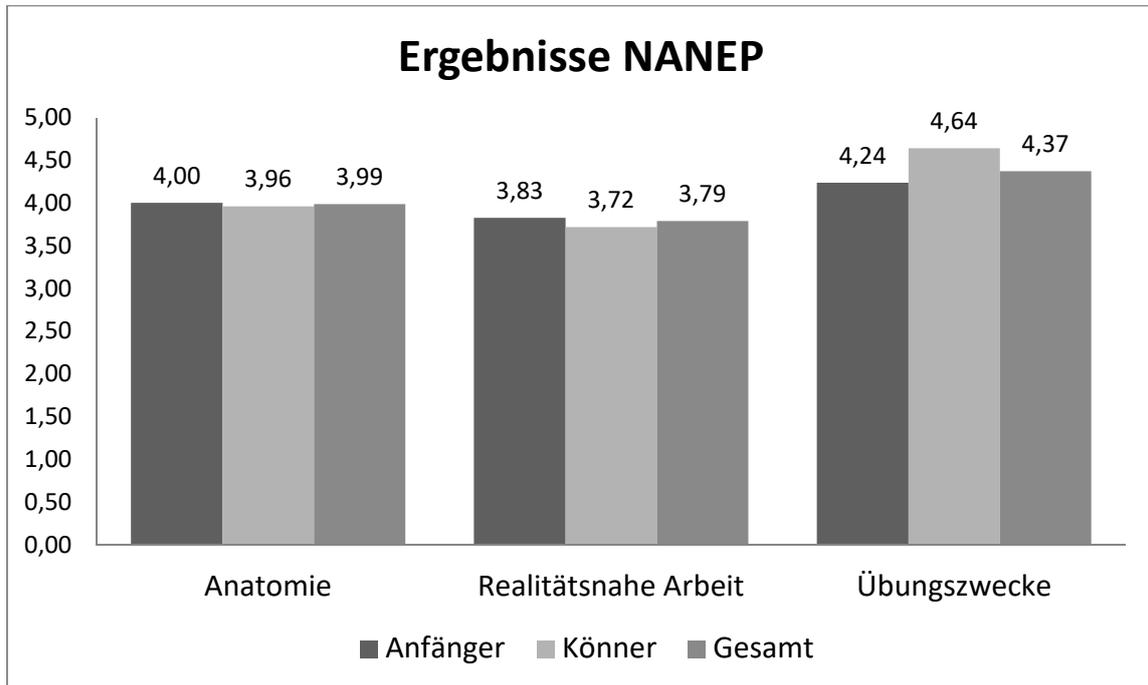


Abbildung 13 – Gesamtergebnisse NANEP-Fragebogen

In der Abbildung sind die Ergebnisse des NANEP-Fragebogens dargestellt. Der Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Items zeigte, dass das Modell insgesamt sehr positiv bewertet wurde. Das Modell stellte laut der Bewertung der Teilnehmer die Anatomie akkurat dar und es ließ sich realitätsnah mit den anatomischen Strukturen arbeiten.

Die Tatsache, dass sich keine signifikanten Unterschiede bei den Bewertungen durch die Gruppen finden ließ, zeigte, dass das Modell unabhängig von der Expertise als gut bewertet wurde. Sowohl Anfänger als auch Können waren sich einig, dass das NANEP-Modell ein gut konstruiertes Modell war.

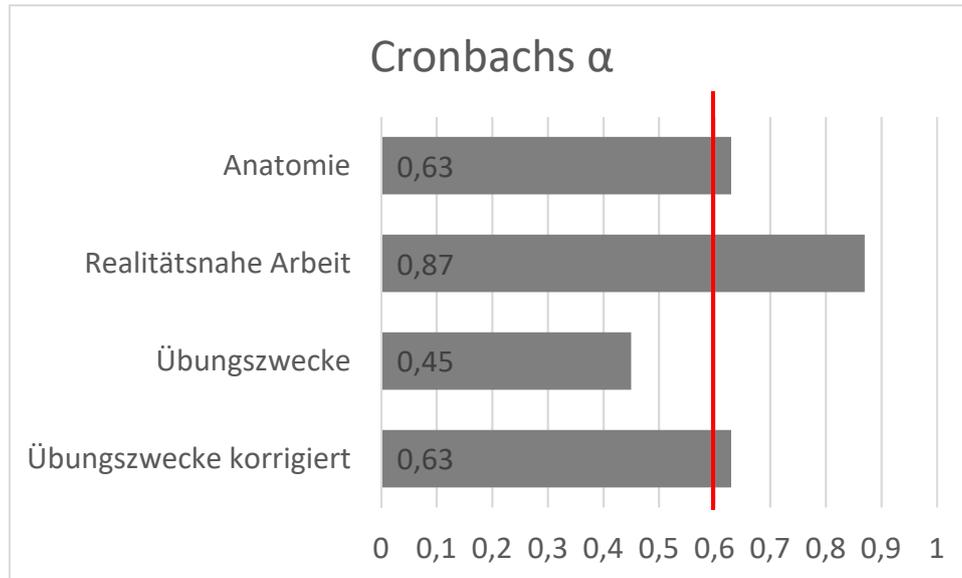


Abbildung 14 – Cronbach's alpha aller Kategorien des NANEP-Fragebogens; roter Balken $\alpha > 0,60$; Übungszwecke korrigiert = α , falls 2.3.2 *Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag* aus den Berechnungen entfernt wurde

Die alpha-Werte der Skalen waren größer 0,60 und bewegten sich somit in einem akzeptablen bis guten Bereich.

3.2 Ergebnisse des CAT-Fragebogens

In die Auswertung des CAT-Fragebogens konnten in die Berechnungen aller Kategorien alle 36 Operationen (=100 %) miteinbezogen werden.

Der Kompetenzstufe wurde ein numerischer Wert zugeordnet: 1 = Anfänger, 2 = Fortgeschrittener, 3 = Kompetenter, 4 = Erfahrener. Für jedes Item konnten 1 bis 4 Punkte erreicht werden. Bei drei Items pro Kategorie ergab sich eine mögliche Spannweite der Punktzahl von 3 bis 12 Punkten. Die Ergebnisse sind im Anhang gesammelt in der Tabelle 37 – CAT: Gesamte Ergebnisse zu finden.

3.2.1 I. Instrumentengebrauch

3.2.1.1 Reliabilität

Der α -Wert für die Kategorie Instrumentengebrauch war 0,86. Im Vergleich der Items innerhalb der Kategorien wies kein Item große Abweichungen auf (siehe Anhang Tabelle 40 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Instrumentengebrauch).

3.2.1.2 Konstrukt-Validität

Tabelle 13 – CAT: Gesamtbewertung aufgeteilt nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könnner, OP1 & OP2 der Kategorie Instrumentengebrauch

		Mittelwert (SD)		
		Experte 1	Experte 2	Experte 3
Instrumentengebrauch	Gesamt	7,50 (2,15)	6,78 (1,97)	8,16(1,00)
	Anfänger	7,13 (2,11)	6,00 (1,72)	7,96 (1,00)
	Könnner	8,25 (2,09)	8,33 (1,50)	8,58 (0,90)
	OP1	6,72 (2,08)	5,94 (1,80)	8,33 (1,08)
	OP2	8,23 (1,96)	7,61 (1,82)	8,00 (0,91)

SD = Standardabweichung

Experte 2 vergab durchschnittlich die wenigsten Punkte $M=6,78$ ($SD=1,97$), es folgte Experte 1 mit $M=7,50$ ($SD=2,15$) und Experte 3 mit $M=8,16$ ($SD1,00$).

Tabelle 14 – CAT: Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Bewertung der Experten der Kategorie Instrumentengebrauch

	Toleranz = 0	Toleranz = 1	Toleranz = 2	Toleranz =3
Gesamt	5,6	38,9	97,2	100
OP1	0	33,3	100	
OP2	11,1	44,4	94,4	100
Anfänger	8,3	45,8	100	
Könnner	0	25	91,7	100

Erweiterte prozentuale Übereinstimmung: Angaben in %

In der Kategorie Instrumentengebrauch stimmten die Experten zu 97,2% bei einer Toleranz von 2 Skalenpunkten überein. Aufgeschlüsselt nach dem Kenntnisstand

gab es bei gleicher Toleranz eine Übereinstimmung von 100% (94,4%) für Anfänger und 91,7% für Könner. Für OP1 und OP2 gab es eine größere Varianz bei der zweiten Operation.

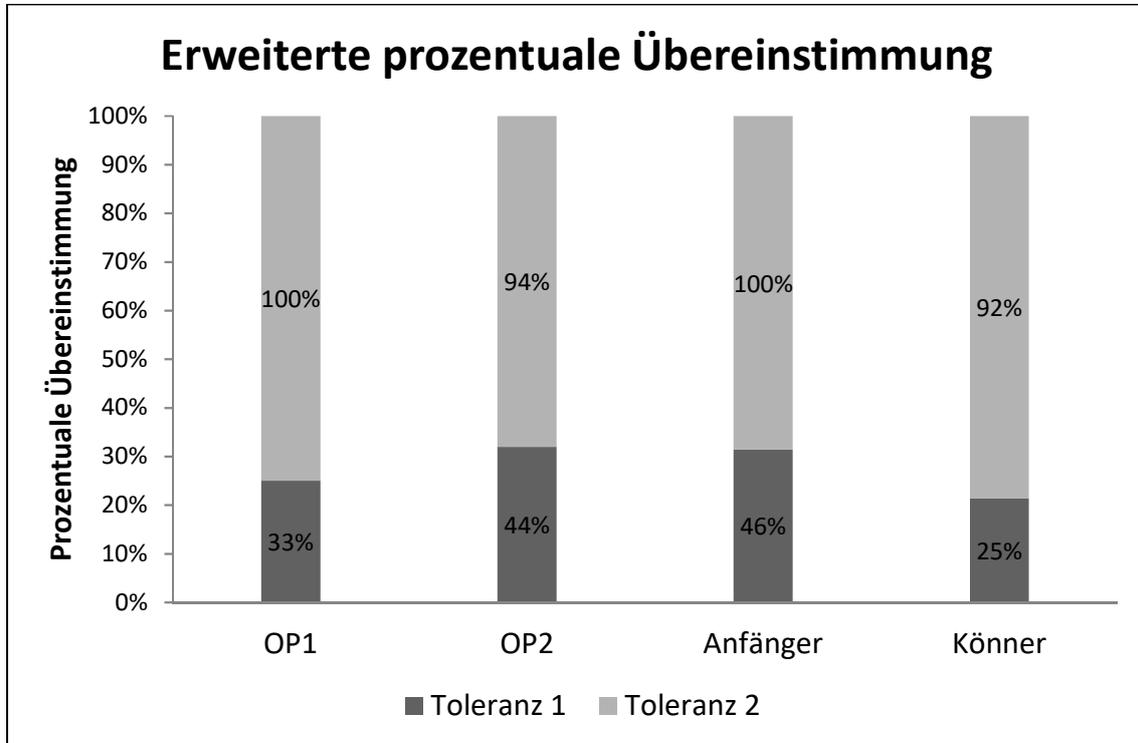


Abbildung 15 – Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Experten der Kategorie Instrumentengebrauch

Tabelle 15 – Finn-Koeffizient der Kategorie Instrumentengebrauch für Gesamt, OP1 & OP2, Anfänger & Könner

	Finn-Koeffizient
Gesamt	0,69
OP1	0,70
OP2	0,71
Anfänger	0,70
Könner	0,67

Werte >0,50 sind als akzeptabel, Werte > 0,70 als gut einzuschätzen.

Der Finn-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung der Bewertung der Experten war insgesamt 0,69 für die Kategorie Instrumentengebrauch. Er betrug 0,70 für Anfänger, 0,67 für Könner, 0,70 für OP1 und 0,71 für OP2.

Betrachtete man die Unterschiede in der Kategorie Instrumentengebrauch für OP 1 der Anfänger genauer, dann vergab Experte 3 im Durchschnitt $M=8,17$ Punkte ($SD=1,12$), Experte 1 lediglich $M=6,33$ Punkte ($SD=1,88$) und Experte 2 nur $M=5,08$ Punkte ($SD=1,44$) Punkte. Der Welch-Test indizierte hier signifikante Unterschiede ($p<0,001$).

Der post-hoc Test nach Bonferroni zeigte, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Experte 1 und 2 gab. Die Differenz war signifikant zwischen Experte 1 und 3 sowie Experte 2 und 3.

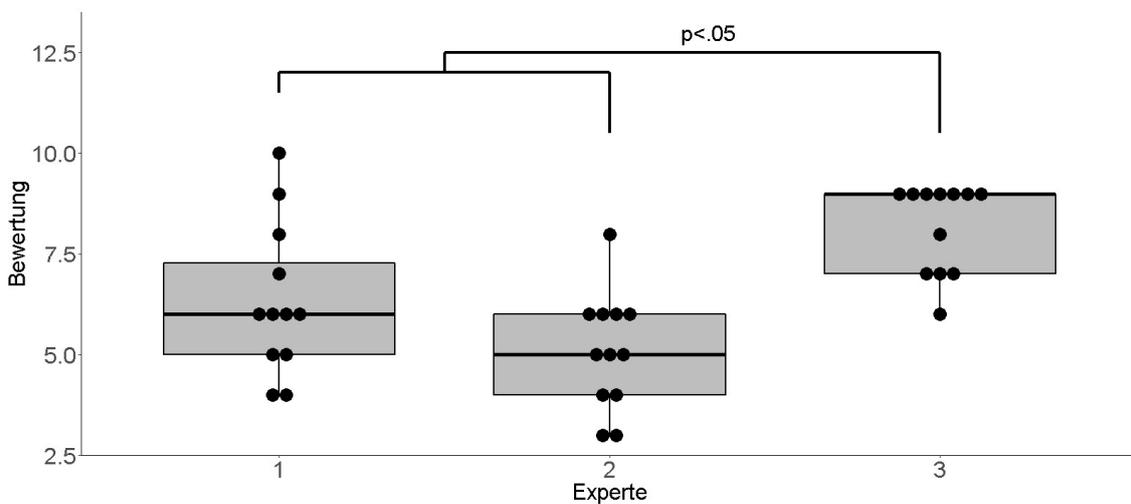


Abbildung 16 – Bewertung der Teilnehmer der Kategorie Instrumentengebrauch nach Experte 1,2,3 aufgeteilt; Experte 3: 0%= 6; 25%=7; 50%= 9; 75%=9; 100%=9;
Signifikante Unterschiede von Experte 2 & 3 und Experte 1 & 3

3.2.1.3 Differentielle Validität

Tabelle 16 – CAT: Gesamtergebnisse der Kategorie Instrumentengebrauch

	M (SD)
Gesamt	7,48 (1,27)
OP1	7,00 (1,29)
OP2	7,96 (1,08)
Anfänger	7,03 (1,19)
Könnner	8,39 (0,92)
Minimum	4,33
Maximum	9,76

M = Mittelwert, SD= Standardabweichung

Die Teilnehmer wurden in OP2 (M=7,96, SD=1,08) besser als in OP1 (M=7,00, SD=1,29) ($p < 0,05$.) bewertet.

Es zeigte sich außerdem ein hoch signifikanter Unterschied abhängig vom Grad der Erfahrung der Teilnehmer. Wie erwartet erreichten die Anfänger eine niedrigere Punktzahl (M=7,03, SD=1,19) als die Könnner (M=8,39, SD=0,92), ($p < 0,001$).

3.2.1.4 Lernzuwachs

Der Shapiro-Wilk Test indizierte, dass es keine signifikante Verletzung der Normalverteilungsannahme nach Gauß für Subpopulation der Anfänger gab ($p > 0,05$).

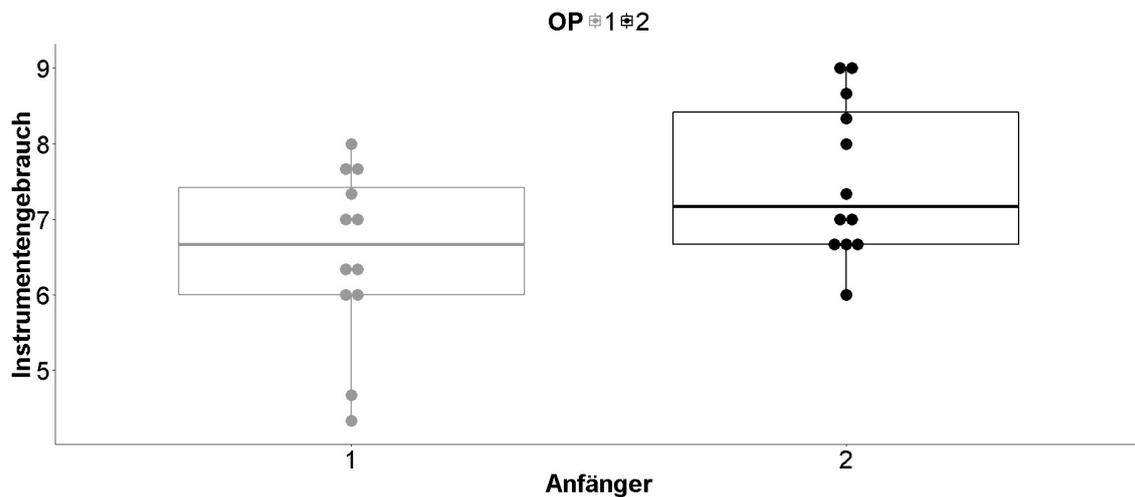


Abbildung 17 – Lernzuwachs von OP1 zu OP2 der Anfänger der Kategorie Instrumentengebrauch

Während Anfänger in OP1 einen Wert von durchschnittlich $M=6,53$ Punkten erzielten ($SD_{A1}=1,16$), erzielten sie in der zweiten OP einen Punkt mehr mit $M=7,53$ Punkten ($SD_{A2}=1,03$). Die Standardabweichung war bei der zweiten OP geringer. Der Punktezuwachs war nicht signifikant im gepaarten t-Test ($p > 0,05$).

Der Shapiro-Wilk Test indizierte, dass es keine signifikante Verletzung der Normalverteilungsannahme nach Gauß für die Subpopulation Könnner gab ($p > 0.05$).

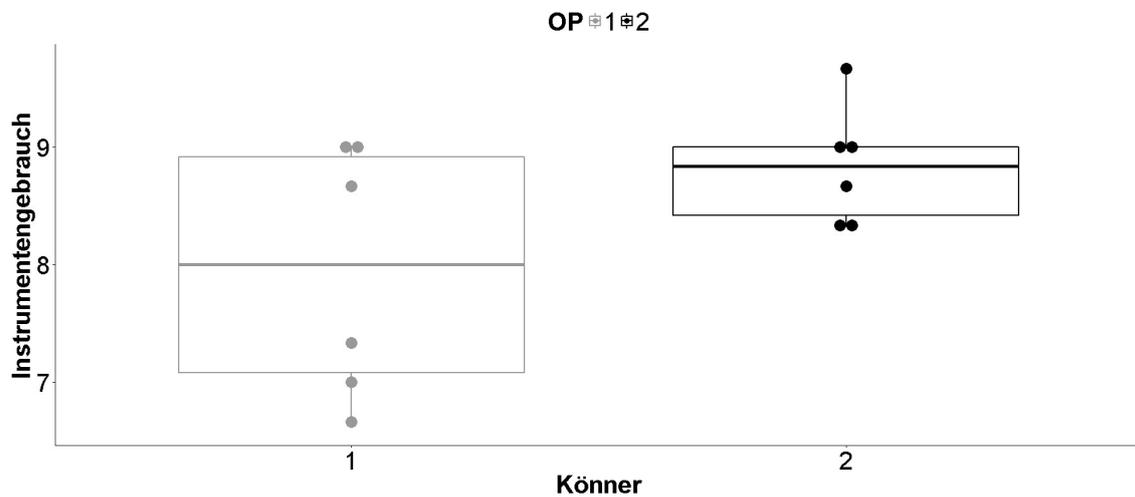


Abbildung 18 – Lernzuwachs Könnner der Kategorie Instrumentengebrauch

Der durchschnittliche Wert war in OP1 $M=7,94$ ($SD_{K1}=1,06$) und in OP2 $M=8,83$ ($SD_{K2}=0,51$). Die Bewertung nahm um 0,89 Punkte zu, wohingegen die Standardabweichung in OP2 abnahm. Der Zuwachs war nicht signifikant ($p > 0,05$).

3.2.2 II. Gewebebehandlung

3.2.2.1 Reliabilität

Der α -Wert für Gewebebehandlung war 0,77. Die Item-Kategorie-Statistik wies keine Auffälligkeiten auf (siehe Anhang Tabelle 42 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Gewebebehandlung).

3.2.2.2 Konstrukt Validität

Tabelle 17 – CAT: Gesamtbewertung aufgeteilt nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könnner, OP1 & OP2 der Kategorie Gewebebehandlung

		Mittelwert (SD)		
		Experte 1	Experte 2	Experte 3
Gewebebehandlung	Gesamt	8,14 (2,18)	7,03 (2,22)	7,94 (1,37)
	Anfänger	7,75 (2,21)	6,83 (1,71)	7,71 (1,52)
	Könnner	8,92 (1,96)	8,25 (1,36)	8,42 (0,90)
	OP1	7,39 (1,85)	6,39 (1,38)	7,72 (1,45)
	OP2	8,89 (2,27)	8,22 (1,56)	8,17 (1,29)

SD = Standardabweichung

Experte 2 bewertete am strengsten mit $M=7,03$ ($SD=2,22$). Es folgte Experte 3 mit einem Mittelwert $M=7,94$ ($SD=1,37$) und Experte 1 mit durchschnittlich $M=8,14$ ($SD=2,18$) Punkten in der Kategorie Gewebebehandlung.

Tabelle 18 –CAT: Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Bewertung der Experten der Kategorie Gewebebehandlung

	Toleranz = 0	Toleranz = 1	Toleranz =2	Toleranz = 3
Gesamt	2,7	41,7	94,4	100
OP1	5,5	50	100	
OP2	0	33,3	88,9	100
Anfänger	0	45,8	95,8	100
Könnner	8,3	33,3	91,7	100

Erweiterte prozentuale Übereinstimmung: Angaben in %

Die Kategorie Gewebebehandlung wurde von den Experten zu 94.4% (Toleranz 2 Punkte) konsistent bewertet. Aufgeteilt nach Operation war eine größere Varianz

für OP2 sichtbar, bei der die Übereinstimmung 88.9% (Toleranz 2 Punkte) betrug. Zwischen den Anfängern und Könnern wurden ähnliche Werte wie beim Instrumentengebrauch dargestellt. Die Experten stimmten mehr in der Bewertung der Anfänger überein.

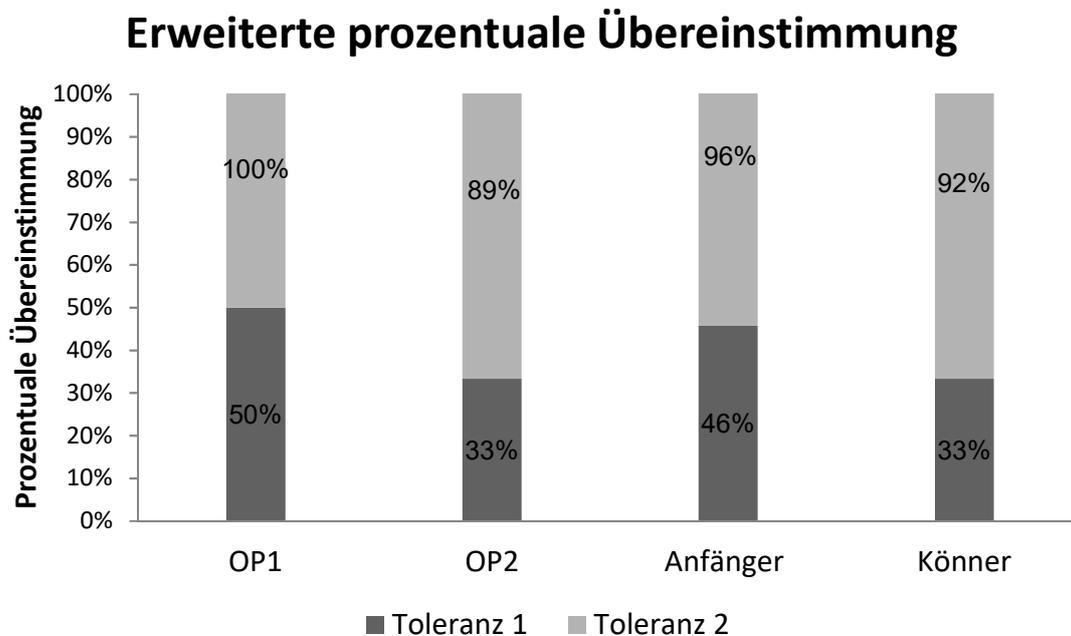


Abbildung 19 – Erweiterte Prozentuale Übereinstimmung der Experten der Kategorie Gewebebehandlung

Tabelle 19 – Finn-Koeffizient der Kategorie Gewebebehandlung für Gesamt, OP1 & OP2, Anfänger & Könnern

	Finn-Koeffizient
Gesamt	0,65
OP1	0,69
OP2	0,60
Anfänger	0,65
Könnern	0,64

Werte >0,50 sind als akzeptabel, Werte > 0,70 als gut einzuschätzen.

Der Finn-Koeffizient war 0,65 für die Kategorie Gewebebehandlung. Wie bei dem Instrumentengebrauch gab es eine größere Übereinstimmung bei OP1 (0,69) als

bei OP2 (0,60) und bei den Anfängern (0,65) und den Könnern (0,64). Er war als gut einzuschätzen.

In der Kategorie Gewebebehandlung zeigte sich eine identische Reihenfolge der Bewertungen für OP1 der Anfänger wie in der Kategorie Instrumentengebrauch. Für OP1 der Anfänger war Experte 3 (M=7,33, SD=1,56) der mildeste Bewerter, gefolgt von Experte 1 (M=7,08, SD=1,73). Experte 2 nahm die strengste Bewertung vor (M=5,75, SD=0,97). Der Unterschied war signifikant ($p < 0,05$). Der post-hoc-test nach Bonferroni zeigt, dass die Differenz signifikant zwischen Experte 2 und 3 war.

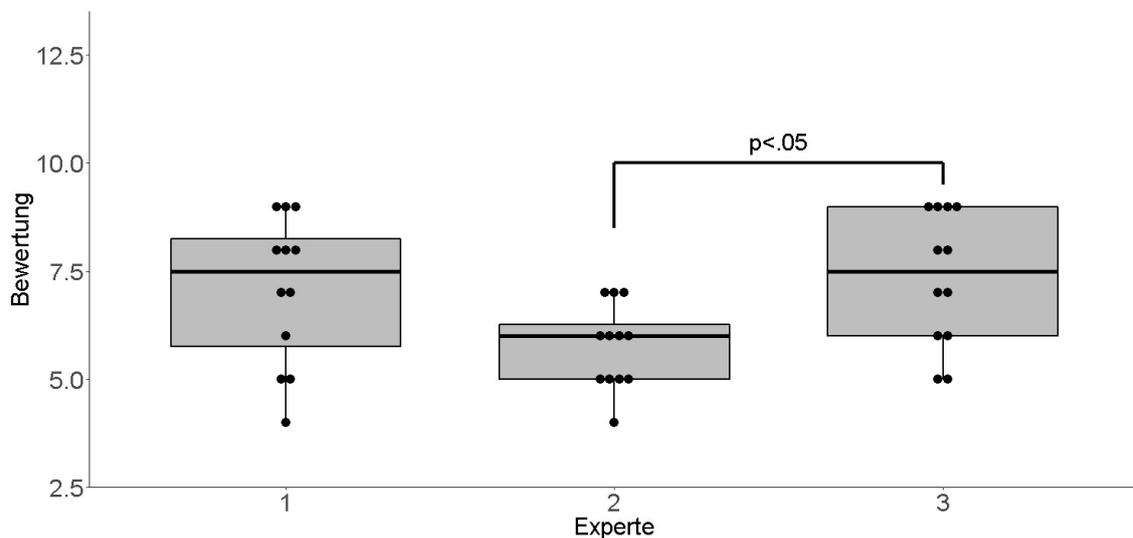


Abbildung 20 – Bewertung der Teilnehmer von Experte 1,2,3 der Kategorie Gewebebehandlung. Experte 2: 0%= 5; 25%=6; 50%=7; 75%=9; 100%=9; Signifikante Unterschiede von Experte 2 und 3

3.2.2.3 Differentielle Validität

Tabelle 20 – CAT: Gesamtergebnisse der Kategorie Gewebebehandlung

	M (SD)
Gesamt	7,80(1,33)
OP1	7,17 (1,24)
OP2	8,43 (1,13)
Anfänger	7,43 (1,35)
Könnner	8,53 (1,00)
Minimum	4,67
Maximum	10

M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Es zeigte sich ein signifikanter Unterscheid zwischen OP1 (M=7,17, SD=1,24) und OP2 (M=8,43, SD=1,13) ($p<0,005$).

Das gleiche galt auch für die beiden unterschiedlichen Expertisen. Könnner erreichten durchschnittlich M=8,53 (SD=1,00), Anfänger nur M=7,43 (SD=1,35).

Der Unterschied war signifikant ($p<0,05$).

3.2.2.4 Lernzuwachs

Bei Betrachtung der Anfänger konnte bei nicht signifikanten Shapiro-Wilk-Test eine Normalverteilung angenommen werden ($p > 0,05$).

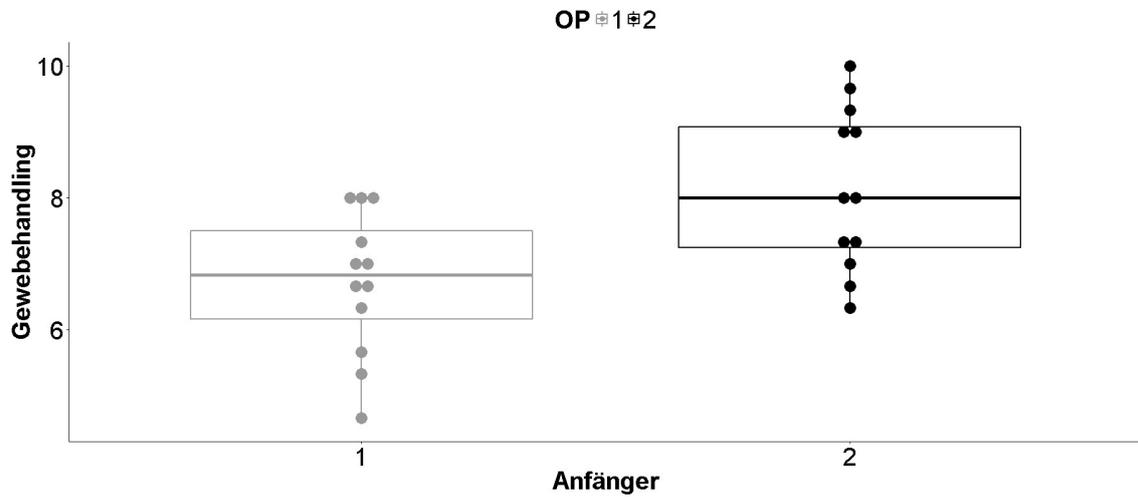


Abbildung 22 – Lernzuwachs Anfänger der Kategorie Gewebebehandlung
* = $p < 0,005$

Der Punktezuwachs bei den Anfängern betrug 1,42 Punkte von $M=6,72$ ($SD_{A1}=1,08$) zu $M=8,14$ Punkten ($SD_{A2}=1,23$). Auch die Standardabweichung nahm zu. Der Zuwachs der Anfänger war signifikant in der Kategorie Gewebebehandlung ($p < 0,005$).

Auch bei den Könnern war der Shapiro-Wilk Test nicht signifikant ($p > 0,05$).

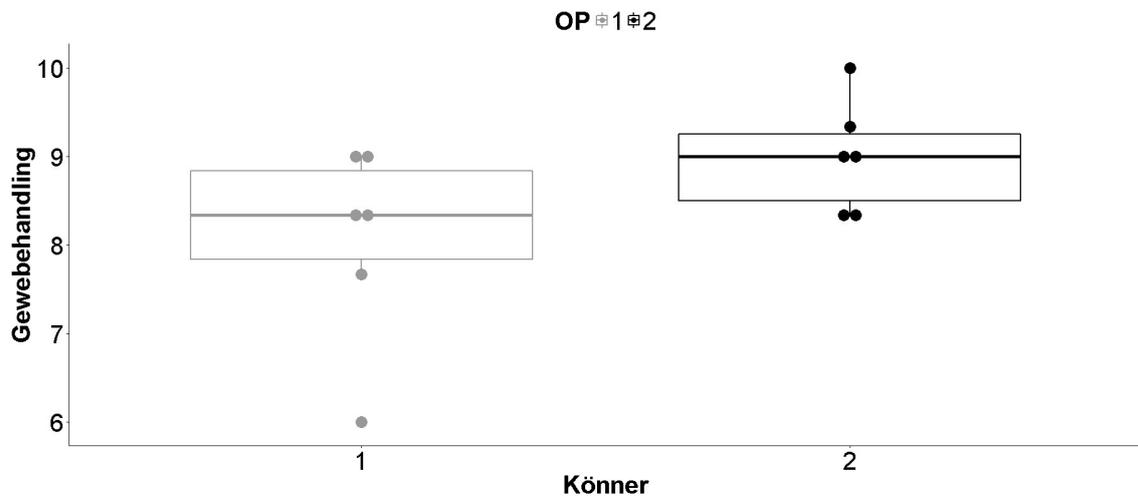


Abbildung 23 – Lernzuwachs Könnern der Kategorie Gewebebehandlung

Die Bewertung stieg von $M=8,06$ ($SD_{K1}= 1,12$) zu $M=9,00$ ($SD_{K2}=0,63$). Die Standardabweichung nahm ab. Der Zuwachs um 0,94 Punkte war nicht signifikant.

3.2.3 III. Komplikationen

3.2.3.1 Reliabilität

Der α -Wert für Komplikationen war 0,48. Die Werte der korrigierten Item-Kategorie-Korrelation waren für Q3.1=0,28 und Q3.2=0,18. Lediglich Q3.3 stabilisierte den Wert, was erkennbar wurde an $\alpha=0,08$, falls Item weggelassen. Falls das Item Q3.2 weggelassen wurde, stieg der α -Wert auf akzeptable $\alpha=0,60$.

Tabelle 21 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Komplikation

	Korrigierte Item-Kategorie-Korrelation	Cronbachs α, wenn Item weggelassen
Q3.1	0,28	0,43
Q3.2	0,18	0,60
Q3.3	0,50	0,08

Item spezifische alpha-Werte

Genauere Untersuchungen zeigten, dass der alpha-Wert auf $\alpha=0,64$ stieg, wenn Experte 3 aus der Berechnung entfernt wurde. Die Betrachtung der Item-Kategorie-Statistik singular für Experte 1 und 2 zeigte keine Auffälligkeiten. Sie ist im Anhang zu finden unter Tabelle 45 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Komplikationen für Experte 1 und 2.

Die Betrachtung der α -Werte für die Gruppen OP1, OP2, Anfänger und Könnler erfolgte zur Detektion der differentiellen Reliabilität. Hier zeigten sich für die Items niedrige α -Werte für OP2 ($\alpha=0,31$) und Könnler ($\alpha=0,08$).

Tabelle 22 –Cronbach’s alpha für OP1, OP2, Anfänger und Könnler der Kategorie Komplikationen

	OP1	OP2	Anfänger	Könnler
Cronbach’s α	0,49	0,31	0,53	0,08

Gruppen-spezifische alpha-Werte zur Analyse der differentiellen Validität

3.2.3.2 Konstrukt Validität

Tabelle 23 – CAT: Gesamtbewertung aufgeteilt nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könnner, OP1 & OP2 der Kategorie Komplikationen

		Mittelwert (SD)		
		Experte 1	Experte 2	Experte 3
Komplikationen	Gesamt	7,53 (2,08)	7,86 (1,89)	7,92 (1,34)
	Anfänger	7,38 (2,26)	7,17 (1,69)	8,00 (1,29)
	Könnner	7,83 (1,70)	9,25 (1,55)	7,75 (1,48)
	OP1	7,06 (1,73)	6,89 (1,88)	8,22 (1,31)
	OP2	8,00 (2,33)	8,83 (1,38)	7,61 (1,33)

SD= Standardabweichung

Experte 1 benotete mit M=7,53 (SD=2,08) am strengsten in der Kategorie Komplikationen. Die Unterschiede zwischen Experte 2 mit durchschnittlich M=7,86 (SD=1,89) und Experte 3, der durchschnittlich M=7,92 (SD=1,34) Punkte vergab, waren gering. Bei genauerer Betrachtung zeigten sich bei den Könnnern größere Unterschiede: Experte 2 benotete mit M=9,25 (SD=1,55) milder als Experte 3 mit M=7,75 (SD=1,48) Punkten. Experte 3 benotete die Anfänger (M=8,00, SD=1,29) besser als die Könnner (M=7,75, SD=1,48) und OP 1 (M=8,22, SD=1,31) besser als OP2 (M=7,61, SD=1,33).

Tabelle 24 – CAT: Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Bewertung der Experten der Kategorie Komplikationen

	Toleranz = 0	Toleranz = 1	Toleranz = 2	Toleranz = 3
Gesamt	0	19,4	75	100
OP1	0	22,2	88,9	100
OP2	0	16,7	61,1	100
Anfänger	0	20,8	79,2	100
Könnner	0	16,7	66,7	100

Erweiterte prozentuale Übereinstimmung :Angaben in %

Für die Kategorie Komplikationen war eine große Varianz zwischen den Experten beobachtbar. Die Übereinstimmung betrug 75% bei einer Toleranz von 2 Punkten.

Insbesondere OP2 und die Könner wurden bei einer Toleranz von 2 Punkten in nur 61,1% und 66,7% übereinstimmend bewertet.

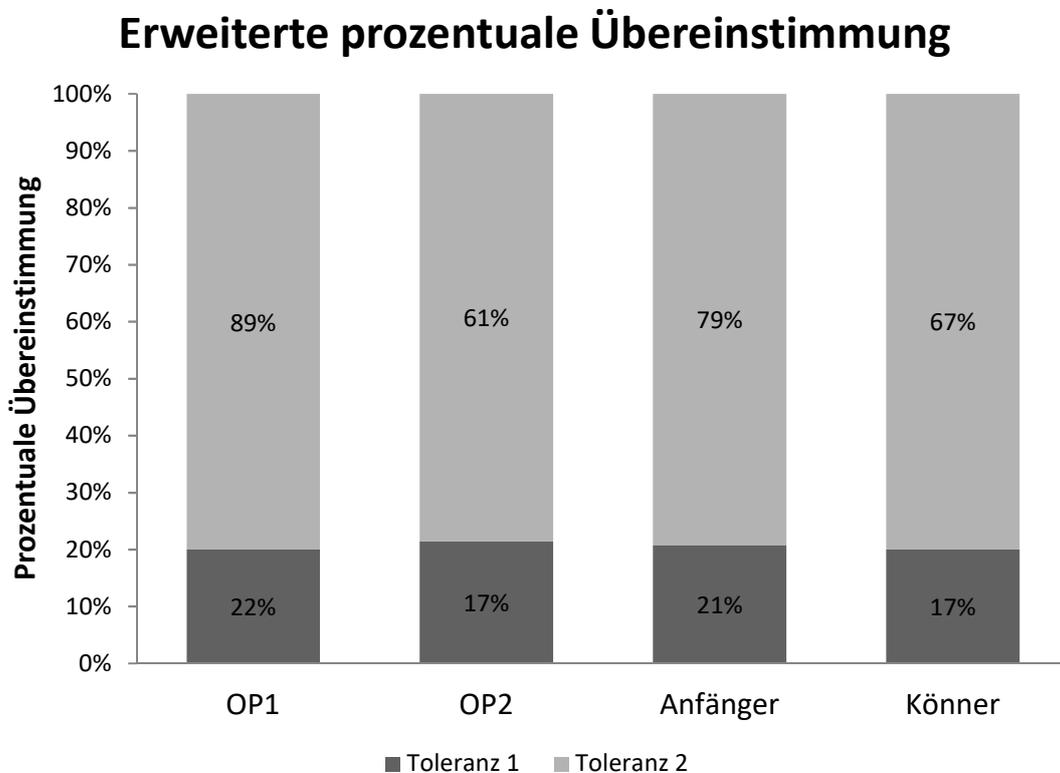


Abbildung 24 – Erweiterte Prozentuale Übereinstimmung der Experten der Kategorie Komplikationen

Tabelle 25 – Finn-Koeffizient der Kategorie Komplikationen für Gesamt, OP1 & OP2, Anfänger & Könner

	Finn-Koeffizient
Gesamt	0,52
OP1	0,60
OP2	0,44
Anfänger	0,55
Könner	0,46

Werte > 0,50 sind als akzeptabel, > 0,70 als gut einzuschätzen.

Der Finn-Koeffizient war 0,52 für die Kategorie Komplikationen. Wie in der Kategorie Instrumentengebrauch gab es eine größere Übereinstimmung bei OP1 (Finn-Koeffizient=0,60) als bei OP2 (0,44) und bei den Anfängern (0,55) und den

Könnern (0,46). Der Finn-Koeffizient war größtenteils als akzeptabel einzuschätzen.

In OP1 für die Anfänger vergab Experte 2 $M=5,83$, ($SD=1,27$). Es folgte Experte 1 ($M=6,75$, $SD=1,87$) und Experte 3 ($M=8,17$, $SD=1,53$). Die unterschiedliche Bewertung war signifikant ($p<0,005$).

Die post-hoc Testung nach Bonferroni zeigte, dass die Bewertung zwischen Experte 2 und 3 für die Skala Komplikationen signifikant unterschiedlich war. Für das Item Q3.2 konnten außerdem signifikante Unterschiede von Experte 2 ($M=2,64$, $SD=0,68$) und Experte 1 ($M=2,19$, $SD=0,89$) gefunden werden ($p<0,001$).

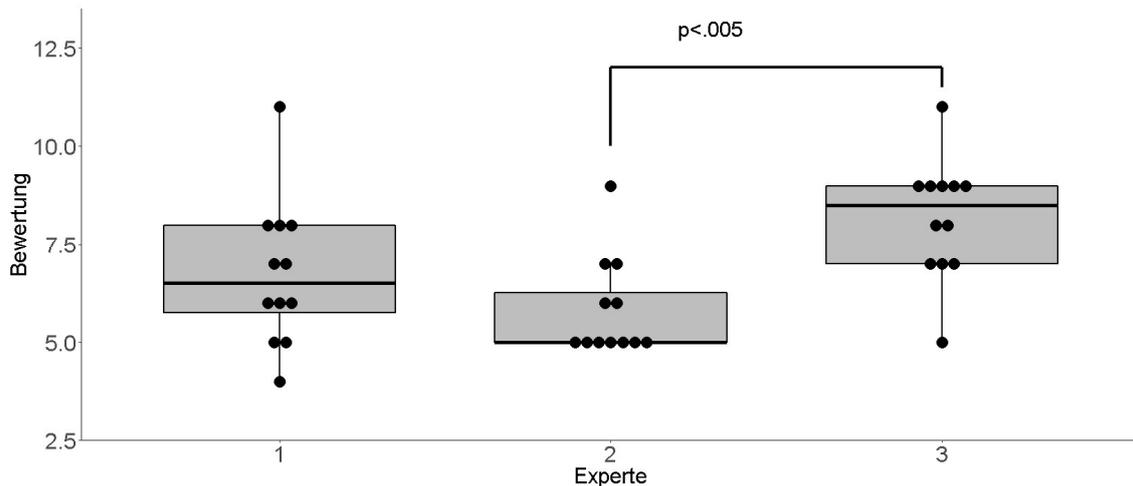


Abbildung 25 – Teilnehmerbewertung der Experten der Kategorie Komplikationen, Experte 2: 0%=5; 25%=5; 50%=5; 75%=6.25; 100%=9; Signifikante Unterschiede von Experte 2 und 3

3.2.3.3 Differentielle Validität

Tabelle 26 – CAT: Gesamtergebnisse der Kategorie Komplikationen

	M (SD)
Gesamt	7,77(1,06)
OP1	7,39 (1,07)
OP2	8,15 (0,93)
Anfänger	7,51 (1,09)
Könnner	8,28 (0,80)
Minimum	5,33
Maximum	10

M = Mittelwert, SD= Standardabweichung

Signifikante Unterschiede zeigten sich im Gruppenvergleich. Während die Teilnehmer in OP1 M=7,39 (SD=1,07) erreichten, bekamen sie M=8,15 Punkte (SD=0,93) in OP2 ($p<0,05$).

Auch die Anfänger (M=7,51, SD=1,09) und die Könnner (M=8,28, SD=0,80) zeigten signifikante Unterschiede ($p<0,05$).

3.2.3.4 Lernzuwachs

Bei den Anfängern zeigte sich im Shapiro-Wilk Test keine Signifikanz ($p > 0,05$).

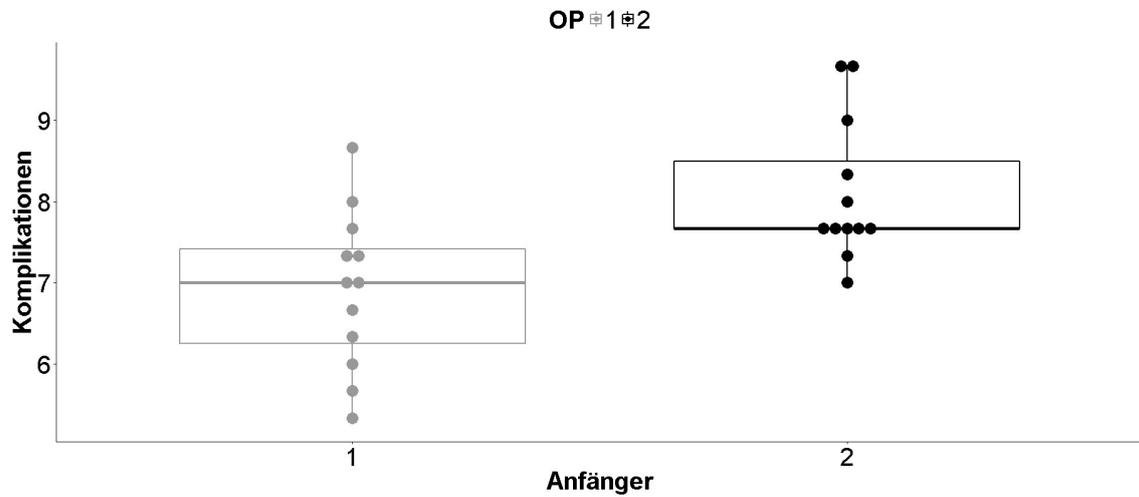


Abbildung 26 – Lernzuwachs Anfänger der Kategorie Komplikationen ; $*=p < 0,005$

In der ersten Operation erreichten die Teilnehmer $M=6,92$ ($SD_{A1}=0,98$) und in der zweiten Operation $M=8,11$ ($SD_{A2}=0,88$) Punkte. Die Standardabweichungen blieben nahezu konstant. Der Punktezuwachs von 1,19 Punkten war signifikant ($p < 0,005$).

Die Könner waren normalverteilt. Der Shapiro-Wilk Test war nicht signifikant ($p > 0,05$).

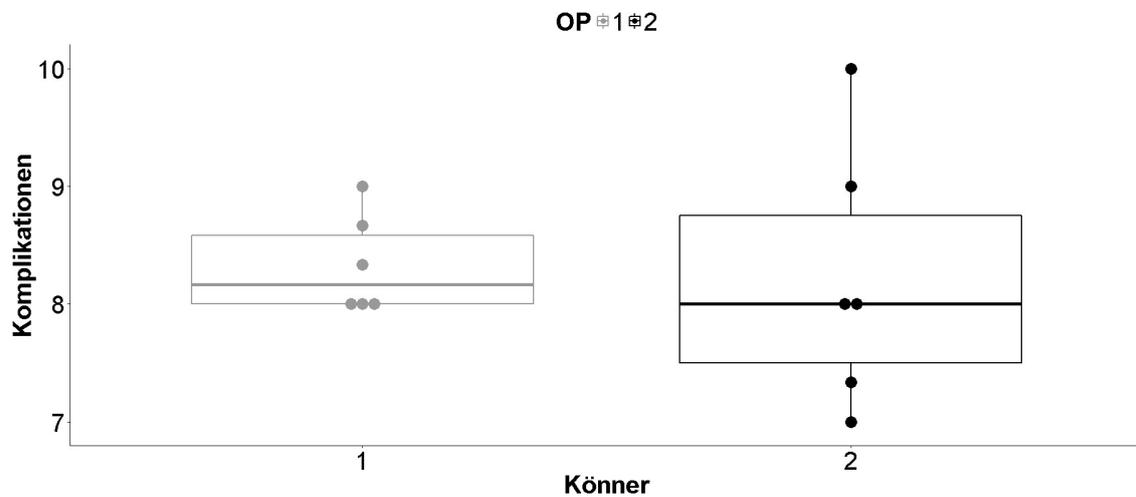


Abbildung 27 – Lernzuwachs Könner der Kategorie Komplikationen

In OP1 wurden durchschnittlich $M=8.33$ ($SD_{K1}=0,42$) und in OP2 $M=8,22$ ($SD_{K2}=1,11$) Punkte erreicht. Die Standardabweichung nahm zu. Der Abfall der Punktzahl war nicht signifikant.

3.2.4 IV. Endprodukt

3.2.4.1 Reliabilität

Der α -Wert für das Endprodukt war 0,74. Die Item-Kategorie-Statistiken zeigten keine Auffälligkeiten (siehe Anhang Tabelle 47 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Endprodukt).

3.2.4.2 Konstrukt Validität

Tabelle 27 – CAT: Gesamtbewertung aufgeteilt nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könnner, OP1 & OP2 der Kategorie Endprodukt

		Mittelwert (SD)		
		Experte 1	Experte 2	Experte 3
Endprodukt	Gesamt	8,36 (1,85)	8,00 (1,79)	8,86 (1,40)
	Anfänger	8,04 (1,81)	7,33 (1,63)	8,79 (1,18)
	Könnner	9,00 (1,86)	9,33 (1,30)	9,00 (1,81)
	OP1	7,78 (1,63)	7,17 (1,79)	9,11 (1,18)
	OP2	8,94 (1,92)	8,83 (1,38)	8,61 (1,58)

SD = Standardabweichung

Die Experten benoteten in der Kategorie Endprodukt in der Reihenfolge von streng zu mild: Experte 2 (M=8,00, SD=1,79), Experte 1 (M=8,36, SD=1,85) und Experte 3 (M=8,86, SD=1,40). Experte 3 benotete OP1 besser mit M=9,11 (SD=1,18) als OP2 mit durchschnittlich M=8,61 (SD=1,58) Punkten.

Tabelle 28 – CAT: Erweiterte prozentuale Übereinstimmung der Bewertung der Experten der Kategorie Endprodukt

	Toleranz = 0	Toleranz = 1	Toleranz = 2	Toleranz = 3
Gesamt	2,8	47,2	77,8	100
OP1	5,6	44,4	77,8	100
OP2	0	50	77,8	100
Anfänger	4,2	45,8	79,2	100
Könnner	0	50	75	100

Erweiterte prozentuale Übereinstimmung: Angaben in %

Die Übereinstimmung der Bewerter betrug insgesamt 77,8% (Toleranz 2 Punkte) und unterschied sich kaum in den Gruppen.

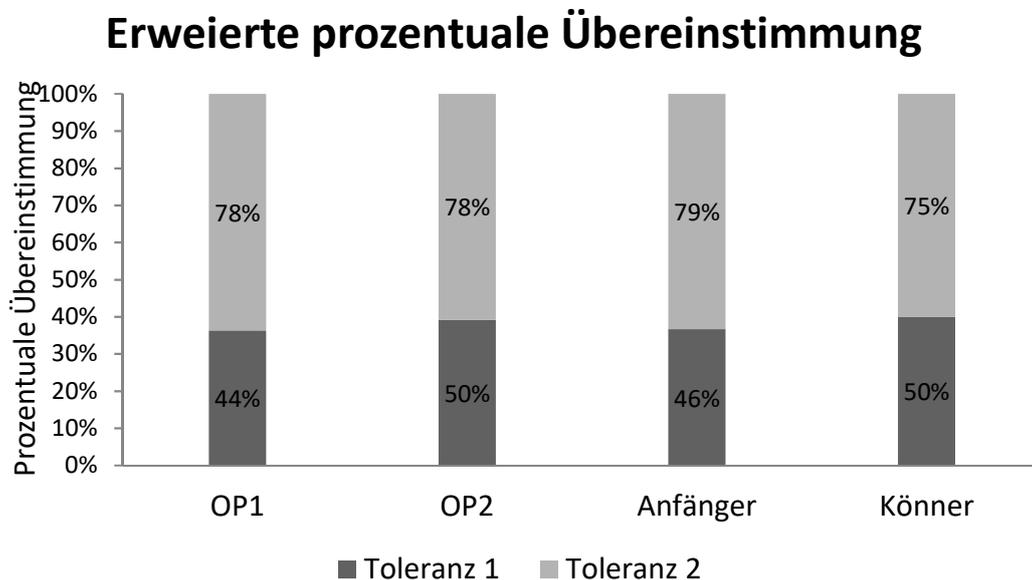


Abbildung 28 – Erweiterte Prozentuale Übereinstimmung der Kategorie Endprodukt

Der Finn-Koeffizient betrug 0,64 für die gesamte Kategorie, 0,62 für OP1, 0,66 für OP2, 0,64 für die Anfänger und 0,66 für Können.

Tabelle 29 – Finn-Koeffizient der Kategorie Endprodukt für Gesamt, OP1 & OP2, Anfänger & Können

	Finn-Koeffizient
Gesamt	0,64
OP1	0,62
OP2	0,66
Anfänger	0,64
Können	0,66

Werte > 0,50 sind als akzeptabel, > 0,70 als gut einzuschätzen.

Die Experten bewerteten in der Kategorie Endprodukt analog zu den vorherigen Kategorien. Experte 2 nahm in OP1 für die Anfänger die strengste Wertung vor (M=6,42, SD=1,68), gefolgt von Experte 1 (M=7,00, SD=1,21) und zuletzt Experte 3 (M=8,83, SD=1,12). Die Bewertung war signifikant unterschiedlich ($p < 0,001$).

Die Differenz war nach dem post-hoc-Test (Bonferroni) sowohl zwischen Experte 1 und Experte 3 ($p < 0,05$) als auch Experte 2 und Experte 3 signifikant ($p < 0,005$).

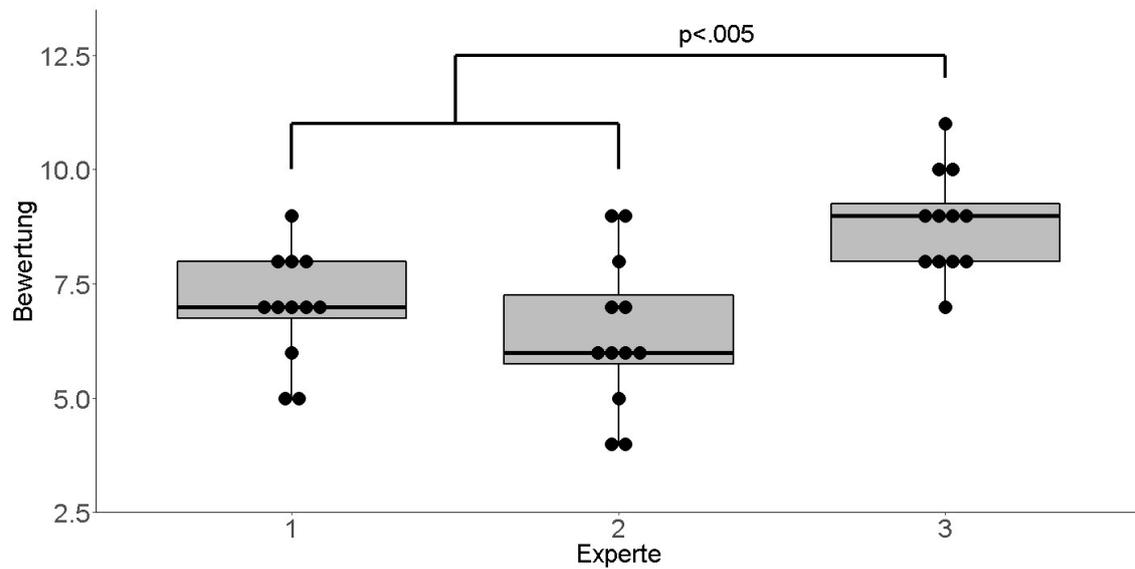


Abbildung 29 – Teilnehmerbewertung der Experten 1,2,3 der Kategorie Endprodukt im Vergleich; Signifikante Unterschiede von Experte 1 & 3 und Experte 2 & 3

3.2.4.3 Differentielle Validität

Tabelle 30 – CAT: Gesamtergebnisse der Kategorie Endprodukt

	M (SD)
Gesamt	8,41(1,25)
OP1	7,39 (1,07)
OP2	8,15 (0,93)
Anfänger	7,51 (1,09)
Können	8,28 (0,80)
Minimum	6,33
Maximum	11,67

M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Die OP1 wurde mit $M=7,39$ ($SD=1,07$) signifikant schlechter bewertet als OP2 mit $M=8,15$ ($SD=0,93$), ($p<0,05$).

Anfänger wurden signifikant niedriger ($M=7,51$, $SD=1,09$) bewertet als Können ($M=8,28$, $SD=0,80$), ($p<0,05$).

3.2.4.4 Lernzuwachs

Für die Anfänger zeigte sich im Shapiro-Wilk Test keine Signifikanz ($p > 0,05$).

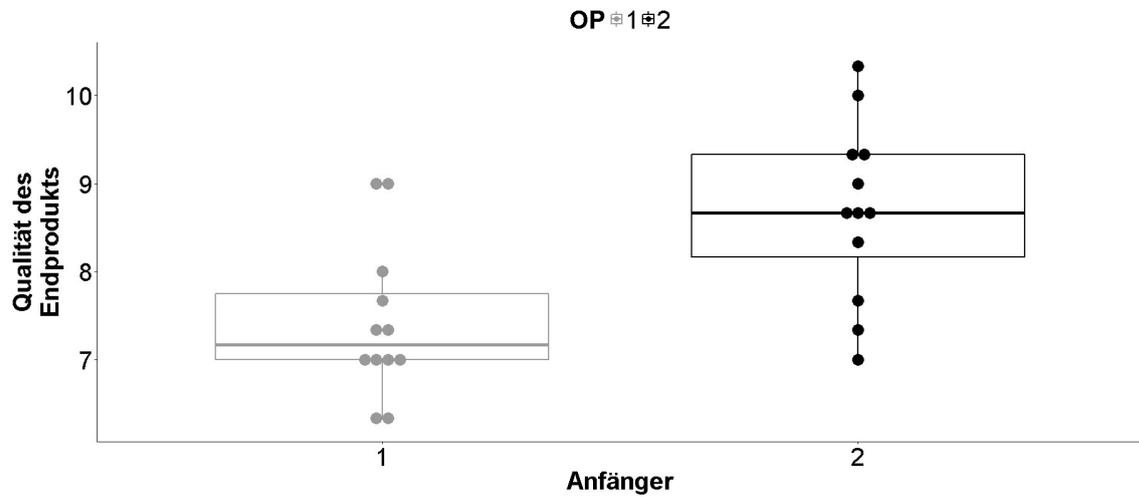


Abbildung 30 – Lernzuwachs Anfänger der Kategorie Endprodukt; $*=p < 0,0001$

Die Punktzahl nahm in der Kategorie Endprodukt der Anfänger von OP1 mit $M=7,42$ ($SD_{A1}=0,88$) zu $M=8,69$ ($SD_{A2}=1,01$) um 1,28 Punkte zu. Dies war signifikant ($p < 0,0001$).

Die Könner zeigten im Shapiro-Wilk Normalverteilungstest keine Signifikanz ($p > 0,05$).

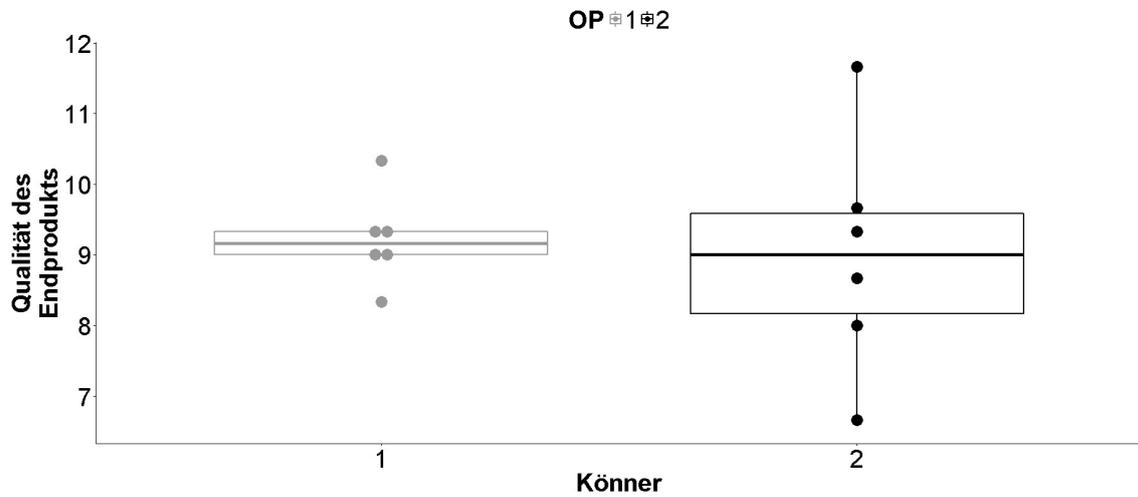


Abbildung 31 – Lernzuwachs Könner der Kategorie Endprodukt

Die Punkte nahmen von OP1 mit $M=9,22$ ($SD_{K1}= 0,66$) zu OP2 mit $M=9,00$ ($SD_{K2}=1,69$) ab. Die Standardabweichung nahm um 1,03 Punkte zu. Der Punkteabfall bei der Bewertung war nicht signifikant.

3.2.5 Zusammenfassung der Auswertung des CAT-Fragebogens

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der gesamten CAT-Auswertung findet sich im Anhang unter Tabelle 37 – CAT: Gesamte Ergebnisse.

3.2.5.1 Reliabilität

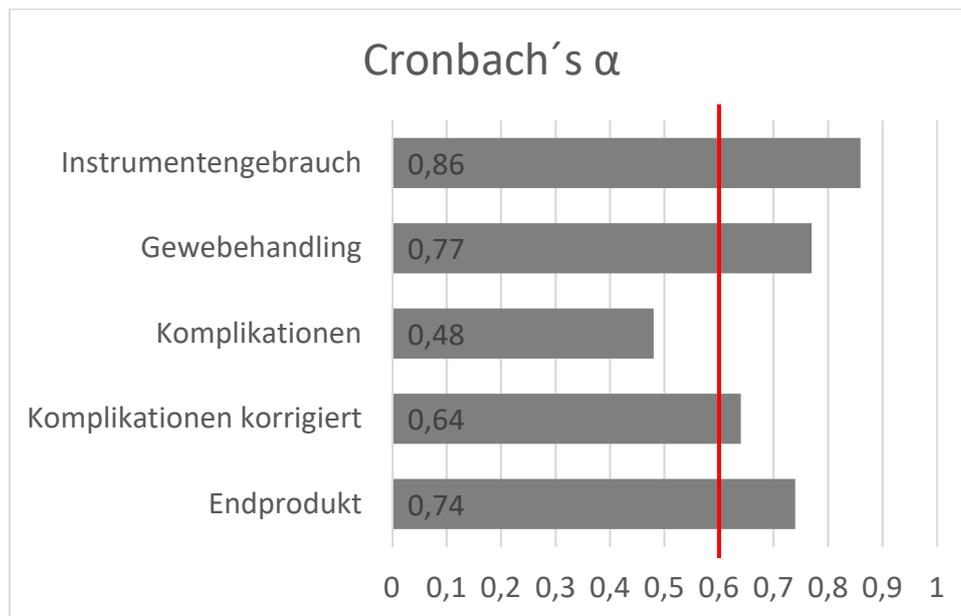


Abbildung 32 – Cronbachs alpha für alle Kategorien; roter Balken kennzeichnet Werte > 0,60 (=akzeptabel), Komplikationen korrigiert entspricht α Wert singular für Experte 1 & 2

Für alle Kategorien außer Komplikationen war der α -Wert gut.

Falls in der Kategorie Komplikationen nur für die Experten 1 & 2 der alpha-Wert (0,64) betrachtet wurde, zeigte sich dieser in einem akzeptablen Bereich.

3.2.5.2 Konstrukt Validität

Die Darstellung aller Werte der CAT-Ergebnisse nach Experten aufgeschlüsselt ist im Anhang angeführt (Tabelle 38 – CAT: Gesamtbewertung stratifiziert nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könnern, OP1 & OP2 aller Kategorien)

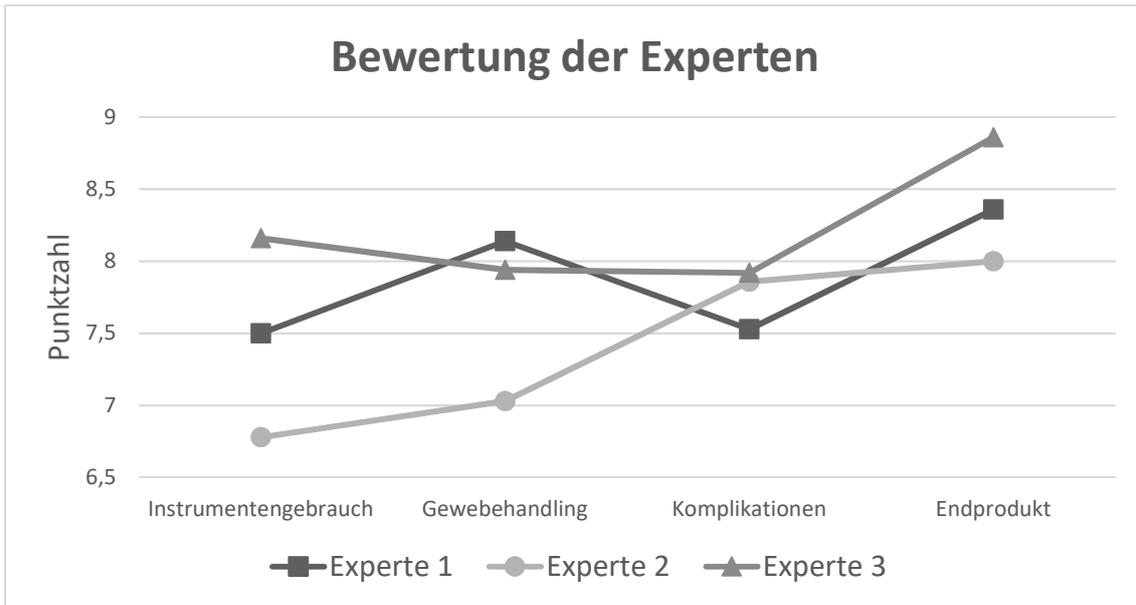


Abbildung 33 – Bewertung der Experten

Experte 2 war am strengsten und vergab die geringste Punktzahl. Experte 3 bewertete am mildesten. Ausnahme hiervon war die Kategorie Komplikationen.

Die Untersuchungen der Bewertungen der Experten zeigten, dass die Interrater-Reliabilität gemessen mit der erweiterten prozentualen Übereinstimmung für alle Kategorien gut war. Lediglich die Kategorie Komplikationen zeigte eine geringere prozentuale Übereinstimmung.

Der Finn-Koeffizient als Maß für die Übereinstimmung der Bewertungen war für Instrumentengebrauch, Gewebebehandlung und Endprodukt akzeptabel bis gut. Eine Ausnahme hiervon war die Kategorie Komplikationen in den Gruppen der Könner und OP2. Hier waren die Werte kleiner als 0,50.

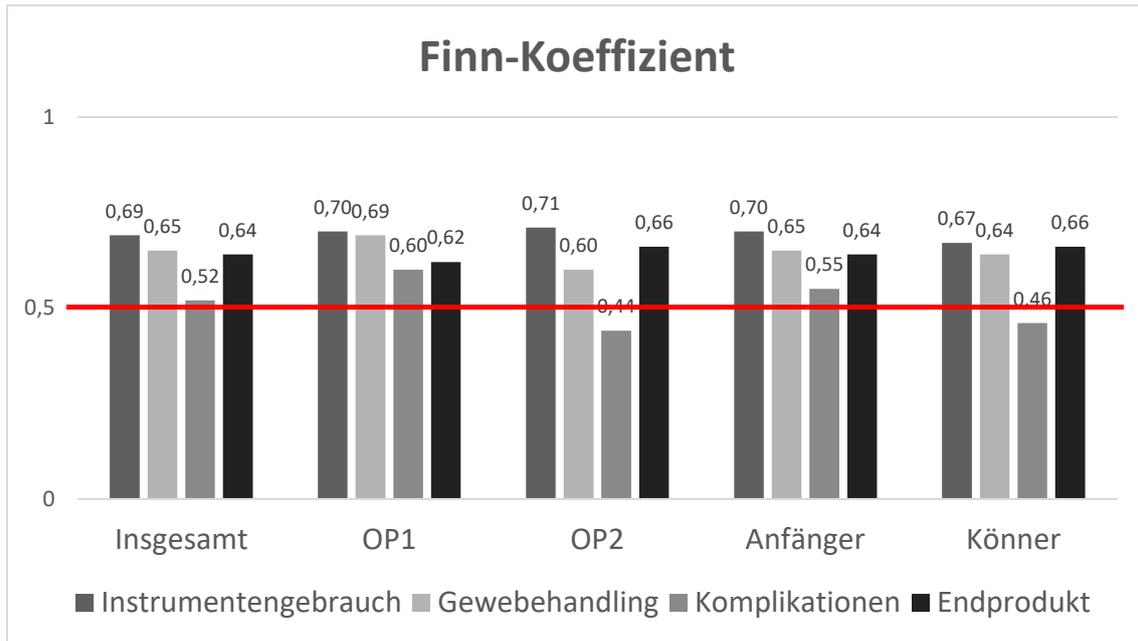


Abbildung 34 – Finn-Koeffizient alle Kategorien insgesamt, für OP1 & OP2 und für Anfänger & Könnner;
roter Balken kennzeichnet Werte >0.50 (akzeptabel)

Die Experten 2 und 3 bewerteten die Anfänger in OP1 in allen Kategorien signifikant unterschiedlich. In der Kategorie Instrumentengebrauch und Endprodukt gab es für dieselben Variablen zudem einen signifikanten Unterschied zwischen Experte 1 und Experte 3. Einzig und allein bei Item Q 3.2 (Kategorie Komplikationen) gab es einen signifikanten Unterschied zwischen Experte 1 und Experte 2.

3.2.5.3 Differentielle Validität

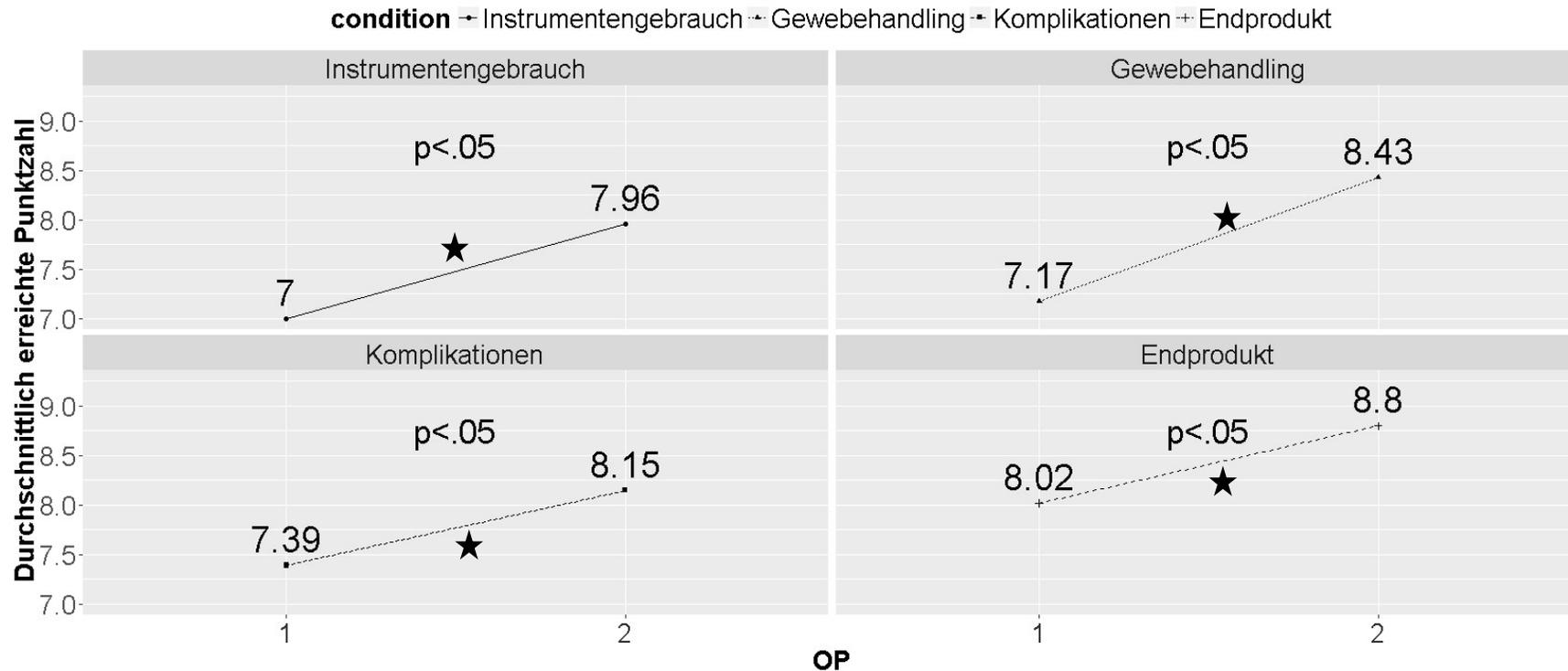


Abbildung 35 – Zusammenfassung : Differentielle Validität für OP1 & OP2

Für alle Kategorien sind Mittelwerte des CAT von OP1 zu OP2 sowie die Signifikanzniveaus der Mittelwertunterschiede dargestellt; *=p < 0,05

Signifikante Unterschiede konnten in allen Kategorien zwischen OP1 und OP2 gefunden werden, wenn die durchschnittlichen Werte des CAT zur Berechnung des Lernzuwachses herangezogen wurden.

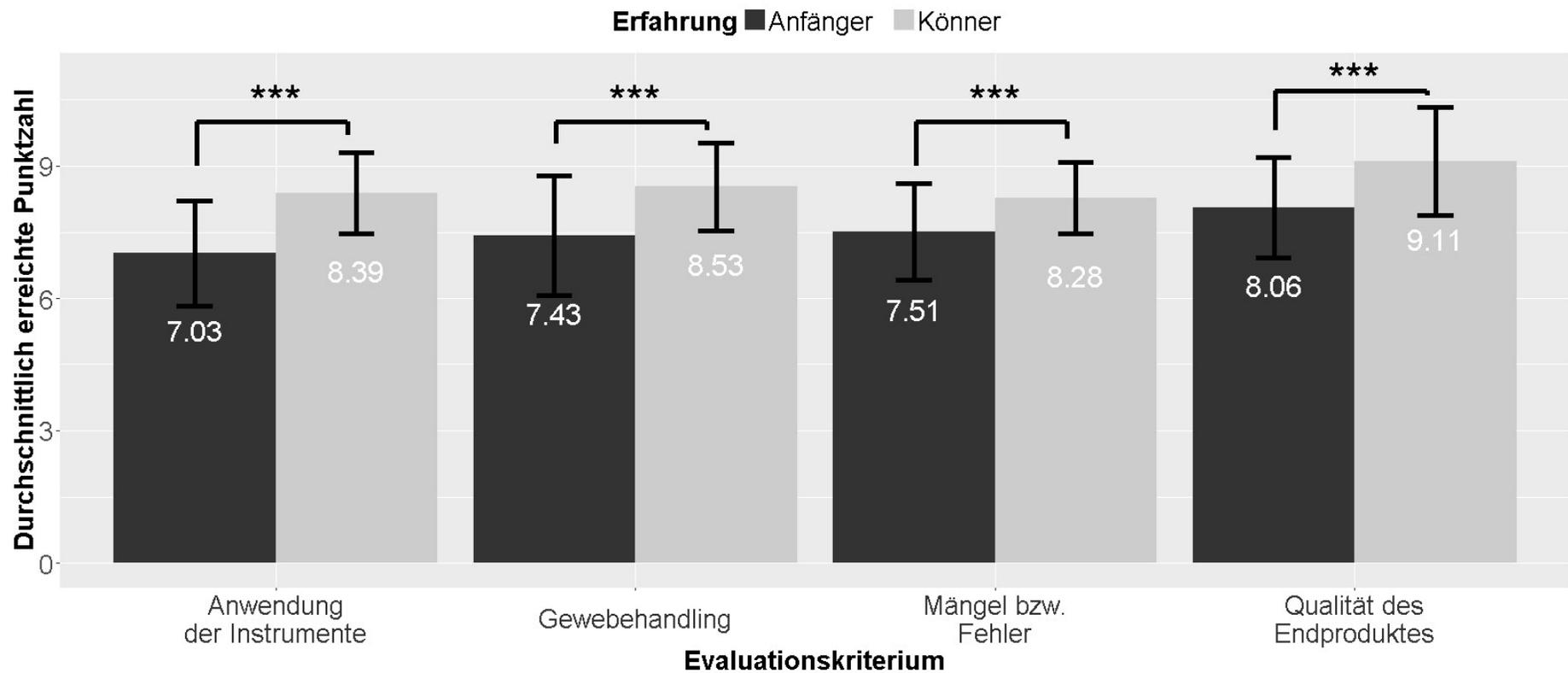


Abbildung 36 – Zusammenfassung Ergebnisse CAT in Kategorien für Anfänger & Köner;; $p < .005 = ***$

Hoch signifikante Unterschiede zeigten sich in allen Kategorien auch zwischen Anfänger und Könnern. Die Anfänger zeigten bis auf die Kategorie Endprodukt eine größere Standardabweichung.

3.2.5.4 Lernzuwachs

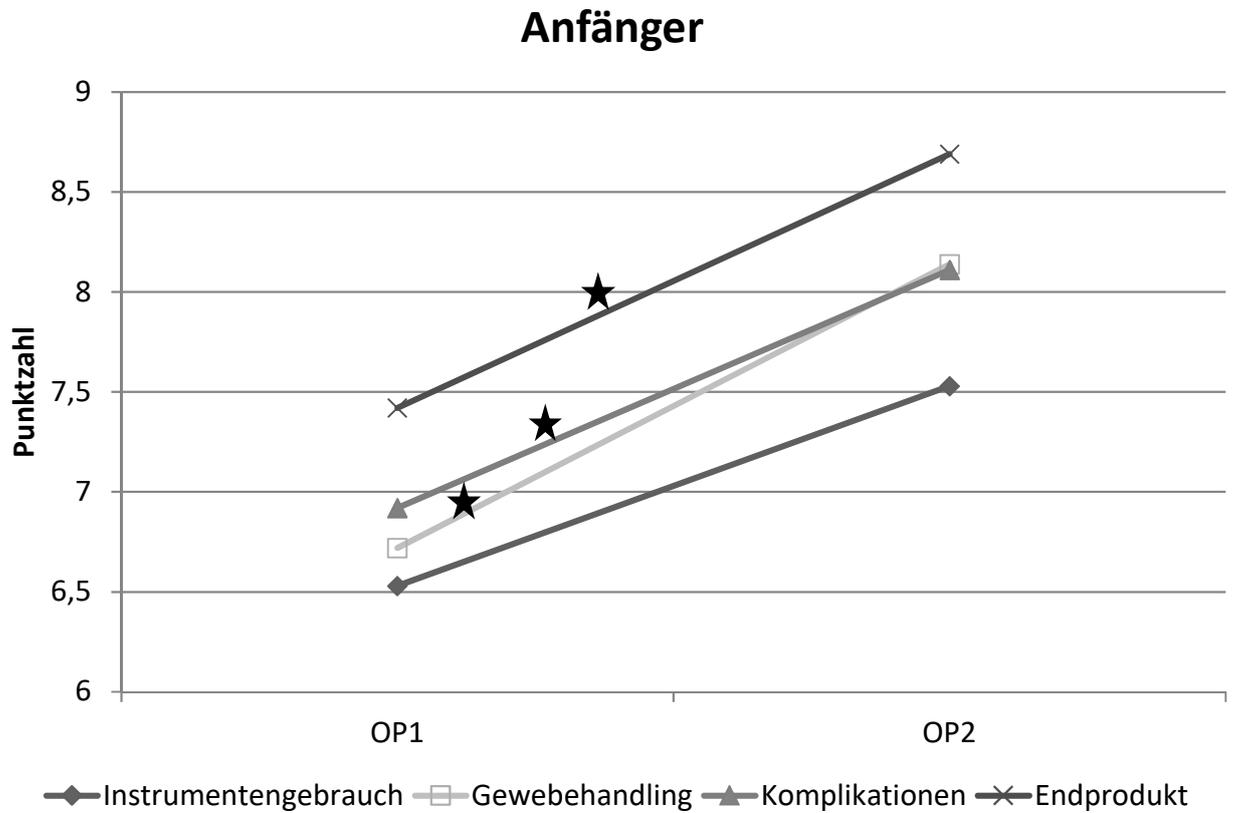


Abbildung 37 – Lernzuwachs Anfänger, alle Kategorien; * = $p < .05$

Wenn die Teilnehmer nach dem Grad ihres Könnens eingeteilt wurden, war der Lernzuwachs größer für die Gruppe der Anfänger.

In der Kategorie Gewebebehandlung, Komplikationen und Endprodukt war der Punktezuwachs der Anfänger von OP1 zu OP2 signifikant.

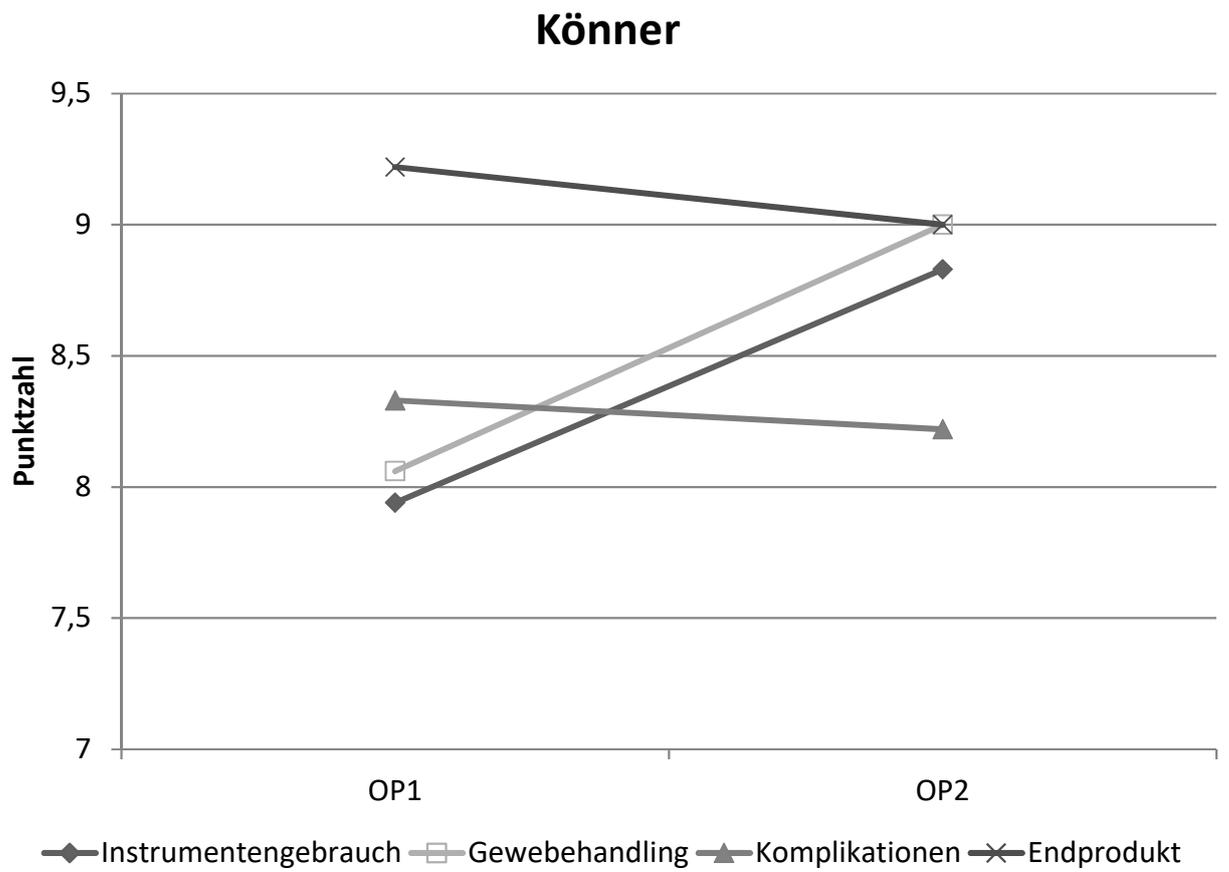


Abbildung 38 – Lernzuwachs Köner für alle Kategorien

Bei den Könern war der Unterschied der Punktzahl in OP1 und OP2 in keiner Kategorie signifikant.

3.3 Ergebnisse der Autopsie-Daten

3.3.1 Ästhetik

Die Ästhetik wurde nach 1 = Sehr schön, 2 = Ausreichend und 3 = Nicht schön bewertet. In Abbildung 39 sind 3 Beispiele dargestellt.

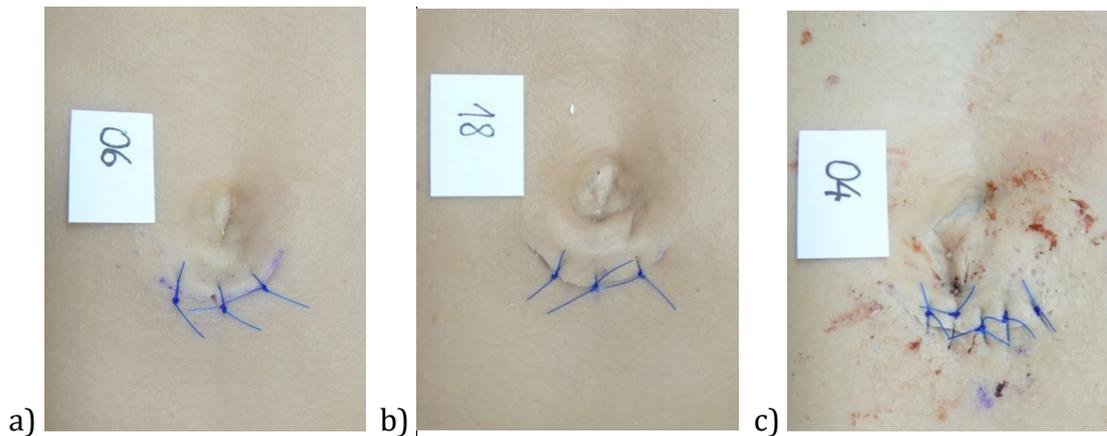


Abbildung 39 – Ästhetik: a) Sehr schön; b) Ausreichend; c) Nicht schön

Insgesamt wurden 42% der Autopsien als nicht schön, 33% als ausreichend und 25% als sehr schön bewertet.

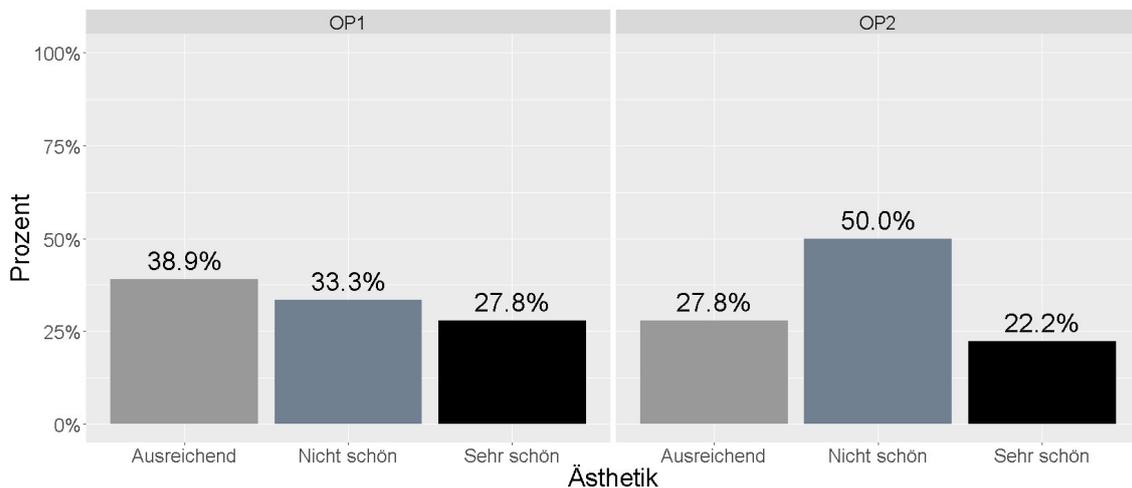


Abbildung 40 – Ästhetik: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2;
Skala: 1 = Sehr schön, 2 = Ausreichend und 3 = Nicht schön

Die Hälfte der Modelle in der zweiten Operation wurde mit nicht schön bewertet.

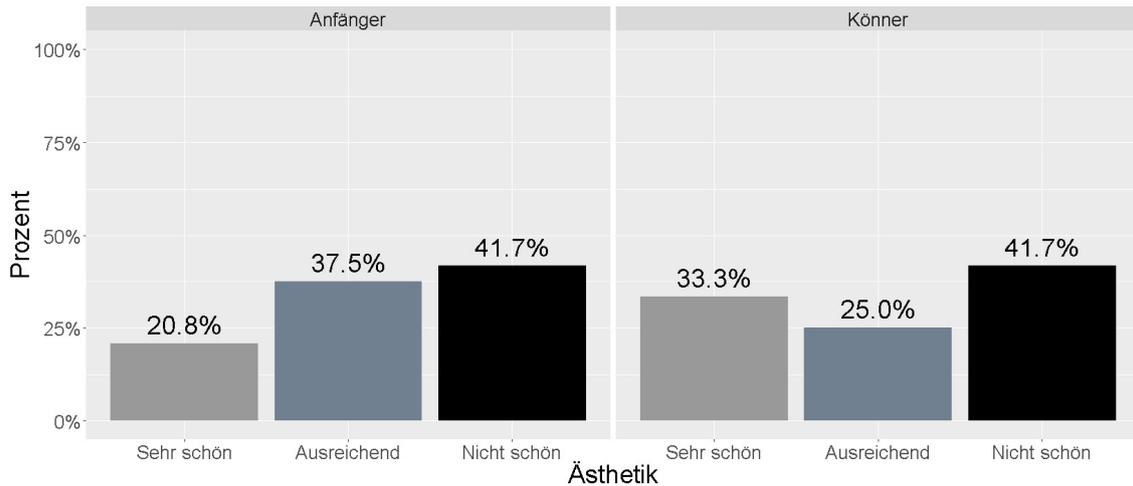


Abbildung 41 – Ästhetik: Prozentuale Anteile für Anfänger % Köner;
Skala: 1 = Sehr schön, 2 = Ausreichend und 3 = Nicht schön

Die Verteilung der Bewertung für das Kriterium Ästhetik war bei den Anfängern und Könern ähnlich. Bei den Könern wurden prozentual mehr Modelle als sehr schön bewertet.

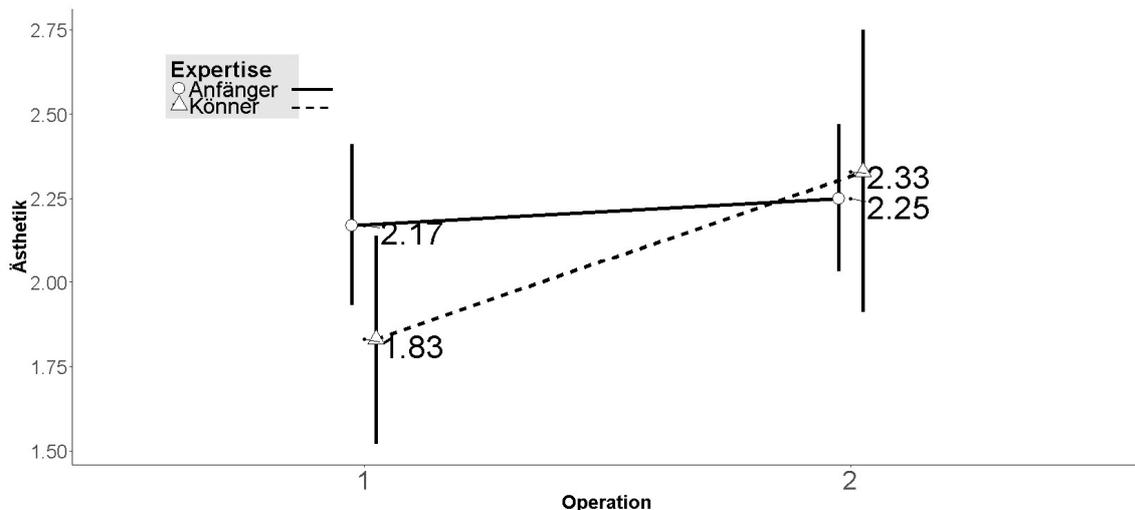


Abbildung 42 – Ästhetik: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise;
Anfänger durchgezogene Linie; Köner gestrichelte Linie

Die Köner erreichten in OP1 bessere Ergebnisse als die Anfänger ($M_{K1}=1,83$; $M_{A1}=2,17$). Die Bewertung der Ästhetik war in OP2 bei den Könern schlechter. Die Ästhetik des Modells blieb bei den Anfängern nahezu gleich ($M_{A2}=2,25$). Die Verschlechterung der Ästhetik von OP1 zu OP2 für das Kriterium Ästhetik war weder für die Anfänger noch die Köner signifikant.

3.3.2 Hautnaht

Die Hautnaht wurde mit 1 = Tadellose Hautnaht, 2 = Asymmetrie der Nähte, 3 = Lockere Nähte und 4 = Fehlende Nähte bewertet. In Abbildung 43 werden Beispiele für die Bewertungen dargestellt.

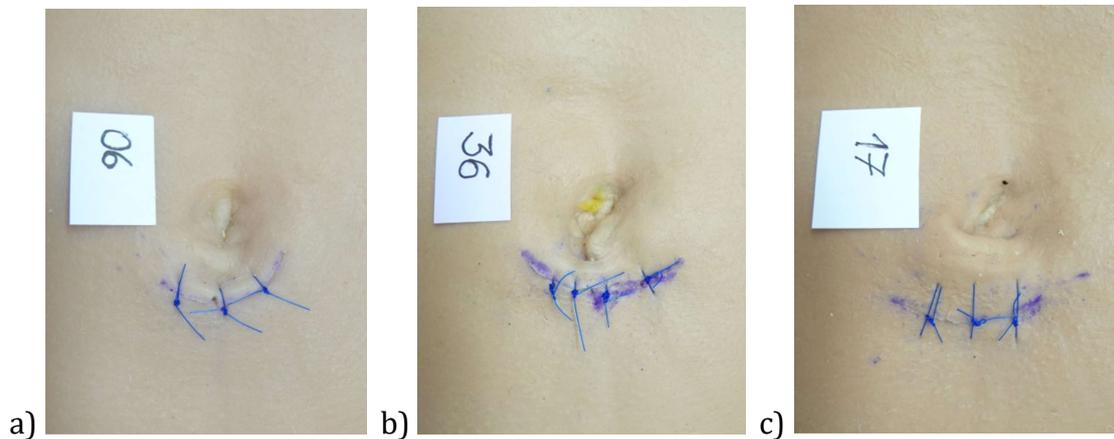


Abbildung 43 – Hautnähte: a) Tadellose Hautnaht; b) Asymmetrie der Nähte; c) Lockere Nähte; d) Fehlende Nähte

Die Hautnaht hatten 25% der Teilnehmer tadellos durchgeführt, bei 64% war die Naht asymmetrisch und bei 11% locker.

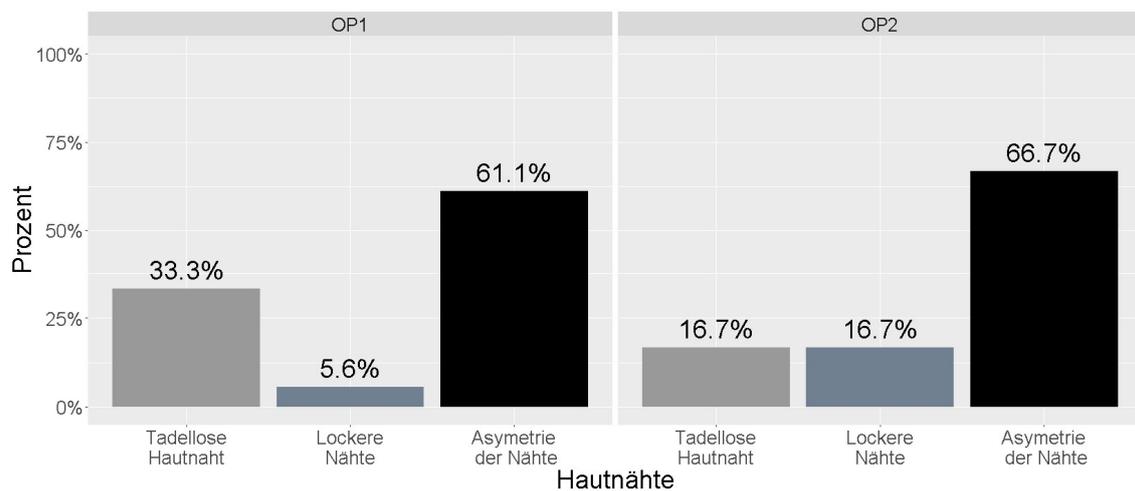


Abbildung 44 – Hautnaht: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2;
Skala: 1 = Tadellose Hautnaht, 2 = Asymmetrie der Nähte, 3 = Lockere Nähte und 4 = Fehlende Nähte

Die Leistung in Bezug auf die Hautnaht hatte von OP1 zu OP2 leicht abgenommen. Die Hautnähte wurden in mehr als 66,7% als asymmetrisch bewertet.

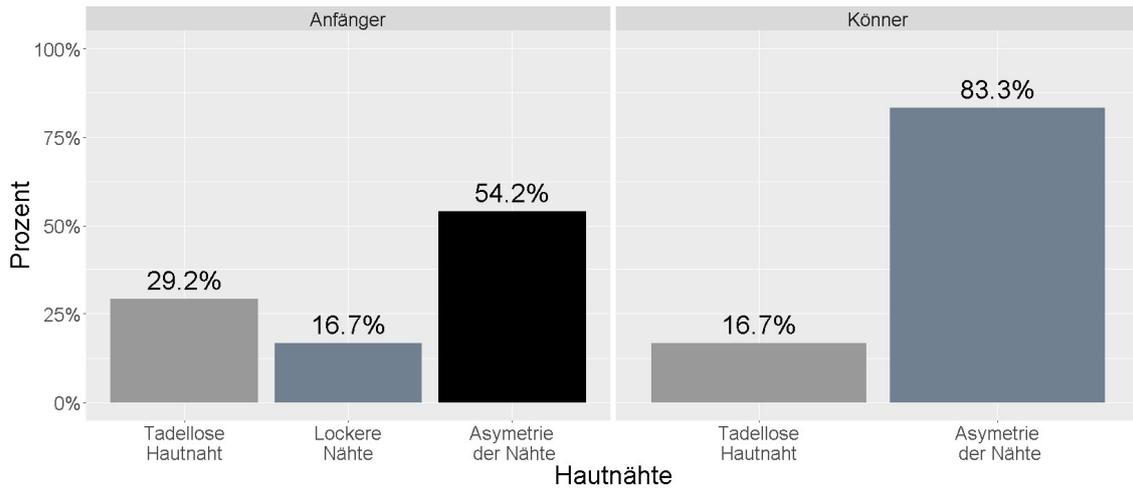


Abbildung 45 – Hautnaht: Prozentuale Anteile für Anfänger & Köner;
Skala: 1 = Tadellose Hautnaht, 2 = Asymmetrie der Nähte, 3 = Lockere Nähte und 4 = Fehlende Nähte

Die Köner hatten größtenteils (83,3%) eine asymmetrische, aber keine lockere Hautnaht durchgeführt.

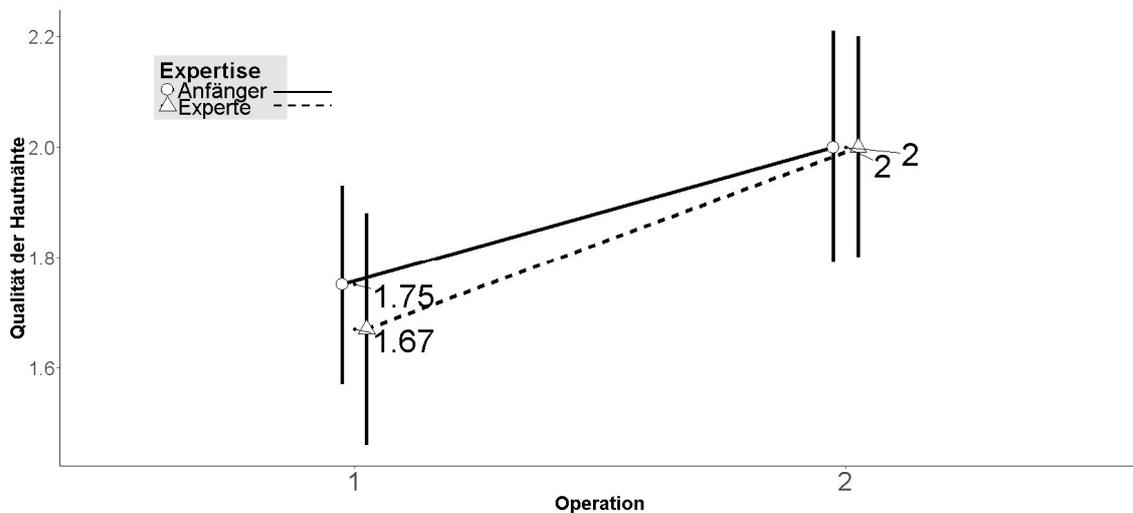


Abbildung 46 – Hautnaht: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise;
Anfänger: durchgezogene Linie; Köner: gestrichelte Linie

Sowohl die Köner ($M_{K1}=1,67$; $M_{K2}=2,00$) als auch die Anfänger ($M_{A1}=1,75$; $M_{A2}=2,00$) wurden in OP2 etwas schlechter bewertet als in OP1.

Die Verschlechterung von OP1 zu OP2 war weder für Köner noch Anfänger signifikant.

3.3.3 Netzlage

Bei der Netzlage wurde zwischen 1 = Plan und zentriert, 2 = Gefaltet und zentriert und 3 = Nicht zentriert unterschieden, wie in der folgenden Abbildung ersichtlich wird.

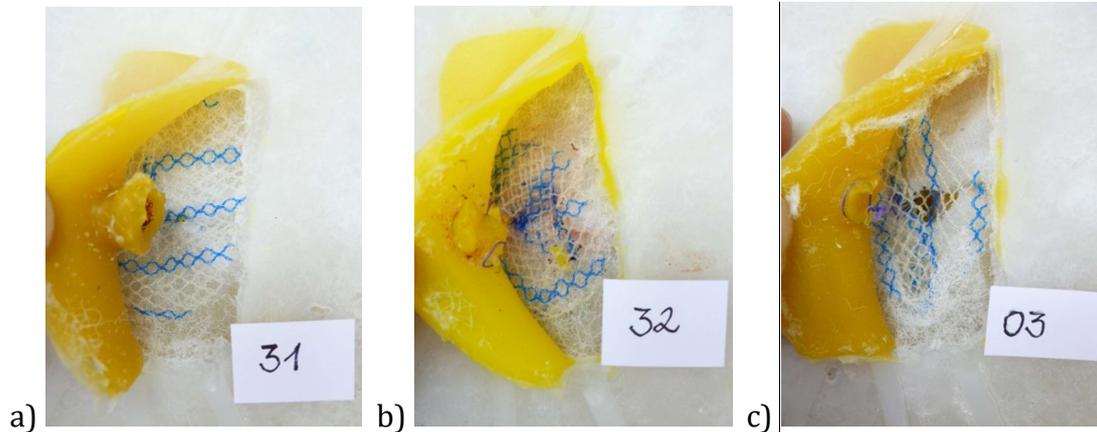


Abbildung 47 – Netzlage: a) Plan und zentriert; b) Gefaltet und zentriert; c) Nicht-zentriert

Bei den Autopsien hatten 25% der Modelle eine plane und zentrierte, 56% eine gefaltete und zentrierte und 19% eine nicht zentrierte Netzlage.

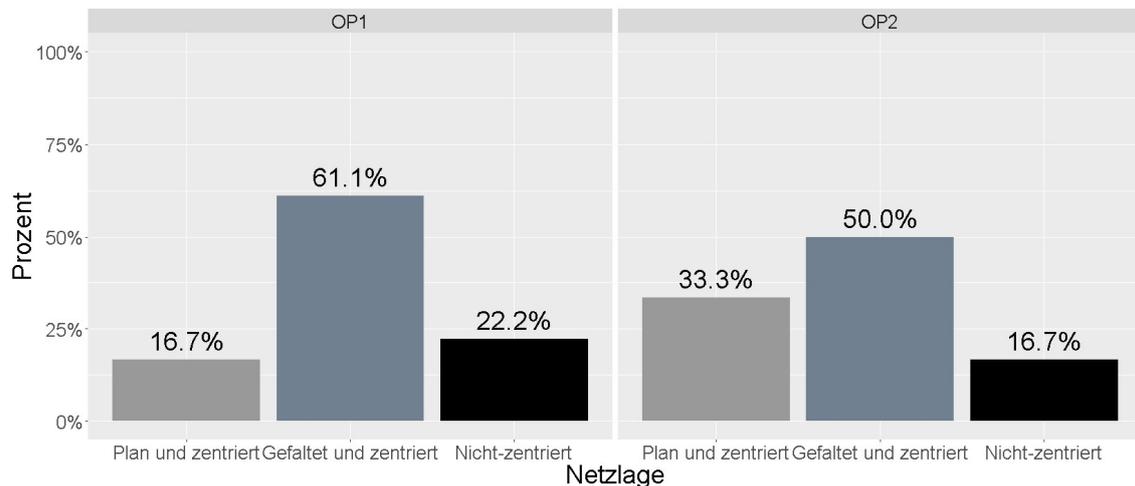


Abbildung 48 – Netzlage: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2; Skala: 1 = Plan und zentriert, 2 = Gefaltet und zentriert und 3 = Nicht zentriert

Die Qualität der Netzlage hatte von OP1 zu OP2 zugenommen. Sie war in 33,3% in OP2 im Gegensatz zu 16,7% in OP1 plan und zentriert.

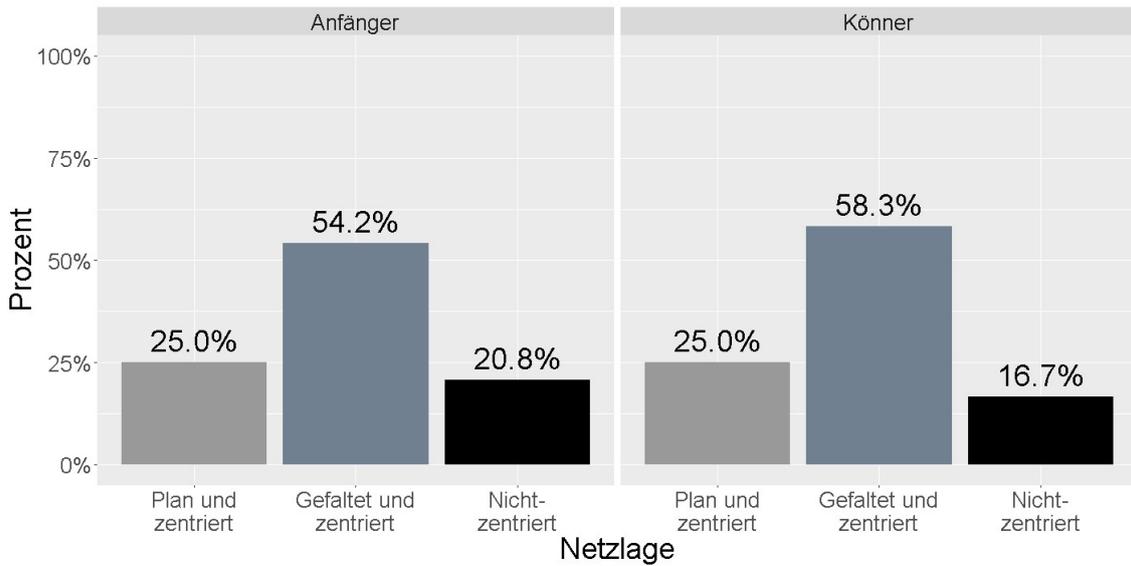


Abbildung 49 – Netzlage: Prozentuale Anteile für Anfänger & Könnern;
Skala: 1 = Plan und zentriert, 2 = Gefaltet und zentriert und 3 = Nicht zentriert

Bei dem Vergleich von Anfängern und Könnern war die Verteilung in den Gruppen ähnlich: Die meisten Netze (Anfänger 54,2%, Könnern 58,3%) lagen gefaltet und zentriert.

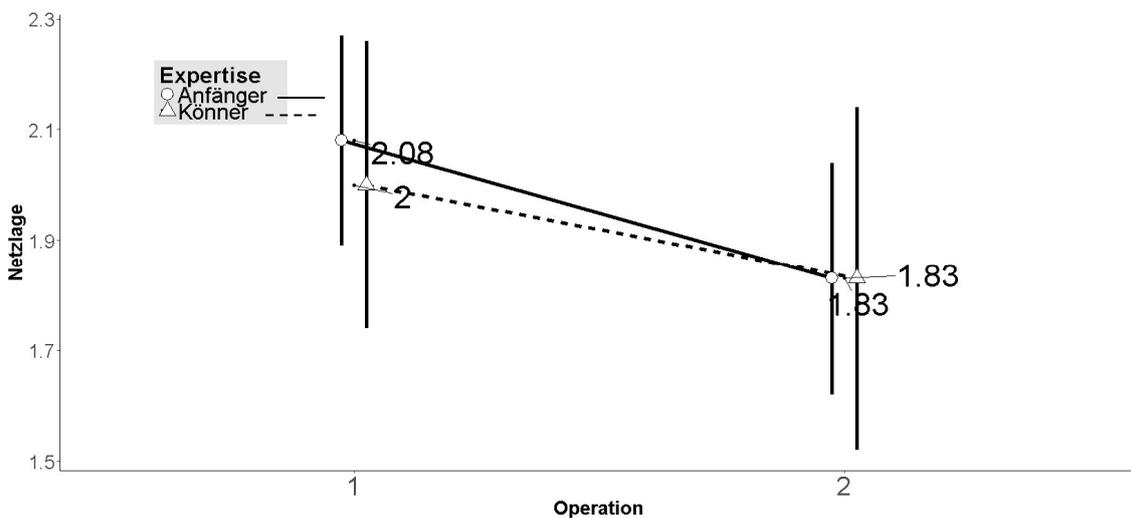


Abbildung 50 – Netzlage: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise;
Anfänger: durchgezogene Linie; Könnern: gestrichelte Linie

Die Könnern wurden in OP2 deskriptiv besser als in OP1 bewertet ($M_{K1}=2,00$; $M_{K2}=1,83$). Auch bei den Anfängern zeigten sich ähnliche Verbesserungen ($M_{A1}=2,08$; $M_{A2}=1,83$) im Kriterium Netzlage.

Die Verbesserung von OP1 zu OP2 war weder für die Anfänger noch die Könner signifikant.

3.3.4 Peritoneum

Das Peritoneum war mit 1 = Intakt, 2 = Leicht gerissen oder 3 = Exponiertes Netz benotet. Beispiele für den Zustand des Peritoneums sind in Abbildung 51 dargestellt.

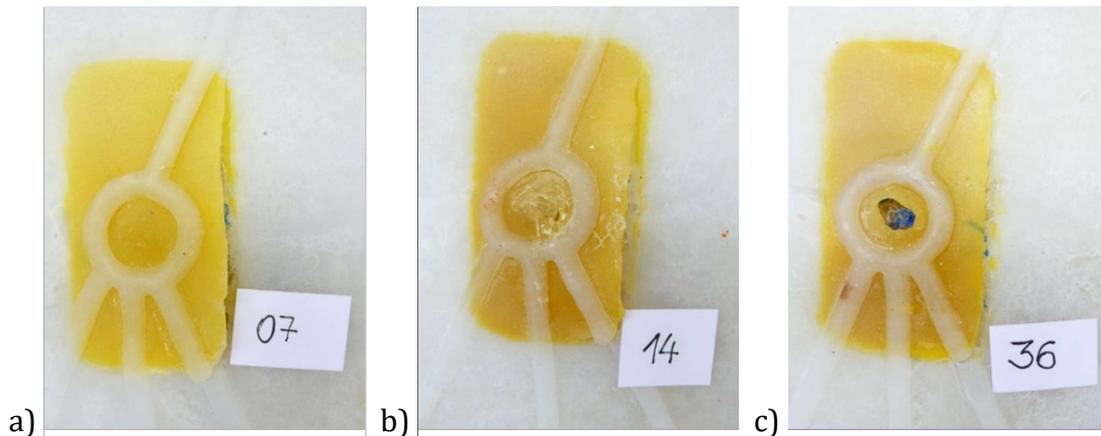


Abbildung 51 – Peritoneum: a) Intakt; b) Leicht gerissen; c) Exponiertes Netz

In 86% war das Peritoneum intakt, in 3% leicht gerissen und in 11% war das Netz exponiert.

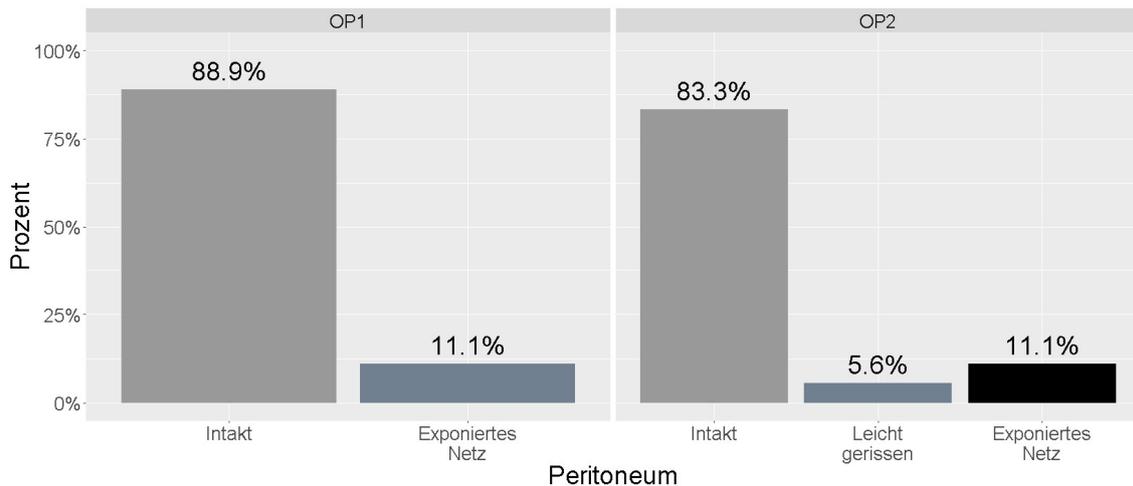


Abbildung 52 – Peritoneum: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2 ;
Skala: 1 = Intakt, 2 = Leicht gerissen oder 3 = Exponiertes Netz

Es gab eine leichte Abnahme der intakten Peritonea von OP1 (Anzahl Modelle N=16) zu OP2 (Modellanzahl N=15).

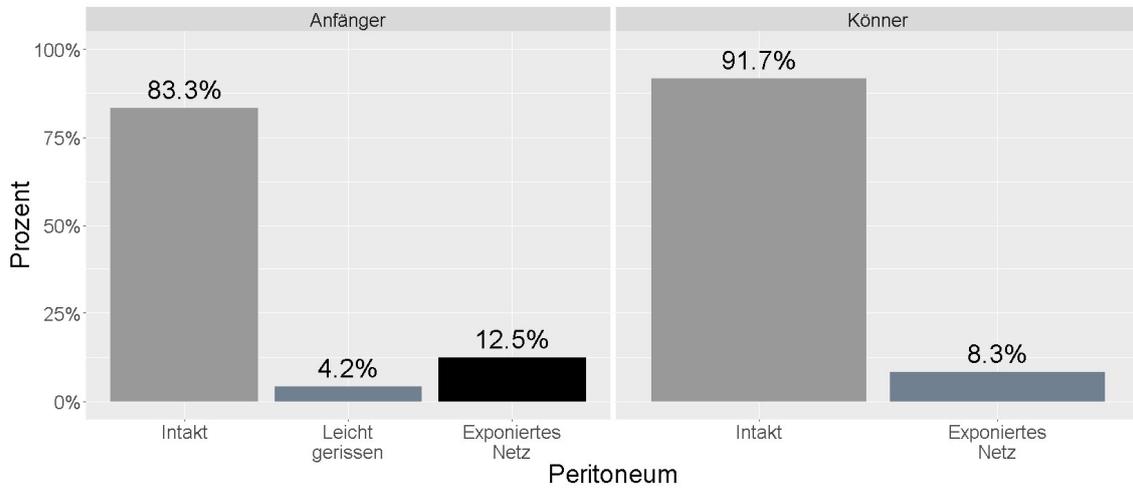


Abbildung 53 – Peritoneum: Prozentuale Anteile für Anfänger & Könnner; Skala: 1 = Intakt, 2 = Leicht gerissen oder 3 = Exponiertes Netz

Bei den Könnnern waren prozentual mehr Bauchfelle intakt.

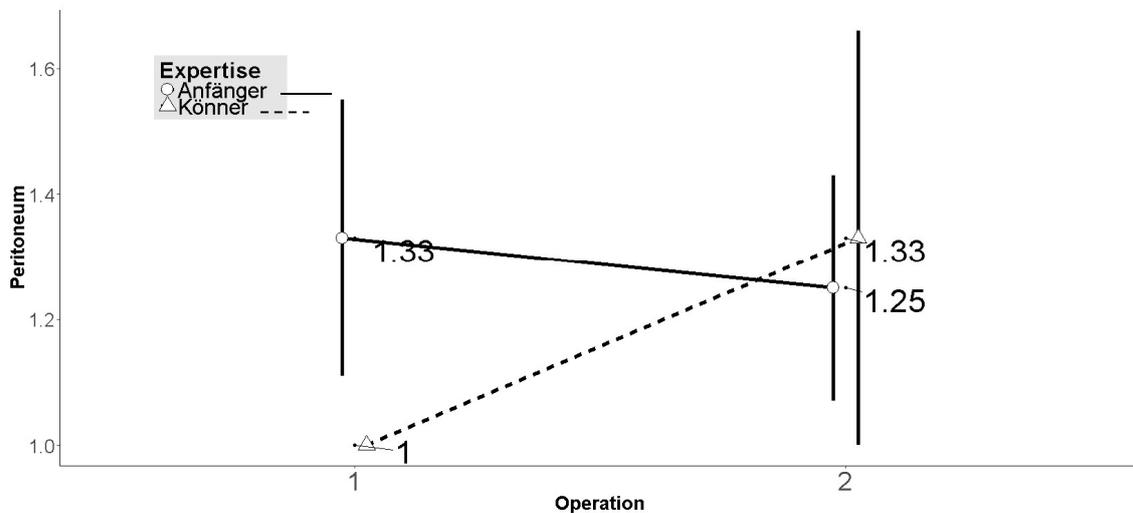


Abbildung 54 – Peritoneum: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise; Anfänger: durchgezogene Linie; Könnner: gestrichelte Linie
Erklärung: In OP1 gibt es bei den Könnnern keine Varianz, alle Autopsie-Modelle haben ein intaktes Peritoneum

Bei den Könnnern war in OP1 das Peritoneum immer intakt ($M_{K1}=1,00$), bei OP2 jedoch einmal exponiert ($M_{K2}=1,33$). Der Mittelwert der Anfänger war leicht höher

($M_{A1} = 1,33$), nahm dann in OP2 ($M_{A2} = 1,25$) ab.

Die Unterschiede waren weder für die Anfänger noch die Könner signifikant.

3.3.5 Ligatur

Die Ligatur konnte wie in Abbildung 55 ersichtlich entweder 1 = Vorhanden oder 2 = Nicht vorhanden sein.

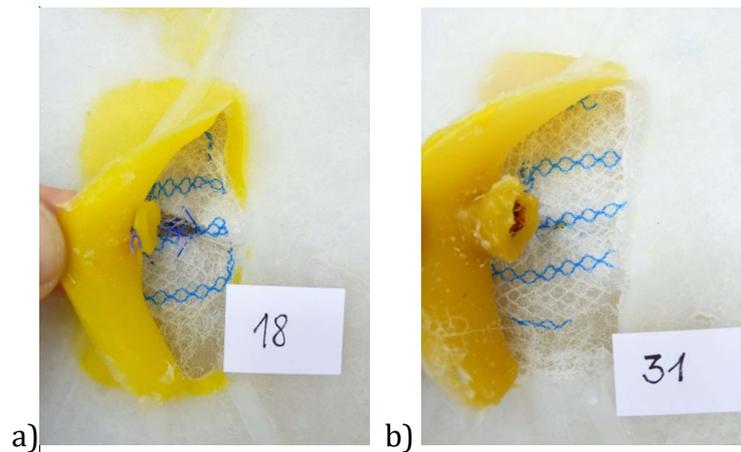


Abbildung 55 – Ligatur: a) Vorhanden oder b) Nicht-vorhanden

In 61% der Modelle war die Ligatur nicht vorhanden.

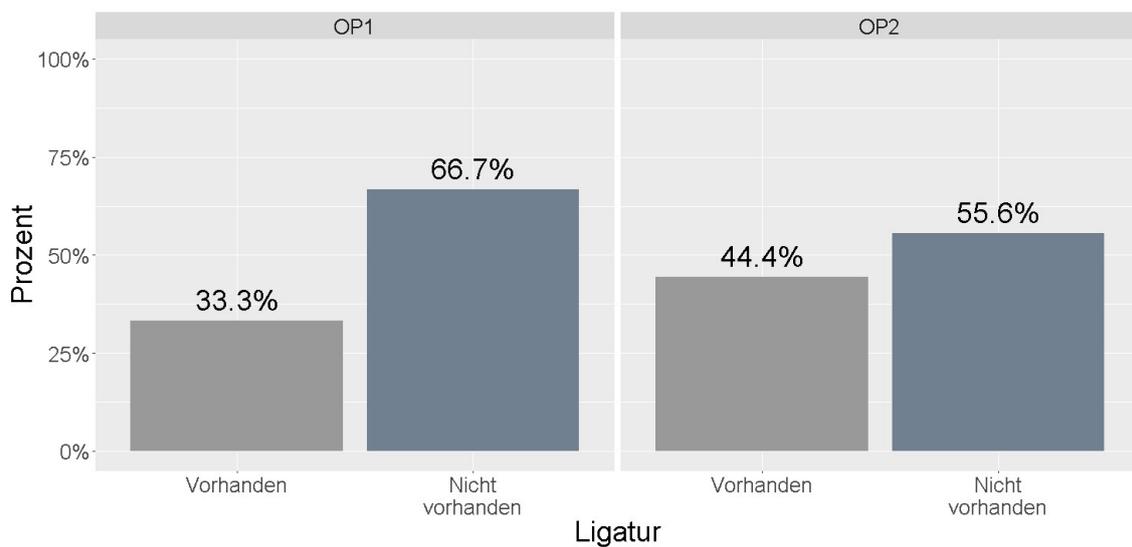


Abbildung 56 – Ligatur: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2;
Skala: 1 = Vorhanden oder 2 = Nicht vorhanden

Es kam zu einer leichten prozentualen Zunahme der vorhandenen Ligaturen von OP1 zu OP2.

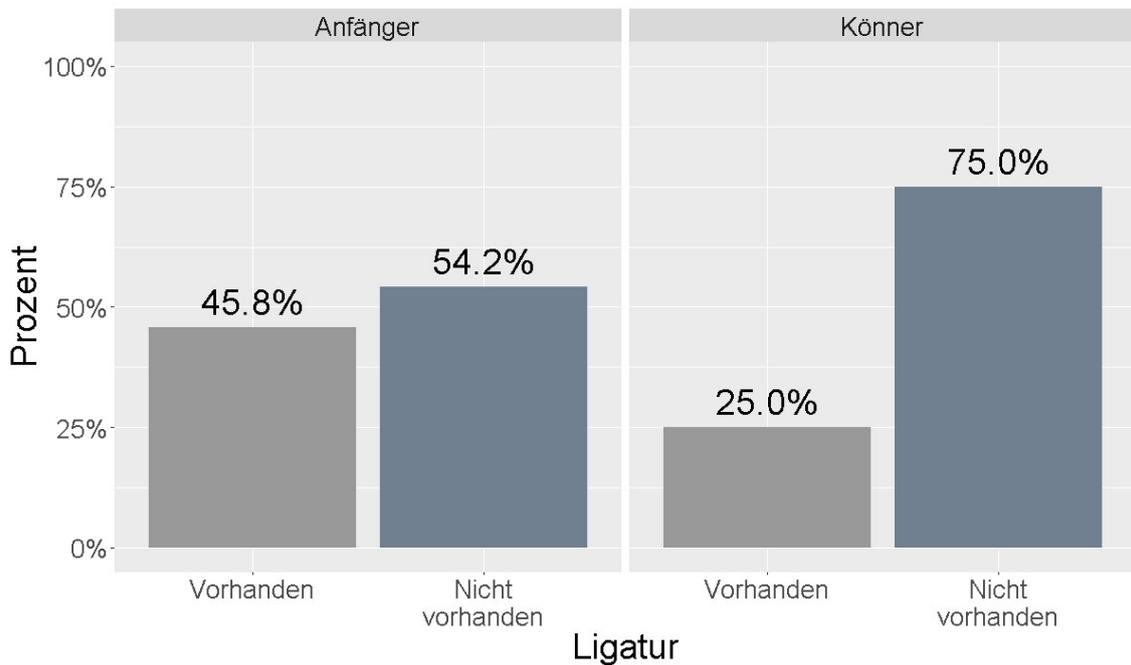


Abbildung 57 – Ligatur: Prozentuale Anteile für Anfänger & Könner;
Skala: 1 = Vorhanden oder 2 = Nicht vorhanden

Beim Vergleich von Anfänger und Könner zeigte sich, dass bei den Anfängermodellen prozentual mehr Ligaturen bei der Autopsie vorhanden waren.

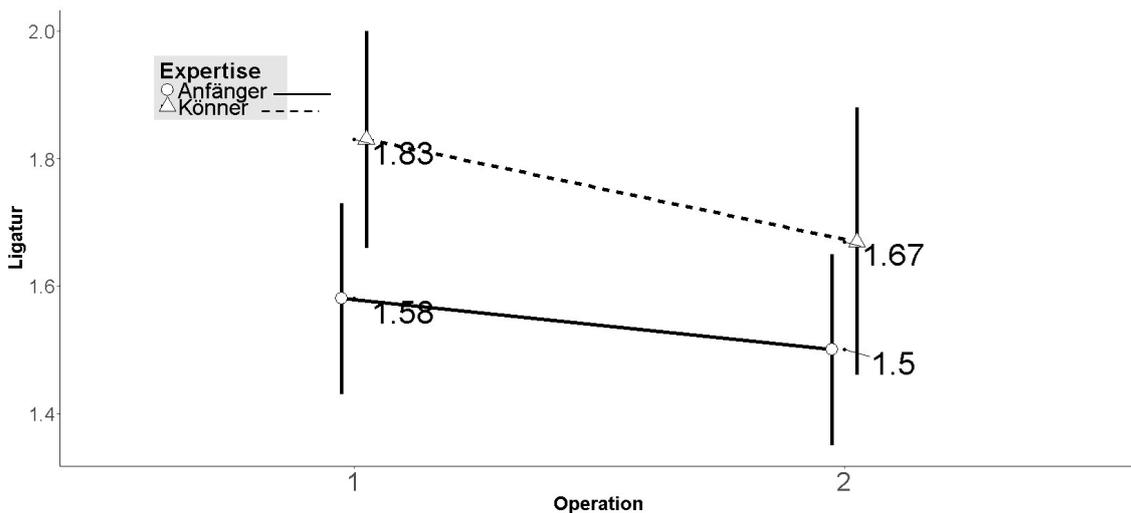


Abbildung 58 – Ligatur: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise;
Anfänger: durchgezogene Linie; Könner: gestrichelte Linie

Bei den Anfängern war in OP1 die Ligatur häufiger vorhanden ($M_{A1}=1,58$) als bei den Könnern ($M_{K1}=1,83$). Beide Gruppen verbesserten sich leicht in OP2 ($M_{A2}=1,50$; $M_{K2}=1,67$).

Die Änderung der Bewertung von Operation 1 zu 2 für das Kriterium Ligatur war weder für die Anfänger noch die Könner signifikant.

3.3.6 Achternaht

Die Achternaht wurde mit 1 = Plan, 2 = Wulstig und 3 = Insuffizient beurteilt.

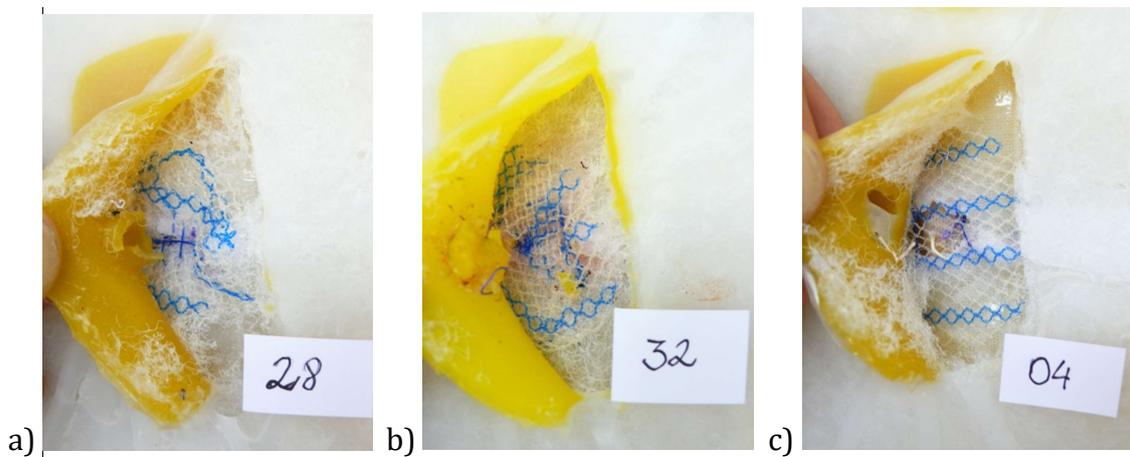


Abbildung 59 – Achternaht: a) Plan; b) Wulstig; c) Insuffizient

In 53% war die Achternaht insuffizient, in 30 % plan und in 17% wulstig.

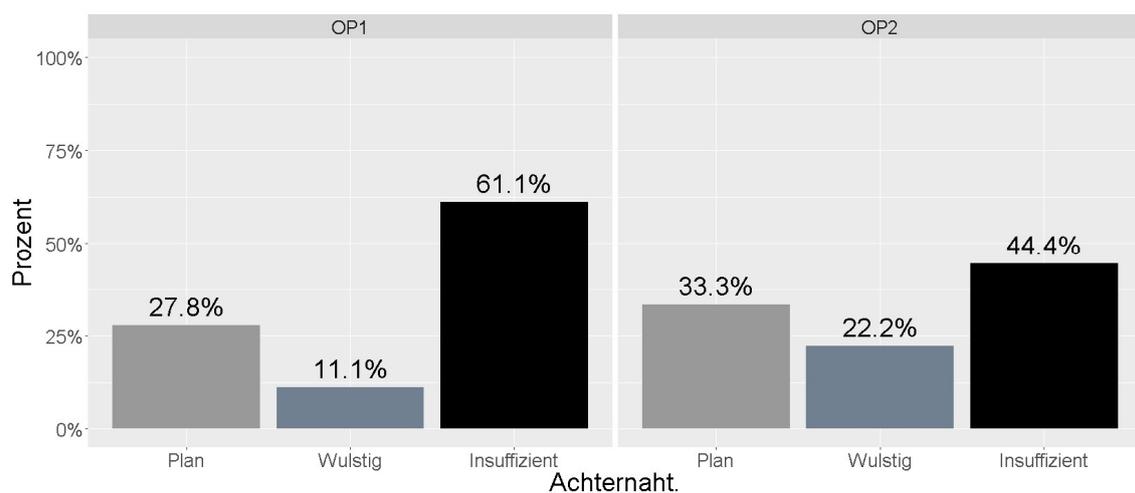


Abbildung 60 – Achternaht: Prozentuale Anteile für OP1 & OP2;
Skala: 1 = Plan, 2 = Wulstig und 3 = Insuffizient

Die Achternaht war in OP2 prozentual gesehen weniger häufig insuffizient.

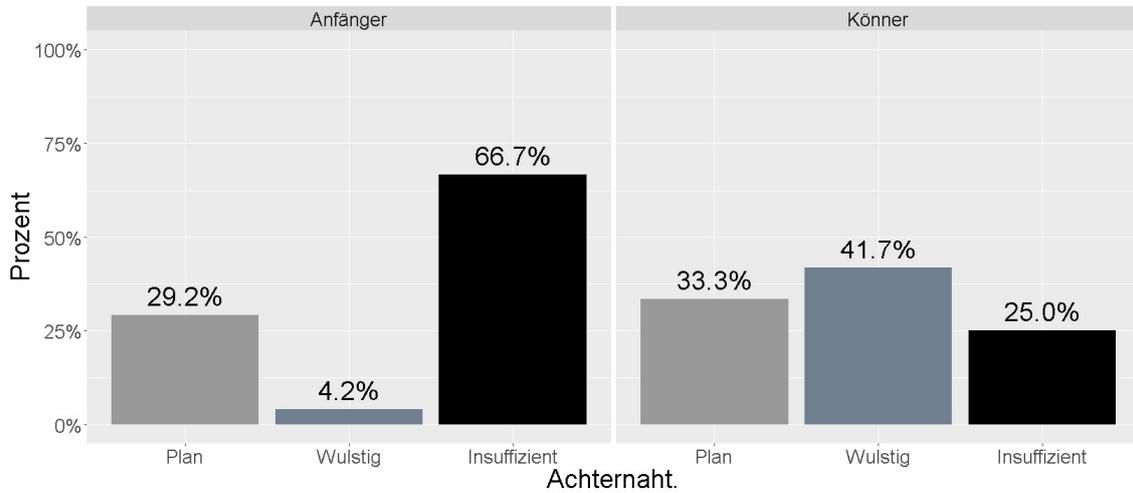


Abbildung 61 – Achternaht: Prozentuale Anteile für Anfänger & Köner;
Skala: 1 = Plan, 2 = Wulstig und 3 = Insuffizient

Insbesondere bei den Anfängern war der Anteil der insuffizienten Achternahte mit 66,7% hoch. Die Köner hatten in 25% eine insuffiziente Achternaht der Faszie genäht.

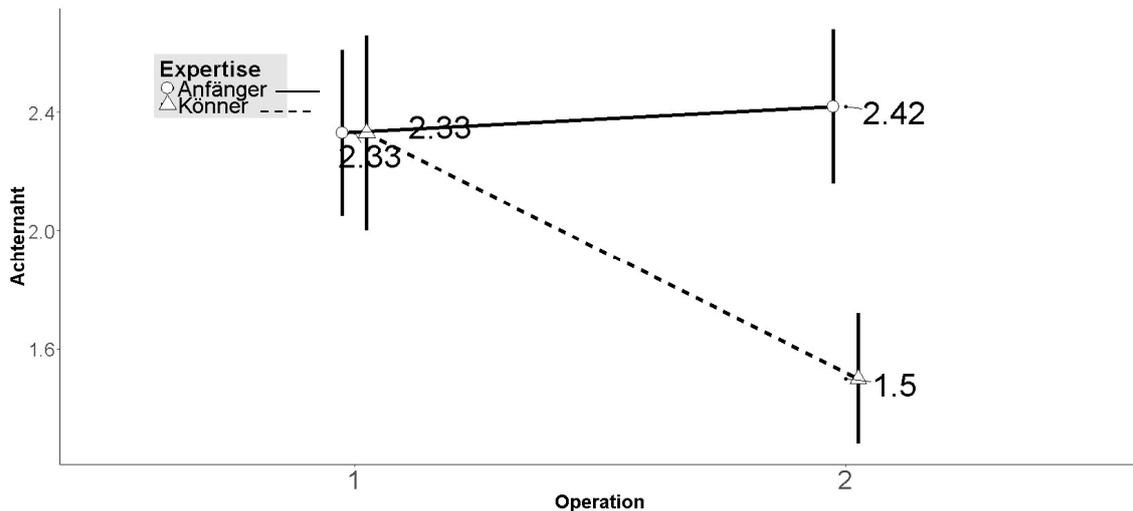


Abbildung 62 – Achternaht: Zuwachs von OP1 zu OP2 nach Expertise;
Anfänger: durchgezogene Linie; Köner: gestrichelte Linie

Anfänger und Köner starteten durchschnittlich auf demselben Niveau ($M_{K1}=2,33$; $M_{A1}=2,33$). In OP2 erreichten die Köner mit einer durchschnittlichen Bewertung

von $M_{K2}=1,50$ einen besseren Wert, die Anfänger wurden tendenziell etwas schlechter ($M_{A2}=2,42$). Die Änderung der Bewertung war für das Kriterium Achternaht weder für Anfänger noch Könnern signifikant.

3.3.7 Zusammenfassung der Autopsie-Auswertung

Die Ergebnisse der Autopsie-Daten sind im Anhang aufgeführt (Tabelle 49 – Gesamtergebnisse Autopsie).

Die Autopsien zeigten in den Kriterien Ästhetik, Hautnaht, Peritoneum in OP2 tendenziell kleine bis größere Verschlechterung zu OP1.

Die Kriterien Netzlage und Ligatur für Anfänger und Könnern, Achternaht für Könnern, Peritoneum für Anfänger zeigten Verbesserungen von OP1 zu OP2.

Die Modelle der OP1 der Könnern wurden mit Ausnahme des Kriteriums Ligatur besser oder gleich bewertet als die der Anfänger der ersten Operation. Die Daten der Autopsien der OP2 zeigten anderes: hier wurden die Könnern mit Ausnahme der Achternaht gleich oder schlechter bewertet.

Die Unterschiede der Autopsien von OP1 zu OP2 waren in keiner der Kriterien weder bei Anfängern noch bei Könnern signifikant.

4. Diskussion

Zu Beginn der operativen Ausbildung steht neben der Vertiefung und Erweiterung des theoretischen Wissens die Entwicklung manueller Basisfertigkeiten im Vordergrund. Als Einsteiger-Operationen eignen sich wie vielerorts angewandt die Port-a-Cath-Anlage, Leistenhernien- oder die offene Bauchnabelhernien-Versorgung. Für offene Operationen können Simulationsmodelle zur Erweiterung der Fähigkeiten eingesetzt werden. Diese sind bisher jedoch in der Minderheit (Davies et al. 2013) (Vick et al. 2007). Diesem Mangel wurde mit dem NANEP-Modell begegnet.

4.1 Das NANEP-Modell als Simulationsmodell

Das sehr heterogene Feld von Simulationsmodellen lässt sich nach unterschiedlichen Aspekten einteilen: Simulation kann (1) Modell-basiert oder (2) Computerprogramm-basiert sein (Kneebone 2003). Maran und Glavin 2003 ergänzen diese beiden Gruppen mit (3) Virtuellen Realitäten mit sensomotorischem Feedback, (4) Schauspielpatienten und Szenarien-Nachahmung und (5) Kombinierten Simulationen.

Modell-basierte Simulationen können aus biologischen (oft lebendige oder tote Tiere) (Roberts 2006) (Vick et al. 2007) oder synthetischen Materialien bestehen. Das NANEP-Modell ist ein synthetisches Modell aus Silikon. Modelle aus Silikon werden zur Demonstration in der Anatomie bereits verwendet, neu ist die Verwendung in einem Operationsmodell. Das Silikon als Ausgangsmaterial des NANEP-Modells gewährleistet durch die besonderen elastischen Eigenschaften (Schliebs & Ackermann, 1987) ein haptisches Feedback zur realistischen Simulation der Operation .

Ergänzt wurde das haptische Feedback durch die Eigenschaft des NANEP-Modells bluten zu können. Dadurch reagiert das Simulationsmodell auf eine Aktion des Operateurs direkt und angepasst. Dem Praktizierenden wird somit eine sichtbare Rückmeldung seiner Entscheidungen gegeben (Bradley 2006).

Ganzheitliche Modelle können von Part-Task-Modellen unterschieden werden (Bradley 2006). Letztere bestehen lediglich aus einem Teil des zu

repräsentierenden Objektes wie im Fall des NANEP-Modells aus der Region des Bauchnabels.

Die Ähnlichkeit des Modells mit der Wirklichkeit und die Interaktionsmöglichkeit wird durch die Fidelity beschrieben. Es werden Low-Fidelity-Simulatoren von High-Fidelity-Simulatoren unterschieden (Bradley 2006). Low-Fidelity-Simulatoren sind statische Nachbildungen von Ausschnitten menschlicher Anatomie. Sie werden oft zur gezielten Vermittlung von Fertigkeiten verwendet, wie zum Beispiel die Venenpunktion am Arm. High-Fidelity-Simulatoren reagieren zusätzlich variabel auf Eingriffe und zeigen somit eine Interaktion mit dem Benutzer. Meist sind es Ganz-Körper-Nachbildungen, auch Mannequins genannt, die zum Beispiel in der Anästhesie zum Simulationstraining von Notfällen verwendet werden (Al-Elq 2010; Bradley 2006). Auch das NANEP-Modell kann zu den High-Fidelity-Modellen gezählt werden. Zum einen ist die realitätsgetreue Darstellung der menschlichen Anatomie nicht nur optisch, sondern auch haptisch durch die diversen verwendeten Materialien gewährleistet. Zum anderen bestimmen in der Chirurgie andere Merkmale die Qualität von Simulationsmodellen als in der Anästhesie. Während der Operationsübung am NANEP-Modell muss der Operateur Entscheidungen treffen, die weit über das bloße Vorhandensein von manuellen Fertigkeiten von Low-Fidelity-Modellen hinausgehen, wie z.B. die Auswahl von geeignetem Nahtmaterial und -Nahttechnik um eine suffiziente und plane Achternaht herzustellen.

Ein Full-Procedural-Simulationsmodell (Roberts 2006) zeichnet sich durch ein komplexes anatomisches Design aus. Es ist möglich an Full-Procedural-Simulationsmodellen eine gesamte Operation wie in diesem Fall eine Nabelhernienoperation mit präperitonealer Netzaugmentation durchzuführen. Das NANEP-Modells wird offen operiert und kann dementsprechend den offenen chirurgischen Modellen zugeordnet werden (Davies et al. 2013).

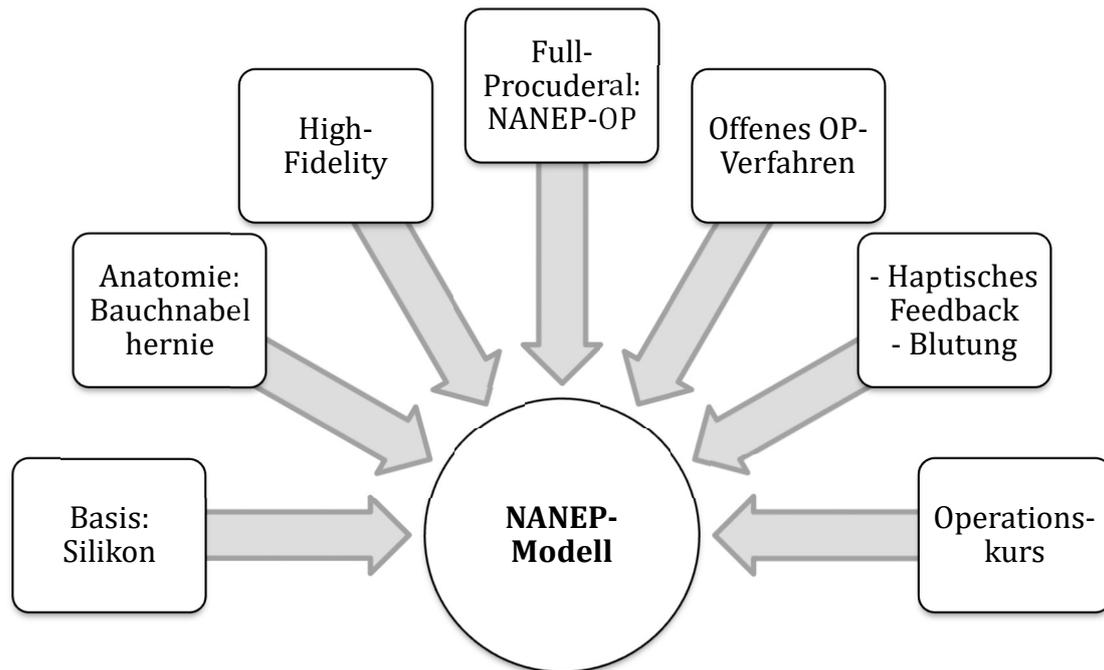


Abbildung 63 – Aspekte des NANEP-Modells

4.2 Der Simulationskurs als optimales Lernumfeld

Die Verwendung des Modells erfolgte im NANEP-Kurs unter bestmöglich kontrollierten Bedingungen für die Operation des NANEP-Modells: Das direkte Operationsumfeld wurde wirklichkeitsgetreu mit Abdecktüchern und Operationsbesteck sowie Operationsmaterial gestaltet. Allen Probanden wurde das Operations-Tutorial vor dem Kurs zur Verfügung gestellt. Im NANEP-Kurs erfolgte mittels einer Präsentation eine Einführung zum Thema Nabelhernien. Anhand anschaulicher Bilder, Grafiken und Videos wurde den Probanden die Pathologie der Nabelhernie, der Ablauf der Operation, das Material und besondere Operationstechniken vorgestellt. Während des Kurses arbeiteten jeweils zwei Probanden im Team, der eine assistierte abwechselnd dem anderen. Dies erforderte auch soziale Interaktionen wie Teamwork und Kommunikationsfähigkeit im NANEP-Kurs. Inwieweit die Zusammenarbeit der Probanden sich auf den Lernerfolg auswirkte, wurde in der NANEP-Studie nicht untersucht.

Einige Freitext-Kommentare der Teilnehmer waren: „Das Arbeiten am Modell fühlt sich extrem realitätsnah an.“, „Die Übung ist außerordentlich hilfreich und macht

extrem viel Spaß!“, „Eine tolle Möglichkeit einmal eine Operation sehr realitätsnah durchzuführen.“, „Sehr gute Vorbereitung auf die OP und wichtige anatomische Strukturen zu wiederholen.“ Die Evaluation des Kurses wurde mittels des NANEP-Fragebogens durchgeführt und wird nachfolgend diskutiert.

4.3 Der Einsatz von Simulationsmodellen in der Ausbildung.

Trotz des Nutzens für das Trainieren praktischer Fertigkeiten (Grober et al., 2004) werden Simulations-Modelle, nicht zuletzt aufgrund ihrer Kostenintensität, nur bedingt eingesetzt.

Neben dem Lernzuwachs können Simulator-basierte Ausbildung auch das Interesse an einer Ausbildung zum Chirurgen/Chirurgin beeinflussen (Seo et al. 2017) und zu einer vermehrten Rekrutierung von Nachwuchs in der Chirurgie beitragen (Lee et al. 2009). Die Qualität der Ausbildung würde sich dadurch stark steigern, was wiederum das Interesse der Medizinstudenten an der Chirurgie erhöhen würde. Diese Attraktivitätssteigerung würde nachhaltig dem Fachkräftemangel entgegenwirken.

Besonders wichtig zu erwähnen ist an diesem Punkt, dass Simulations-basierte Ausbildung ohne Curriculum sinnlos ist (Issenberg et al. 2005). Erst die Einbindung eines Simulationsmodells in einen Kurs führt zu einer effektiven Vermittlung von Lerninhalten (Maran und Glavin 2003): Die Kurse sollten wiederholte Trainingsmöglichkeiten anbieten (Issenberg, McGaghie, Petrusa, Lee Gordon, & Scalese, 2005), an Patienten und klinischem Kontext orientiert sein (Kneebone, Nestel, Vincent, & Darzi, 2007), Feedback beinhalten (Issenberg et al., 2005) und affektive Motivationsanreize beinhalten (Kneebone, 2005). Ein gutes Vorbild für ein Trainingsprogramm ist das *General Surgical Skill Programme* des Imperial College London. Für jeden sich in der Facharztausbildung befindlichen Chirurgen der Region London ist die Teilnahme an diesen Simulationskursen verpflichtend. In diesen Kursen sind unterschiedliche chirurgische Simulationsmodelle integriert (Khatib et al. 2014) und ergänzen sich gegenseitig zu Vermittlung von Lerninhalten und Bewertung der Leistung.

4.4 Der NANEP-Fragebogen

4.4.1 Inhalts-Validität

Die Reliabilität der Items des NANEP-Fragebogens war $\alpha=0,63$ für die Skala *Die anatomischen Strukturen sind akkurat dargestellt*. Dieser Wert war allgemein als akzeptabel einzustufen. Der α -Wert steigt jedoch gewöhnlich bei einer höheren Anzahl von Items. Bei der relativ hohen Anzahl von acht Items konnte der alpha-Wert als eher niedrig eingeschätzt werden. Die Items 2.1.1 *Haut*, 2.1.2 *Subkutanes Fettgewebe* und 2.1.3 *Bruchsack* hatten eine niedrige Trennschärfe.

Die Skala *Die Arbeit mit den anatomischen Strukturen ist realitätsnah* hatte einen guten alpha-Wert ($\alpha = 0,87$). Die Skala wurde zuverlässig durch die Items gemessen. Hier konnte von einer Reliabilität dieser Skala des NANEP-Fragebogens ausgegangen werden.

Für die Skala *Die Eignung des Modells für Übungszwecke* war $\alpha = 0,45$ als schlecht zu bewerten, aber $\alpha = 0,63$, falls Item 2.3.2 *Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag* aus den Berechnungen entfernt wurde, was einem guten Wert entsprach.

Der grenzwertig akzeptable alpha-Wert der Skala *Die anatomischen Strukturen sind akkurat dargestellt* hing bei genauerer Betrachtung mit der Trennschärfe der Items zusammen. Diese korrelierten in eingeschränktem Maß untereinander. Dies wies darauf hin, dass die Items kein homogenes Konstrukt gemessen haben. Eine Erklärung dafür war, dass die Items sich sowohl anhand ihrer anatomischen Lokalisation als auch hinsichtlich ihres Herstellungsprozesses und ihrer Materialien unterschieden. So bestand die Aponeurose aus Jersey Stoff, die Haut jedoch aus Silikon und einem Netz. Die einzelnen Teile wurden während der Konstruktion zusammengesetzt. Der NANEP-Fragebogen war kein absolut reliables Messverfahren zur Bewertung der akkuraten Darstellung der Anatomie des NANEP-Modells.

Bei der Skala *Die Arbeit mit den anatomischen Strukturen ist realitätsnah* zeigte sich hingegen ein guter alpha-Wert. Hier maßen die Items der Skala des NANEP-Fragebogen zuverlässig und konsistent.

Die Unterschiede der alpha-Werte der Items in Skala *Die Eignung des Modells für Übungszwecke* waren erklärbar, da die Items die Verwendung des Modells im Kurs maßen. Ausnahme hiervon war das Item 2.3.2 *Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag*, da es auf Erfahrungen der Kursteilnehmer im realen Leben anspielte. Die Studierenden führten die Operation im Alltag jedoch nicht durch und fühlten sich dementsprechend auch nicht in der Lage, diesen Aspekt angemessen zu bewerten. Diese These bestätigte sich bei singulärer Betrachtung des Items 2.3.2 *Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag* für Könner, bei der das Item auch nur gering mit den anderen Items korrelierte. Zudem zeigte sich bei dieser Untersuchung, dass die Könner das Tutorial mehr mit der Eignung des Modells für Übungszwecke in Verbindung brachten als das Video (alpha-Wert, falls 2.3.6 *Das Video ist didaktisch und informativ; es vermittelt einen guten Überblick der Operationsübung* weggelassen =0,91; Korrigierte Skala-Item-Korrelation von 2.3.5 *Das schriftliche Tutorial bietet ausreichend Informationen um den Übungseingriff durchzuführen* =0,63).

Insgesamt indizierten die alpha-Werte, dass die folgenden Items des NANEP-Fragebogen überarbeitet werden sollten: 2.1.1 *Haut*, 2.1.2 *Subkutanes Fettgewebe* und 2.1.3 *Bruchsack* und 2.3.2 *Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag*. Die übrigen Items waren geeignet.

Für die Skala der Operabilität maßen die Items der Skala des NANEP-Fragebogen zuverlässig und konsistent das latente Konstrukt der Operabilität. Hier konnte bei nachgewiesener Reliabilität der Skala von inhaltlicher Validität der Skala des NANEP-Fragebogens ausgegangen werden.

Die Item-Mittelwerte aller Skalen indizierten, dass das Modell durchgehend positiv bewertet wurde, das Modell also trotz niedriger Reliabilität der Items des Fragebogens als inhaltsvalide betrachtet werden sollte. Die Probanden galten hier aufgrund ihrer medizinischen Ausbildung als Experten für die Beurteilung des anatomischen Modells. Bestätigt wurde dies, da sich für keine der Skalen ein signifikanter Unterschied von Anfängern und Könnern darstellen ließ. Daraus ließ

sich schließen, dass der Grad der medizinischen Ausbildung des Fachpersonals keinen Einfluss auf die Wahrnehmung des Modells hatte. Die Experten waren sich einig, dass das Modell die Anatomie akkurat darstellte, die Arbeit mit den anatomischen Strukturen realitätsnah war und das Modell sich für Übungszwecke eignete.

Es ließ sich daraus schließen, dass das NANEP-Modell die Bauchdeckenanatomie der Nabelhernie realitätsnah umsetzte und die NANEP-Operation am Modell durchgeführt werden konnte. Die Inhaltsvalidität war somit gegeben.

Es ist anzumerken, dass die gute Bewertung des Modells auch durch sehr positives und wohlwollendes Antwortverhalten der Teilnehmer verursacht worden sein könnte.

4.5 Der CAT-Fragebogen

4.5.1 Reliabilität

Cronbach's alpha-Werte waren in allen Kategorien gut. Das war besonders in Anbetracht der Tatsache als gut zu erachten, dass die Kategorien aus nur 3 Items bestanden und der α -Wert direkt von der Anzahl abhängt. Je mehr Items vorhanden sind, desto besser wird der α -Wert. (Cortina 1993).

Es konnte von Reliabilität der Items des CAT-Fragebogens ausgegangen werden.

Die Ausnahme stellte die Kategorie Komplikationen dar (siehe 4.5.4 Kategorie Komplikationen).

4.5.2 Konstrukt-Validität

Es zeigte sich in allen Kategorien eine gute Interrater-Reliabilität und ein akzeptabler bis guter Finn-Koeffizient. Ausnahme hiervon war die Kategorie Komplikationen (siehe 4.2.4 Kategorie Komplikationen).

Bei den anderen Kategorien konnte von einer konsistenten Bewertung aller drei Experten ausgegangen werden. Daraus folgte, dass die Konstrukt-Validität der Items des CAT-Fragebogens gegeben war. Das bedeutete auch, dass die Items das latente Gebilde der Kompetenz der Probanden bei der Durchführung einer

Nabelhernien-OP am Silikonmodell darstellen konnten und die Erfahrung mit der Operation und die Kenntnis des Modells keine Auswirkung auf Gültigkeit der Items hatte.

Es zeigten sich aber trotzdem Unterschiede bei dem Ergebnis der Bewertung: Experte 2 bewertete am strengsten und Experte 3 bewertete am mildesten. Wenn nur die OP1 der Anfänger betrachtet wurde, waren die Unterschiede bei der Bewertung signifikant. Warum die Experten nur in der Gruppe der Anfänger in der OP1 signifikant unterschiedlich bewerteten, blieb spekulativ. Die Kenntnis des Modells konnte nicht die Ursache sein, da die Beurteilung des Instrumentengebrauchs, des Gewebehandlings und des Endprodukts nicht abhängig waren von den Möglichkeiten und Grenzen des NANEP-Modells. Da sich Experte 1 nicht signifikant (mit Ausnahme von Q3.2) von Experte 2 unterschied, schloss sich auch die unterschiedliche Erfahrung der Experten in der Chirurgie als Ursache aus. Eine andere Erklärung konnte sein, dass die Anfänger in OP1 in unterschiedlichen Aspekten negativ bewertet wurden. Im Zuge der zweiten OP schienen diese unterschiedlichen Leistungen dann nivelliert worden zu sein. Durchaus könnten auch persönliche Motive der Experten Ursache für die signifikanten Unterschiede bei der Bewertung der Anfänger in OP1 gewesen sein.

Trotz dieses Umstands war die Konstrukt Validität der Items gegeben. Da mit dem CAT die Kompetenz der chirurgischen Fertigkeit durch den CAT dargestellt werden konnte, war umgekehrt auch eine Messung der Kompetenz mithilfe des CAT-Fragebogens möglich. Dementsprechend konnte davon ausgegangen werden, dass die erreichte Punktzahl die Kompetenz abbildet. Wenn die Punktzahl zunahm, hatte der Kursteilnehmer seine Kompetenz erhöht. Das bedeutete, er hatte gelernt und die Fähigkeit und Fertigkeit, eine offene Nabelhernienoperation am NANEP Modell durchzuführen, war größer geworden. (Scalese et al. 2008) (Satava 2006).

4.5.3 Differentielle Validität

Es ließ sich in allen Kategorien ein signifikanter Unterschied der Kompetenz in der Gruppe OP1 und OP2 und der Gruppe Expertise (Anfänger und Könnner) messen. Es war dementsprechend möglich, bei der Bewertung der NANEP-Operation

zwischen den Gruppen zu differenzieren. Der CAT-Fragebogen beinhaltete Items, die auf die internen Gruppenunterschiede sensibel reagierten.

4.5.4 Kategorie Komplikationen

Der α -Wert für Komplikationen war 0,48, was als niedriger Wert eingeschätzt werden konnte. Falls das Item Q3.2 weggelassen wurde, stieg der α -Wert auf akzeptable $\alpha=0,60$. Bei singulärer Betrachtung der Experten 1 und 2 stieg der alpha-Wert auf $\alpha=0,64$. Die differentielle Reliabilität zeigte für die Items niedrige α -Werte für OP2 ($\alpha=0,31$) und Könner ($\alpha=0,08$).

Der niedrige α -Wert (0,48) für das Kriterium Komplikation konnte folgendermaßen gedeutet werden: Das Item Q 3.2. Clearance of orifice was performed with complication/ Near misses/ No damage/ Tissue-protective der Kategorie Komplikationen verursachte den zu niedrigen alpha-Wert der Komplikationen. Das Item Q3.2 korrelierte nicht mit den beiden anderen Items der Kategorie Komplikation.

Die Betrachtung der Konstrukt-Validität durch die Übereinstimmung der Experten zeigte folgendes: Im Gegensatz zu den anderen Kategorien war Experte 2 mit $M=9,25$ ($SD=1,55$) milder als Experte 3 mit $M=7,75$ ($SD=1,48$) Punkten. Experte 3 benotete die Anfänger ($M=8,00$, $SD=1,29$) besser als die Könner ($M=7,75$, $SD=1,48$) und OP 1 ($M=8,22$, $SD=1,31$) besser als OP2 ($M=7,61$, $SD=1,33$).

Auch hier wurden insbesondere OP2 und die Könner bei einer Toleranz von 2 Punkten in nur 61,1% und 66,7% übereinstimmend bewertet. Die erweiterte prozentuale Übereinstimmung war schlechter als bei den anderen Kategorien und erst bei einer Toleranz von 3 vergleichbar. Auch der Finn-Koeffizient in der Kategorie Komplikationen war insbesondere bei OP2 und den Könnern als nicht akzeptabel einzuschätzen. Es gab eine größere Übereinstimmung bei OP1 (0,60) als bei OP2 (0,44) und bei den Anfängern (0,55) und den Könnern (0,46).

Die post-hoc Testung nach Bonferroni zeigte, dass die Bewertung zwischen Experte 2 und 3 für die Skala Komplikationen signifikant unterschiedlich war. Für das Item Q3.2 konnten außerdem auch signifikante Unterschiede von Experte 2

($M=2,64$, $SD=0,683$) und Experte 1 ($M=2,19$, $SD=0,89$) gefunden werden ($p<0,001$). Diese beiden Experten bewerteten nur dieses eine Item des CAT unterschiedlich.

In Zusammenschau dieser Ergebnisse zeigte sich, dass die Experten die Items der Kategorie Komplikationen unterschiedlich interpretierten. Das führte dazu, dass die Experten unterschiedlich und inkonsistent bewerteten und die Items keine Reliabilität aufwiesen. Dies betraf nicht nur wie in allen Kategorien Experte 2 und 3, sondern bei dem Problem-Item Q3.2 auch Experte 1 und 2. Worin genau die unterschiedliche Interpretation bestand, unterlag der Spekulation: Eine Erwartungshaltung hinsichtlich der Reaktionsmöglichkeiten des NANEP-Modells könnte die Bewertung beeinflusst haben. Es machte sowohl einen Unterschied, ob der Experte das Modell kannte oder nicht, als auch, wie gut er es kannte. Die Konstruktion des Modells könnte einen Hinweis zur Aufklärung geben: Bei einer unzureichenden Ligatur des Fettprolapses sollte es zu einem Blutungsereignis kommen. Es lag nahe, dass die Experten, die das Modell kannten, auf eine andere Art und Weise als Experte 3, der das Modell nicht kannte, das sichtbare Ergebnis der Ligatur im Video bewerteten.

Bei einer weiteren Anwendung empfiehlt es sich, eine Einweisung der Experten in die Möglichkeiten und Grenzen des Modells vor Durchführung einer Probandenbewertung durchzuführen oder das Item Q3.2 zu überarbeiten.

Die Ergebnisse der Analyse der differentiellen Reliabilität der Kategorie Komplikationen wies auch auf ein zweites Problem hin: Die Items maßen insbesondere bei den Könnern ($\alpha = 0,08$) und bei OP2 ($\alpha = 0,31$) nicht zuverlässig. Dies hing unter anderem mit Item Q3.2 zusammen, musste aber auch noch andere Gründe haben: Die gezeigte Leistung in den Videos war für alle Experten gleich und es war ihnen nicht ersichtlich, welches Video welcher Gruppe zuzuordnen war. Die Items waren für die Gruppen Könnern und OP2 nicht reliabel, was darauf zurückzuführen werden könnte, dass sie für ein fortgeschrittenes Niveau (Experte bzw. OP2) nicht sensitiv genug waren.

4.5.5 Lernzuwachs

Die Könner verbesserten in keiner Kategorie ihre Leistung signifikant. In den Kategorien Instrumentengebrauch und Gewebebehandlung kam es zu einem leichten Punktezuwachs. Der nicht signifikante Lernzuwachs konnte zwei Ursachen haben: Entweder lernten die Probanden tatsächlich nichts oder sie waren bereits auf einem hohen Niveau, sodass sich der Unterschied nur noch leicht oder gar nicht mehr bemerkbar machte. Das war darauf zurückzuführen, dass jemand, der auf einem hohen Niveau begann, einen geringeren Lernzuwachs aufweisen konnte als jemand, der auf einem niedrigen Niveau begann. Die Anfänger hatten mehr Spielraum zur Verbesserung als die Gruppe der Könner mit einer hohen bereits vorhandenen Expertise. Der Lernzuwachs entzog sich im Fall der Könner möglicherweise der Signifikanztestung.

Der statistisch nicht signifikante Punktezuwachs ist nicht gleichzusetzen mit einem nicht-vorhandenen Lern-Erfolg. Im Gesundheitswesen ist auch ein singulärer Fehler, der verhindert werden kann oder eine kleine Verbesserung des Ergebnisses zum Vorteil des Patienten.

In den Kategorien Komplikationen und Endprodukt nahm die Bewertung der Könner von OP1 zu OP2 ab. Zudem zeigte sich eine inhomogenere Bewertung der Experten (Komplikationen: $SD_{K2}=0,69$, Endprodukt: $SD_{K2}=1,69$). In der Kategorie Komplikationen war das Item Q 3.2 nicht reliabel. Außerdem war in dieser Kategorie insbesondere bei den Könnern und OP2 auch der Finn-Koeffizient zur Detektion der Konstrukt-Validität und die Interrater-Reliabilität schlecht. Die Experten waren sich also uneinig und inkonsistent bei der Bewertung. In der Kategorie Endprodukt konnte jedoch von reliablen Items und Konstrukt Validität ausgegangen werden. Es folgte daraus, dass die Könner der Grund für die niedrigere Bewertung in der Kategorie Endprodukt sein mussten. Da davon ausgegangen werden konnte, dass die tatsächlich vorhandene Kompetenz der Könner innerhalb einer Woche mit Übung im Operationssaal nicht sinken konnte, musste es einen anderen Grund für die Leistungsabnahme geben. Eine Erklärung für die niedrigere Leistung war, dass die Könner sich bei der zweiten Operation weniger Mühe gaben oder unkonzentrierter wegen Überarbeitung oder Müdigkeit

waren. Dem widersprach, dass der Kurs am gleichen Wochentag und um die gleiche Uhrzeit durchgeführt wurde. Da sie das Modell bereits kannten, konnten auch emotionale Aspekte Ursache für die Verschlechterung sein. Motivation, Neugierde, der Reiz des Unbekannten und Herausforderungen unterstützen das Lernen entsprechend einem Übergang von Information von Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis (LaBar und Cabeza 2006). Falls diese Faktoren bei der zweiten Operation wegfielen, könnte dies zu unachtsamer und ungenauer Arbeit geführt haben. Das zeigte, dass die Leistungsprüfung am NANEP-Modell nicht zwingend das potenzielle Können der zu Bewertenden abbildete, sondern ein temporäres Abbild abhängig von den oben genannten intrinsischen Motivationen und Belohnungen darstellte.

Die Anfänger hingegen hatten in den Kategorien Gewebebehandlung, Komplikationen und Endprodukt einen signifikanten Zuwachs der erreichten Punktzahl in der NANEP-Operation. Das bedeutete, dass ihre Kompetenz messbar gestiegen war. Auch in der Kategorie Instrumentengebrauch verbesserten Anfänger ihre Punktzahl um einen Punkt, jedoch war diese Zunahme nicht signifikant. Das könnte darauf hindeuten, dass zwei Operationen nicht ausreichten, um eine kontrollierte, sichere und effiziente Benutzung der Operationsinstrumente zu erlernen (Ericsson et al. 1993). Insgesamt ließ sich trotzdem feststellen, dass es bei der praktischen Übung am Modell zu einem Lernzuwachs für die Anfänger kam. Ergebnisse, hier der Lernzuwachs, sind häufiger signifikant, wenn die Stichprobenzahl größer wird (Royall 1986). Deswegen war der nachgewiesene Lernzuwachs bei der tendenziell kleineren Stichprobenzahl der NANEP-Studie als Erfolg zu werten.

4.6 Autopsie-Daten

Die Modelle der OP1 der Könner wurden mit Ausnahme des Kriteriums Ligatur besser oder gleich bewertet als die OP1-Modelle der Anfänger.-

Die Daten der Autopsien der zweiten Operation zeigen anderes: hier wurden die Könner mit Ausnahme der Achternaht gleich oder schlechter bewertet.

Die Ergebnisse für das Kriterium Ligatur ließen sich folgendermaßen deuten: In 61% der Modelle war keine Ligatur vorhanden. Leichtfertig könnte man annehmen, dies lag an fehlender Kompetenz. Da aber insgesamt vier chirurgische Fachärzte an der Studie teilnahmen, dürfte das nicht der Grund gewesen sein. Vielmehr deutete es darauf hin, dass das Modell an dieser Stelle Mängel aufwies und Ligaturen nur schwer geknotet werden konnten. Der Hals des Fettprolapses war schmal und kurz und somit eine prädestinierte Schwachstelle. Er wurde aus Silikon hergestellt, ein Material, das mit Kraft durchtrennbar ist. Die niedrige Anzahl der vorhandenen Ligaturen könnte ein Hinweis auf bauliche Mängel des Modells sein. In OP2 waren bei Anfängern und Könnern mehr Ligaturen vorhanden, die Probanden schienen also gelernt zu haben, mit dem Modell adäquat umzugehen.

Die Achternaht wurde von den Könnern besser durchgeführt, in nur 25% war sie insuffizient. Hier schien das Modell zu funktionieren. Die Anfänger nähten in 66,7% eine insuffiziente Naht. Dieser hohe Anteil konnte auf die komplizierte Nahttechnik zurückgeführt werden, die von vielen Probanden der Gruppe der Anfänger höchstwahrscheinlich zum ersten Mal durchgeführt wurde. Auch hier schien zweimaliges Operieren für die Anfänger nicht auszureichen (Ericsson et al. 1993), um die Achternaht zuverlässig zu erlernen. Die Könner erreichten in OP2 hingegen bessere Werte. Mit schon vorhandener Expertise lernten sie besser das Modell zu operieren.

Die Autopsien zeigten in den Kriterien Ästhetik, Hautnaht, Peritoneum in OP2 Verschlechterungen in Vergleich mit OP1. Netzlage und Ligatur für Anfänger und Könner, Achternaht für Könner, Peritoneum für Anfänger zeigten Verbesserungen von OP1 zu OP2.

Die Ergebnisse der CAT-Auswertung, die eine Abnahme der Performance der Könner in OP2 zeigten, bestätigten sich bei der Autopsie der Modelle.

Die besseren Ergebnisse in OP2 der Könner für Netzlage, Ligatur und Achternaht konnten damit erklärt werden, dass sie die erfahrenen Probanden herausfordern. Daraus konnte man schließen, dass es bei zu einfachen Lernobjekte wie zum Beispiel die Hautnaht für den Könner zu einer Abnahme der Performance wegen fehlender intrinsischer Motivation kommen konnte.

Die Unterschiede der Autopsien von OP1 zu OP2 waren in keinem der Kriterien und weder bei Anfängern noch bei Könnern signifikant, ein Lernzuwachs konnte hier im Gegensatz zu der CAT-Untersuchung, wo die Anfänger in OP2 signifikant besser abschnitten, nicht beobachtet werden.

Für OP1 schien die Expertise ein prädiktives Merkmal zu sein. Für OP2 bestätigte sich das nicht, da die Expertise ein negativer Prädiktor gewesen wäre.

Zusammenfassend konnte die Frage der Kriteriums-Validität nicht hinreichend geklärt werden. Die Ergebnisse deuteten darauf hin, dass die Könner nicht alle Operationsschritte entsprechend ihrer Expertise durchgeführt hatten. Deswegen konnten die Ergebnisse der Autopsien keinen stringenten Zusammenhang zwischen Expertise und den untersuchten Kriterien am Modell zeigen. Das bedeutete nicht, dass von keiner Kriteriumsvalidität ausgegangen werden konnte, da in einigen Unterpunkten Zusammenhänge von den Ergebnissen der CAT-Untersuchung, den Autopsie-Ergebnissen und der Expertise vermutet werden konnte.

Zudem waren die Ergebnisse in begrenztem Rahmen verwertbar, da die Bewertung nur durch einen Experten erfolgte und die Kriterien nicht hinreichend statistisch untersucht wurden.

Interessanterweise deckten die Autopsien Mängel des NANEP-Modells auf. Der Hals des Fettprolapses sollte bei weiterer Herstellung des Modells überarbeitet werden um eine stabile Ligatur zu ermöglichen. Eignen würde sich hier beispielsweise eine feste Komponente (zum Beispiel ein Dochtfaden) innerhalb des Prolapes.

5. Zusammenfassung

Die folgenden Konklusionen lassenen sich aufgrund der vorangehenden Untersuchungen treffen:

1. Das NANEP-Modell ist inhaltlich valide: es setzt die Bauchdeckenanatomie der Nabelhernie realitätsnah um und ermöglicht im Simulationsumfeld das Erlernen einer in allen Operationsschritten realitätsnahen NANEP-Operation (*content validity*).
2. Mit dem angewandten Studienprotokoll zur Operation am NANEP-Modell lässt sich ein signifikanter Unterschied der Kompetenz zwischen Anfängern und Könnern messen. Die 12 CAT-Kriterien (Competency Assesement Tool) eignen sich zur Messung der Kompetenz (*differential validity*).
3. Mit einer zweiten praktischen Übung am Modell in einem Abstabnd von einer Woche, erlangt der/die Übende eine objektivierbare Verbesserung der Kompetenz, gemessen an den CAT-Kriterien (*construct validity*).
4. Anfänger zeigten einen grösseren Lernzuwachs mit dem NANEP-Modell als Könner.
5. Die Konstruktion des Modells kann in Zukunft durch eine festere komponente in der Struktur des Fettprolapses weiter optimiert werden. Die aktuelle Version des Fettprolapses hatte keinen negativen Einfluss auf das Gesamtergebnis, da beide Gruppen (Anfänger und Könner) gleichermassen damit konfrontiert waren.

Die These, dass das operierte Modell in der Autopsie Unterschiede je nach Expertise des Operateurs aufweist, hat sich in der NANEP-Studie nur Teilweise bestätigt. Dies lässt sich auf darauf zurückführen, dass Könner bei weniger herausfordernden Aufgaben (z.B. Hautnaht) nicht den gleichen Fleiss eingebracht haben, wie Anfänger. Daraus ergibt sich, dass die gemessene Kompetenz nicht zwingend die tatsächliche Kompetenz widerspiegelt.

Der dargestellte Lernzuwachs in der NANEP-Studie deckte sich mit den Ergebnissen von anderen Simulationsmodellen mit offenen Operationen, bei denen

sich im Allgemeinen ein signifikanter Zuwachs der chirurgischen Fähigkeiten zeigte (Davies et al. 2013), (McGaghie et al. 2006).

Auch der Nutzen des Einsatzes von High-Fidelity-Simulationsmodellen in der medizinischen Ausbildung bestätigte sich in der NANEP-Studie im Einklang mit den vorangegangenen Untersuchungen (Issenberg et al. 2005).

Die Aussage, dass Simulationen sich zur Bewertung der Leistung (Scalese et al. 2008) und somit zur Lernerfolgskontrolle (Satava 2006) eignen, konnte die NANEP Studie bestätigen.

Mit dem NANEP-Modell gelang die Entwicklung eines kostengünstigen und einfach nachzubauenden Modells. Die NANEP-Studie validierte das Full-Procedural-High-Fidelity-NANEP-Simulationsmodell. Der Nachweis des Lernzuwachses zeigt, dass das Modell effektiv in der medizinischen Ausbildung eingesetzt werden könnte. Besonders eignen würde sich der Einsatz für Chirurgen zu Beginn der Ausbildung zum Facharzt. In Ergänzung mit anderen Simulationsmodellen könnte das NANEP-Modell Teil von chirurgischen Ausbildungskursen ähnlich derer am Imperial College in London sein.

6. Literaturverzeichnis

- Aggarwal, R. und Darzi, A. (2006). Technical-skills training in the 21st century. The New England Journal of Medicine 355, 2695-2696, doi: 10.1056/NEJMe068179.
- Al-Elq, A. H. (2010). Simulation-based medical teaching and learning. Journal of Family & Community Medicine 17, 35-40, doi: 10.4103/1319-1683.68787.
- Beard, J. D., Jolly, B. C., Newble, D. I., Thomas, W. E. G., Donnelly, J. und Southgate, L. J. (2005). Assessing the technical skills of surgical trainees. British Journal of Surgery 92, 778-782, doi: 10.1002/bjs.4951.
- Bentler, P. M. und Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. Psychological Bulletin 88, 588-606, doi: 10.1037/0033-2909.88.3.588.
- Berkson, J. (1938). Some difficulties of interpretation encountered in the application of the chi-square test. Journal of the American Statistical Association 33, 526-536.
- Bradley, P. (2006). The history of simulation in medical education and possible future directions. Medical Education 40, 254-262, doi: 10.1111/j.1365-2929.2006.02394.x.
- Bühner, M.: Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. 3. aktualisierte und erw. Auflage, Kapitel 2.4, p. 62; Pearson Studium, München 2011.
- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. Journal of Applied Psychology 78, 98-104, doi: 10.1037/0021-9010.78.1.98
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika 16, 297-334, doi: 10.1007/BF02310555
- Davies, J., Khatib, M. und Bello, F. (2013). Open Surgical Simulation - A Review. Journal of Surgical Education 70, 618-627, doi: 10.1016/j.jsurg.2013.04.007.
- Dreyfus, S. E. und Dreyfus, H. L.: A five-stage model of the mental activities involved in directed skill acquisition, p. 15, California University Berkeley Operations Research Center, California 1980.

- Eichhorn, T.: Systematische psychologisch-diagnostische Gesprächsführung und Verhaltensbeobachtung zur Erfassung leistungsrelevanter Arbeitshaltungen. P 74. Diplom Arbeit Universität Wien 2011.
- Eraut, M.: Developing professional knowledge and competence, p. 124, Falmer Press, London 1994.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. und Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological review* 100, 363.
- Finn, R. H. (1970). A note on estimating the reliability of categorical data. *Educational and Psychological Measurement* 30, 71-76.
- Fisseni, H.-J.: Lehrbuch der psychologischen Diagnostik. Mit Hinweisen zur Intervention. 3. überarb. und erw. Aufl, Kapitel 4: Abriss der klassischen Testtheorie; Hogrefe, Göttingen 2004.
- Friedrich, U.; Backhaus, J.; Zipper, C. T.; König, S.; Mavroveli, S.; Wiegering, A.; Olbrecht, S.; Puppe, F.; Dietz, U. A. (2019). Validation and educational impact study of the NANEP high-fidelity simulation model for open preperitoneal mesh repair of umbilical hernia. *Hernia*, published online 19.07.2019, doi: 10.1007/s10029-019-02004-9
- Ghiselli, E. E. (1963). Moderating effects and differential reliability and validity. *Journal of Applied Psychology* 47, 81-86, doi: 10.1037/h0047177.
- Issenberg, S. B., McGaghie, W. C., Petrusa, E. R., Lee Gordon, D. und Scalese, R. J. (2005). Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning. A BEME systematic review. *Medical Teacher* 27, 10-28, doi: 10.1080/01421590500046924.
- Khatib, M., Hald, N., Brenton, H., Barakat, M. F., Sarker, S. K., Standfield, N., Ziprin, P., Kneebone, R. und Bello, F. (2014). Validation of open inguinal hernia repair simulation model. A randomized controlled educational trial. *American journal of surgery* 208, 295-301, doi: 10.1016/j.amjsurg.2013.12.007.
- LaBar, K. S. und Cabeza, R. (2006). Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews Neuroscience* 7, 54, doi: 10.1038/nrn1825.
- Lee, J. T., Qiu, M., Teshome, M., Raghavan, S. S., Tedesco, M. M. und Dalman, R. L. (2009). The utility of endovascular simulation to improve technical

- performance and stimulate continued interest of preclinical medical students in vascular surgery. *Journal of surgical education* 66, 367-373, doi: 10.1016/j.jsurg.2009.06.002.
- SPSS Statistics for Windows (2013). Machines, I. B, IBM Corp Armonk, Version 22.
- Maran, N. J. und Glavin, R. J. (2003). Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Medical Education* 37, 22-28, doi: 10.1046/j.1365-2923.37.s1.9.x.
- McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Petrusa, E. R. und Scalese, R. J. (2006). Effect of practice on standardised learning outcomes in simulation-based medical education. *Medical Education* 40, 792-797, doi: 10.1111/j.1365-2929.2006.02528.x.
- Miskovic, D.: Proficiency gain and competency assessment in laparoscopic colorectal surgery. PhD Thesis, Imperial College London, Department of Surgery and Cancer, London 2012.
- Nunnally, J. C. und Bernstein, I. H.: *Psychometric theory*. 3. Auflage; McGraw-Hill, New York 1994.
- Polit, D. F., Beck, C. T. und Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in nursing & health* 30, 459-467, doi: 10.1002/nur.20199.
- Lorenz, R., Koch, A., Köckerling, F. (2014). Doch unterschätzt – Nabel- und epigastrische Hernien. *Chirurgische Allgemeine Zeitung* 15, 408-411.
- Rasch, D. & Guiard, V. (2004). The robustness of parametric statistical methods. *Psychological Science* 46, 175-208.
- Reznick, R. K. und MacRae, H. (2006). Teaching surgical skills - changes in the wind. *The New England Journal of Medicine* 355, 2664-2669, doi: 10.1056/NEJMra054785.
- Rhona Flin Paul O'Connor Kathryn Mearns (2002). Crew resource management: improving team work in high reliability industries. *Team Performance Management: An International Journal* 8, 68-78, doi: 10.1108/13527590210433366.
- Ritz, J.-P., Gröne, J., Hopt, U., Saeger, H. D., Siewert, J. R., Vollmar, B., Lauscher, J. C., Lehmann, K. S. und Buhr, H. J. (2009). Zehn Jahre "Praktischer Kurs für

- Viszeralchirurgie Warnemünde". Bedeutung und Nutzen eines chirurgischen Trainingskurses. *Der Chirurg* 80, 864-871, doi: 10.1007/s00104-009-1782-0.
- Roberts, K. E. (2006). Evolution of surgical skills training. *World Journal of Gastroenterology* 12, 3219, doi: 10.3748/wjg.v12.i20.3219.
- Royall, R. M. (1986). The Effect of Sample Size on the Meaning of Significance Tests. *The American Statistician* 40, 313-315, doi: 10.1080/00031305.1986.10475424.
- Satava, R. M. (2006). Assessing surgery skills through simulation. *The Clinical Teacher* 3, 107-111, doi: 10.1111/j.1743-498X.2006.00096.x.
- Scalese, R. J., Obeso, V. T. und Issenberg, S. B. (2008). Simulation Technology for Skills Training and Competency Assessment in Medical Education. *Journal of General Internal Medicine* 23, 46-49, doi: 10.1007/s11606-007-0283-4.
- Schliebs, R. & Ackermann, J. (1987). Chemie und Technologie der Silicone I. *Chemie in unserer Zeit* 21, 121- 127, doi: 10.1002/ciuz.19870210404
- Siewert, J. R., Rothmund, M. & Schumpelick, V.: *Praxis der Viszeralchirurgie Gastroenterologische Chirurgie*. 3. Auflage, Kapitel 43, p 892; Springer-Verlag, Berlin 2011.
- Scott, W. A. (1955). Reliability of Content Analysis. The Case of Nominal Scale Coding. *The Public Opinion Quarterly* 19, 321-325.
- Seo, H. S., Eom, Y. H., Kim, M. K., Kim, Y.-M., Song, B. J. und Song, K. Y. (2017). A one-day surgical-skill training course for medical students' improved surgical skills and increased interest in surgery as a career. *BMC Medical Education* 17, 265, doi: 10.1186/s12909-017-1106-x.
- Stratford, P. W. und Riddle, D. L. (2005). Assessing sensitivity to change. Choosing the appropriate change coefficient. *Health Qual Life Outcomes* 3, 23, doi: 10.1186/1477-7525-3-23.
- Sun, R., Merrill, E. und Peterson, T. (2001). From implicit skills to explicit knowledge. A bottom-up model of skill learning. *Cognitive Science* 25, 203-244, doi: 10.1016/S0364-0213(01)00035-0.
- Taber, K. S. (2018). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education* 48, 1273–1296, doi: 10.1007/s11165-016-9602-2.

- Tavakol, M. und Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education* 2, 53-55, doi: 10.5116/ijme.4dfb.8dfd.
- Tavakol, M., Mohagheghi, M. A. und Dennick, R. (2008). Assessing the Skills of Surgical Residents Using Simulation. *Journal of Surgical Education* 65, 77-83, doi: 10.1016/j.jsurg.2007.11.003.
- Team, R. C. (2013). R foundation for statistical computing. Vienna, Austria 3.
- Vick, L. R., Vick, K. D., Borman, K. R. und Salameh, J. R. (2007). Face, Content, and Construct Validities of Inanimate Intestinal Anastomoses Simulation. *Journal of Surgical Education* 64, 365-368, doi: 10.1016/j.jsurg.2007.04.006.
- Ziv, A., Wolpe, P. R., Small, S. D. und Glick, S. (2006). Simulation-based medical education. An ethical imperative. *Simulation in Healthcare* 1, 252-256, doi: 10.1097/01.SIH.0000242724.08501.63.

7. Anhang

7.1 Ethik-Kommission



Ethik-Kommission • Versbacher Str. 9 • 97078 Würzburg

Prof. Dr. Dr. Ulrich Dietz
Chirurgische Klinik und Poliklinik (Chirurgische Klinik I)
ZOM/Oberdürrbacher Str. 6
97080 Würzburg

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

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

Würzburg, 18.11.2016

bei Schriftwechsel bitte angeben: 20161013 02

Beratung

Projekt: "High-Fidelity Operationsmodelle aus Silikon zu komplexen Gesichtsnähten sowie zur konventionellen und laparoskopischen Hernien-Versorgung: Validierung und educational impact study"

Sehr geehrter Prof. Dietz,

zu Ihrer Anfrage vom 13.10.2016 zu o.g. Frage bzw. Projekt nimmt die Ethik-Kommission wie folgt Stellung.

Auf der Grundlage der vorgelegten Informationen besteht keine Notwendigkeit einer gesonderten Antragstellung bei der Ethik-Kommission für die geplanten Untersuchungen.

Es bestehen Seitens der Ethik-Kommission keine Einwände gegen die geplanten Untersuchungen im Rahmen des o.g. Projekts.

Die verantwortlichen Untersucher haben dafür Sorge zu tragen, dass die Freiwilligkeit der Teilnahme nicht durch ein Abhängigkeitsverhältnis beeinflusst wird und dass "schlechte Bewertungen/Ergebnisse" im Rahmen der Untersuchungen keine Nachteile für die Teilnehmer zur Folge haben.

Die Ethik-Kommission wünscht Ihnen viel Erfolg.

Mit freundlichen Grüßen

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

Ausgefertigt im Auftrag


Dr. med. Reinhard Wölfel
Geschäftsführer der Ethik-Kommission

Abbildung 64 – Briefwechsel Ethik Kommission

7.2 Übersicht der Funktionen der CATLIVE-Plattform

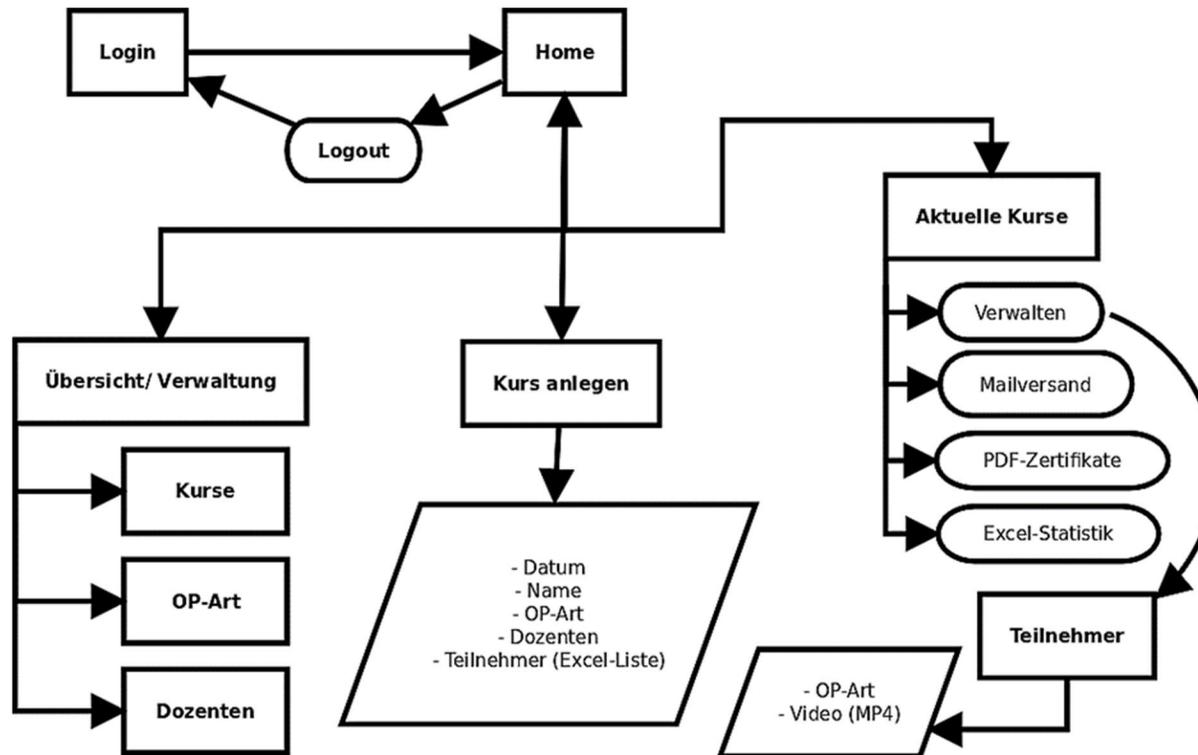


Abbildung 65 – Flussdiagramm CATLIVE

7.3 Die Operation der Nabelhernie

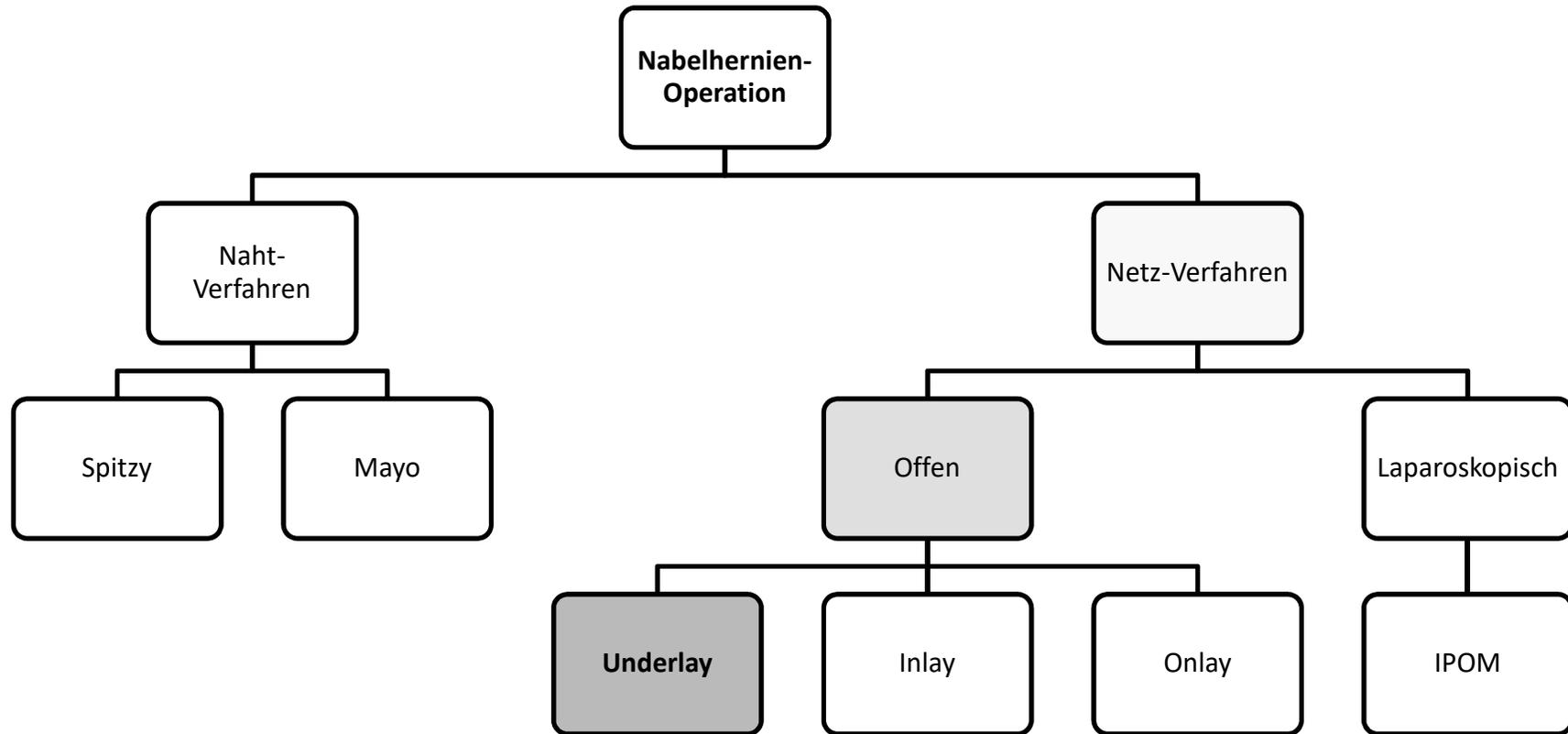
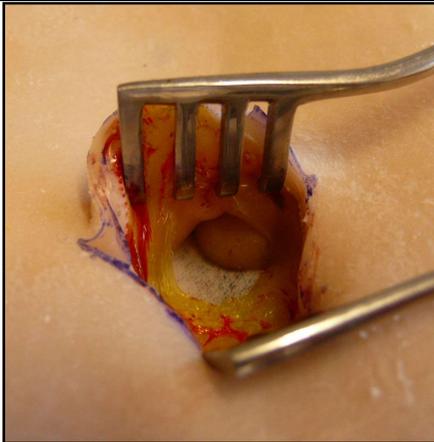


Abbildung 66 – Nabelhernien-Operationsverfahren (Ralph Lorenz, Andreas Koch, Ferdinand Köckerling und die Herniamed-Studiengruppe 2014)

7.4 Operationstutorial: Strukturierte Übungsanleitung für das NANEP-Nabelhernien-Modell

	Operationsschritt	Material	Arbeitsziel	Bemerkungen
1			Planung der Schnittführung	OP-Time-Out: Identifikation, Indikation, Komorbiditäten Antibiotika-Prophylaxe
2			Hautschnitt a) Smiley-Inzision am Nabel-Unterrand	

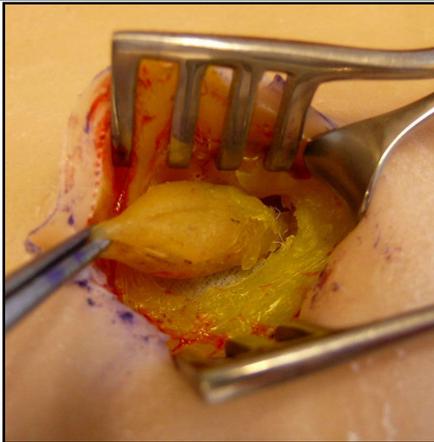
3



Präparation bis zur Bruchpforte
b) Präparation am Unterrand des Bruchsacks bis zur Linea alba und dem Unterrand der Bruchpforte

Der Zugang zur Linea alba und der Bruchpforte wird stumpf präpariert; das Fettgewebe beider Körperhälften trifft median in einer ablösbaren Ebene aufeinander; diese Ebene ist avaskulär, Bei der Umschneidung der Bruchpforte auf Faszieniveau soll nicht das Peritoneum durchtrennt werden,

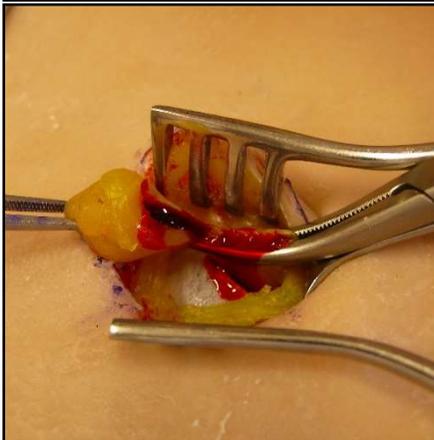
4



Freilegung des präperitonealen Fettprolapses
c) Umschneidung der Bruchpforte auf Faszieniveau, mit Ablösung der Nabeninsertion
d) Der präperitoneale Fettprolaps wird vom Bruchsack und von der Bruchpforte abgelöst
e) Der Bruchsack wird nicht eröffnet und nach präperitoneal eingestülpt,

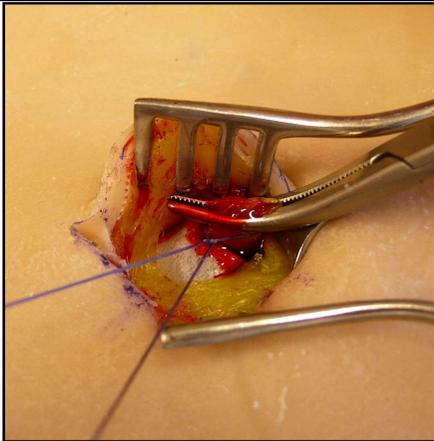
Der Bruchsack kann stark mit der Nabelhaut verwachsen sein und die Nabelhaut ist sehr dünn, Zur Vermeidung von Koagulationsschäden wird dieser Präparationsschritt mit der scharfen Schere durchgeführt, Falls der Bruchsack akzidentell eröffnet wird, sollte die peritoneale Öffnung mit einer dünnen Naht verschlossen werden,

5



Abtragung des
Fettprolaps
e) Absetzen des
präperitonealen
Fettprolapses mit
Overholt-Klemme und
Ligatur

Der begleitende
präperitoneale Fettprolaps
liegt dem peritonealen
Bruchsack an und kann von
diesem getrennt werden,



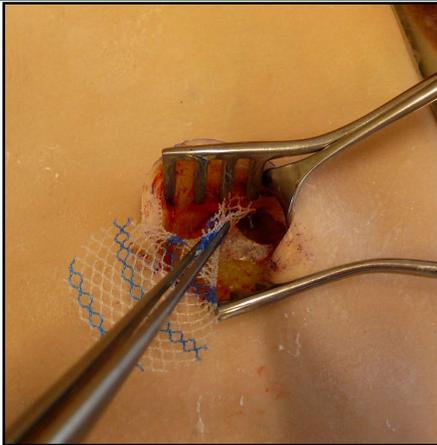
6



Präparation der inneren Bruchpforte
f) Stumpfe Ablösung des Fettgewebes von der hinteren Abdominalfaszie mit dem Stielchen; dadurch wird die sogenannte „Underlay-Schicht“ freigelegt

Der präperitoneale Raum wird anatomisch durch die im Nabel konfluierenden Embryonalstrukturen und peritonealen Plicae begrenzt, Nach cranial und caudal kann dieser Raum 5cm weit präpariert werden; nach lateral hin jedoch nur 1-3cm, Die akzidentelle stumpfe Eröffnung des Peritoneums wird durch fehlenden Widerstand zum Stielchen erkannt, Bei Eröffnung mit kleiner Nadel und dünnem Faden Peritoneum nähen, um

7

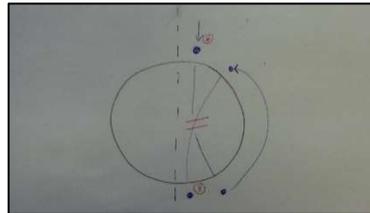
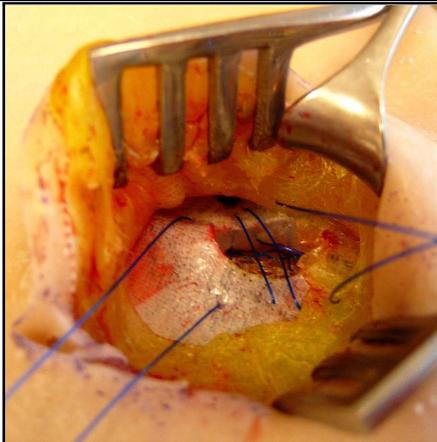


Netzeinlage
g) Zuschneiden des Netzes, Die Größe des Netzes wird nach Präparation des präperitonealen Raumes geschätzt und das Netz entsprechend zugeschnitten
h) Fadenmarkierung des Netz-Mittelpunkts
i) Einführen des nach oben gefalteten Netzes mit anatomischer Pinzette in cranialer Richtung, dann in caudaler Richtung und schließlich Ausstreichen mit dem Pinzetten-Rücken nach lateral

das Netz nicht in Kontakt mit dem Darm zu bringen,

Es gilt wie immer die Regel: je größer der Durchmesser der Bruchpforte, desto größer das notwendige Netz; die Größe muss im Ermessen des Operateurs proportional zur Größe der Bruchpforte sein, Zum Einführen des Netzes kann der Oberrand der Bruchpforte mit der Kocher-Klemme angehoben werden; dadurch trennen sich die Schichten zeltartig und das Netz verhakt sich nicht Durch die mittige Fadenmarkierung kann das Netz optimal zentriert werden,
Die Bruchpforte soll nicht durch Schnitt erweitert werden; wenn die Bruchlücke zu eng ist, kann sie mit dem Overholt gedehnt werden (Durch eine 0,8 cm Bruchlücke kann ein 5 cm rundes, großporiges Netz implantiert werden),

8



Naht der Bruchlücke mit Netzfixation
j) Bruchlückenverschluss mit PDS Achternähten, Mit jedem Stich wird das Netz zentral in einer Masche mitgefasst, um eine Dislokation vor Inkorporation zu verhindern

Bei sehr schlanken Patienten kann der subkutan gelegene PDS-Knoten Schmerzen verursachen; in diesem Fall ist der invertierte Knoten sinnvoll, Dafür erfolgt der erste Einstich aus der Tiefe von hinten nach vorne durch die Faszie, Wenn eine zu große Netzfläche zentral mit der Achternahrt mitgefasst wird, faltet sich das Netz ggf. beim Knüpfen, Es wird daher empfohlen, nur eine Fadenmasche des Netzes mitzufassen,

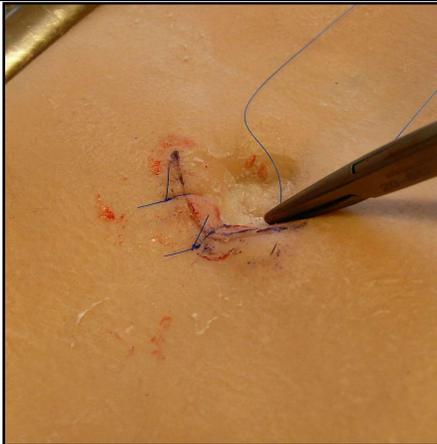
9



Reinsertion des Nabels
mit einer resorbierbaren
Naht

Um eine ästhetische
Nabelgrube herzustellen,
empfiehlt sich die mittige
Annahm des Nabels an der
Linea alba,

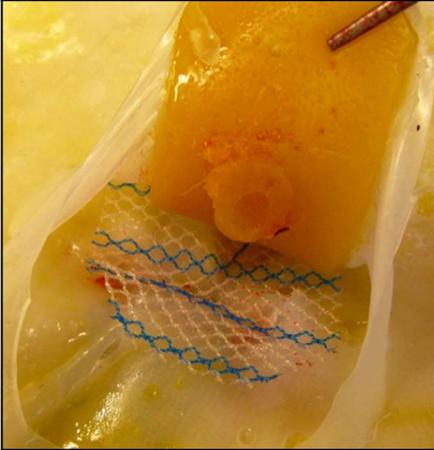
10



Hautnaht
k) Hautnaht in
Intrakutan-Technik

Naht mit monofilem
kurzfristig resorbierbaren
Faden und kleiner Nadel oder
Einzelknopfnahnt mit
monofilem nicht
resorbierbarem Faden,

11



Ergebnis-Überprüfung

Das Modell kann umgedreht werden und das Peritoneum eingeschnitten werden, Damit kann die vollständige Ausbreitung des Netzes in der geplanten extraperitonealen Underlay-Position begutachtet werden, Die infraumbilikal Plicae wurden bei der NANEP-Technik von der Bauchdecke abgelöst, Das hier üblicherweise angelegte Fettgewebe ist bei der beschriebenen Technik kein Störfaktor für das Anliegen des Netzes an der Hinterwand der Linea alba,

7.5 NANEP-Fragebogen

1. Demografische Informationen

Name des Teilnehmers: _____ Tutor: _____ Datum: ____/____/____

Alter _____ / Geschlecht: W M / Trainings Niveau: Student Assistent Facharzt / FA seit: _____ Jahren

Anzahl der von Ihnen bereits durchgeführten Nabelhernien-Operationen: _____

2. Modell

Anweisung: Bitte bewerten Sie die folgenden Aspekte von 1 (Stimme gar nicht zu) bis 5 (Stimme sehr zu).

Item	Stimme gar nicht zu	1	2	3	Weder /noch	4	5	Stimme sehr zu	N/ A
2.1 Die folgenden anatomischen Strukturen sind akkurat dargestellt:									
2.1.1 Haut		1	2	3		4	5		N/A
2.1.2 Subkutanes Fettgewebe		1	2	3		4	5		N/A
2.1.3 Bruchsack		1	2	3		4	5		N/A
2.1.4 Inhalt des Bruchsacks (prolabiertes Fettgewebe)		1	2	3		4	5		N/A
2.1.5 Aponeurose (Linea alba)		1	2	3		4	5		N/A
2.1.6 Bruchlücke der Umbilikalhernie (gap)		1	2	3		4	5		N/A

2.1.7	Präperitonealer Raum	1	2	3	4	5	N/A
2.1.8	Das Modell ist insgesamt sehr akkurat konstruiert	1	2	3	4	5	N/A
2.2	Die Arbeit mit den anatomischen Strukturen ist realitätsnah:						
2.2.1	Hautinzision	1	2	3	4	5	N/A
2.2.2	Dissektion des subkutanen Fettgewebes	1	2	3	4	5	N/A
2.2.3	Inzision des Bruchsack-Halses	1	2	3	4	5	N/A
2.2.4	Mobilisation des Fettgewebes aus dem Bruchsack heraus	1	2	3	4	5	N/A
2.2.5	Ligatur und Exzision des hernierten Fettprolapses	1	2	3	4	5	N/A
2.2.6	Präparation des präperitonealen (Underlay) Raumes	1	2	3	4	5	N/A
2.2.7	Einbringung und Entfaltung des Netzes	1	2	3	4	5	N/A
2.2.8	Naht der umbilikalen Bruchpforte mit Einbeziehung des Netzes	1	2	3	4	5	N/A
2.2.9	Reinsertionsnaht des Nabels	1	2	3	4	5	N/A
2.2.10	Hautnaht	1	2	3	4	5	N/A
2.3	Die Eignung des Modells für Übungszwecke:						
2.3.1	Das Modell bietet nützliche Lernerfahrungen.	1	2	3	4	5	N/A
2.3.2	Das Modell ermöglicht Ihnen ähnliche Operationsschritte durchzuführen wie im realen Operationsalltag.	1	2	3	4	5	N/A
2.3.3	Das Modell enthält alle wesentlichen Elemente zum Erlernen der Operation	1	2	3	4	5	N/A

2.3.4	Die Übungserfahrung war nützlich und relevant für den Alltag.	1	2	3	4	5	N/A
2.3.5	Das schriftliche Tutorial bietet ausreichend Informationen um den Übungseingriff durchzuführen.	1	2	3	4	5	N/A
2.3.6	Das Video ist didaktisch und informativ; es vermittelt einen guten Überblick der Übungen die am Modell durchzuführen sind.	1	2	3	4	5	N/A
Kommentare:							

3. Datenschutzerklärung

- Ich bin damit einverstanden, dass meine Daten und die Operationsvideos zur Bewertung des Kurses auf einem eigens dafür bereitgestellten Server der Universität Würzburg und des Universitätsklinikums Würzburg pseudonymisiert gespeichert werden und zur Bewertung durch Dritte verwendet werden dürfen.
- Ich möchte ein Zertifikat für den Kurs und ein objektiviertes und schriftliches Feedback an folgende Adresse gesendet bekommen
 Name: _____
 Straße/PLZ/Stadt: _____
- Ich widerspreche der Speicherung meiner Daten und der Operationsvideos.

Datum

Ort

Unterschrift

7.6 Ergebnisse NANEP-Fragebogen

Tabelle 31 – NANEP: Ergebnisse der Demografischen Daten

	Studierende (n=12)	Assistenz-/ Fachärzte (n=6)
Weiblich (n=)	6	2
Männlich (n=)	6	4
Alter M (SD)	26,18 (2,27)	34,50 (2,07)
Seit wie vielen Jahren befinden Sie sich in diesem Ausbildungsstand (Anzahl in Jahren)? M (SD)	4,67 (1,67)	2,67 (2,07)
Anzahl der von Ihnen bereits gesehenen NANEP-Operationen M (SD)	3,45 (1,38)	8,83 (6,71)
Anzahl der von Ihnen bereits durchgeführten Nabelhernien- Operationen M (SD)	1,83 (0,58)	13,83 (17,90)

Tabelle 32 – Cronbach's alpha für Skala Darstellung der anatomischen Strukturen

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items
0,63	8

Tabelle 33 – Cronbach's alpha für Skala Darstellung der Realitätsnahe Arbeit mit den anatomischen Strukturen

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items
0,87	10

Tabelle 34 – NANEP: Cronbach's alpha, wenn Item weggelassen für Skala Realitätsnahe Arbeit mit den anatomischen Strukturen

Item	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
2.2.1 Hautinzision	-0,06	0,90
2.2.2 Dissektion des subkutanen Fettgewebes	0,52	0,86
2.2.3 Inzision des Bruchsack-Halses	0,78	0,84
2.2.4 Mobilisation des Fettgewebes aus dem Bruchsack heraus	0,77	0,84
2.2.5 Ligatur und Exzision des hernierten Fettprolapses	0,85	0,84
2.2.6 Präparation des präperitonealen (Underlay) Raumes	0,79	0,84
2.2.7 Einbringung und Entfaltung des Netzes	0,88	0,84
2.2.8 Naht der umbilikalen Bruchpforte mit Einbeziehung des Netzes	0,69	0,85
2.2.9 Reinsertionsnaht des Nabels	0,27	0,88
2.2.10 Hautnaht	0,26	0,88

Erklärung 8 Item spezifische alpha-Werte

Tabelle 35 – Cronbach's alpha für Skala Eignung des Modells für Übungszwecke

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items
0,45	6

Tabelle 36 – Cronbach's alpha singularär für Könner für Skala Eignung des Modells für Übungszwecke

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items
0,53	6

7.7 CAT: Competency Assessment Tool

Competency Assessment Tool (CAT) for NANEP umbilical hernia repair

Trainee name: _____ Assessor: _____ Date: ____/____/____

1. Please ✓ the description that best describes the observed performance:

TASK	INSTRUMENT USE		TISSUE HANDLING		NEAR MISSES AND ERRORS		END-PRODUCT QUALITY	
EXPOSURE Incision of the skin, exposure of the hernia sac, identification of linea alba	Use of grasping and dissecting tools:		Tissue dissection of the sac:		Exposure was performed with:		Was the complete orifice exposed?	
	Uncoordinated	Stiff and uncontrolled movements, overshooting	Damaging	Tissue damaging technique, forceful	Complication	Uncontrolled bleed, damage to sensitive structures	No	Anatomical structures insufficiently/not identified
	Hesitant	Controlled movements, but hesitant and inefficient	Hesitant	Controlled movements but hesitant and inefficient	Near miss(es)	Bloody dissection, too close to sensitive structures	Vaguely	Identified, but covered by tissue/ or stripped
	Skilful	Smooth, controlled and meaningful movements	Safe	Safe and clean dissection technique	No damage	No essential damage	Yes	Main structures correctly described
	Versatile	Masterful instrument use, effective movements	Versatile	Efficient, economic and safe incision	Tissue-protective	Performed with best possible tissue protection	Anatomically	Clear demonstration of anatomy
	N/A		N/A		N/A		N/A	
Comments:		Comments:		Comments:		Comments:		
CLEARANCE OF ORIFICE Safe dissection of hernia sac, resection of the fatty probe and preparation of preperitoneal space	Use of grasping and dissecting tools:		Dissection technique for clearance of lipoma and umbilical orifice:		Clearance of orifice was performed with:		Was the hernia safely prepared, ligated and excised and the preperitoneal space cleared?	
	Uncoordinated	Stiff and uncontrolled movements, overshooting	Aggressive	Forceful, bloody dissection, wrong planes	Complication	Uncontrolled bleed, insufficient ligature	Uncontrolled	Missed hernia ligature
	Hesitant	Controlled movements, but hesitant and inefficient	Inefficient	Hesitant cuts, without apparent effect	Near miss(es)	Bloody dissection, second ligature attempt	Imprecise	Insufficient clearance of preperitoneal space
	Skilful	Smooth, controlled and meaningful movements	Safe	Safe dissection technique, correct planes	No damage	No essential damage	Safe	Safe hernia ligation, cleared preperitoneal space
	Versatile	Masterful instrument use, effective movements	Efficient	Smooth and efficient dissection technique	Tissue-protective	Performed with best possible tissue protection	Ideal	Consistently correct tissue planes
	N/A		N/A		N/A		N/A	
Comments:		Comments:		Comments:		Comments:		
MESH POSITION AND ORIFICE CLOSURE Adequate mesh position and overlapping, suture of the orifice and suture of the skin	Insertion and deployment of the mesh, suture of the umbilical opening:		Use of non-dominant hand (NDH):		Repair was performed with:		Was an adequate sized mesh placed and the umbilical opening sutured?	
	Hazardous	Insufficient view, uncontrolled movements	Stagnant	NDH does not move	Complication	Tears of peritoneum, widening of hernial gap	Uncontrolled	Wrong mesh position, excessive mesh shrinkage
	Laborious	Awkward and repeated unnecessary attempts	Lagging	NDH is adjusting with delay or without efficiency	Near miss(es)	Mesh edge folded, asymmetrical sutures	Imprecise	Mesh asymmetry, excessive fold by sutures
	Efficient	Instruments accurately positioned	Meaningful	Meaningful adjustment of NDH to improve tasks	No damage	No damage to mesh, peritoneum and fabric	Satisfactory	Good mesh position, satisfactory sutures
	Masterly	Highly efficient and safe use of instruments	Forward-planning	Strategic and intelligent adjustments by NDH	Tissue-protective	Performed with best possible tissue protection	Ideal	Ideal mesh position, ideal closure of umbilical opening, perfect reconstruction
	N/A		N/A		N/A		N/A	
Comments:		The first assistant: = Was a hindrance to the procedure = Worked according to the trainees advises = Was of decisive help to the procedure		Comments:		Comments:		

© Stella Mavrouli, Imperial College London & Ulla Friedrich and Ulrich A. Dietz, University of Wuerzburg

Page 1

7.8 Ergebnisse CAT

Tabelle 37 – CAT: Gesamte Ergebnisse

Kriterium		Instrumentengebrauch	Gewebebehandlung	Komplikationen	Endprodukt	Durchschnittswert
Mittelwert (SD)	Insgesamt	7,48 (1,27)	7,80 (1,33)	7,77 (1,06)	8,41 (1,25)	7,87 (0,39)
	OP1	7,00 (1,29)	7,17 (1,24)	7,39 (1,07)	8,02 (1,73)	7,24 (0,19)
	OP2	7,96 (1,08)	8,43 (1,13)	8,15 (0,93)	8,80 (1,23)	8,17 (0,19)
	Anfänger	7,03 (1,19)	7,43 (1,35)	7,51 (1,09)	8,06 (1,65)	7,37 (0,23)
	Köner	8,39 (,92)	8,53 (1,00)	8,28 (0,80)	9,11 (1,63)	8,37 (0,12)
Minimum		4,33	4,67	5,33	6,33	
Maximum		9,76	10,00	10,00	11,67	
Cronbach's α		0,86	0,77	0,48	0,74	0,71
Finn-Koeffizient	Insgesamt	0,69	0,65	0,52	0,64	0,63
	OP1	0,70	0,69	0,60	0,62	0,65
	OP2	0,71	0,60	0,44	0,66	0,60
	Anfänger	0,70	0,65	0,55	0,64	0,64
	Köner	0,67	0,64	0,46	0,66	0,61

Tabelle 38 – CAT: Gesamtbewertung stratifiziert nach Experte 1,2,3: sowie Anfänger & Könner, OP1 & OP2 aller Kategorien

		Mittelwert (SD)		
		Experte 1	Experte 2	Experte 3
Instrumentengebrauch	Gesamt	7,50 (2,15)	6,78 (1,97)	8,16(1,00)
	Anfänger	7,13 (2,11)	6,00 (1,72)	7,96 (1,00)
	Könner	8,25 (2,09)	8,33 (1,50)	8,58 (0,90)
	OP1	6,72 (2,08)	5,94 (1,80)	8,33 (1,08)
	OP2	8,23 (1,96)	7,61 (1,82)	8,00 (0,91)
Gewebebehandlung	Gesamt	8,14 (2,18)	7,03 (2,22)	7,94 (1,37)
	Anfänger	7,75 (2,21)	6,83 (1,71)	7,71 (1,52)
	Könner	8,92 (1,96)	8,25 (1,36)	8,42 (0,90)
	OP1	7,39 (1,85)	6,39 (1,38)	7,72 (1,45)
	OP2	8,89 (2,27)	8,22 (1,56)	8,17 (1,29)
Komplikationen	Gesamt	7,53 (2,08)	7,86 (1,89)	7,92 (1,34)
	Anfänger	7,38 (2,26)	7,17 (1,69)	8,00 (1,29)
	Könner	7,83 (1,70)	9,25 (1,55)	7,75 (1,48)
	OP1	7,06 (1,73)	6,89 (1,88)	8,22 (1,31)
	OP2	8,00 (2,33)	8,83 (1,38)	7,61 (1,33)
Endprodukt	Gesamt	8,36 (1,85)	8,00 (1,79)	8,86 (1,40)
	Anfänger	8,04 (1,81)	7,33 (1,63)	8,79 (1,18)
	Könner	9,00 (1,86)	9,33 (1,30)	9,00 (1,81)
	OP1	7,78 (1,63)	7,17 (1,79)	9,11 (1,18)
	OP2	8,94 (1,92)	8,83 (1,38)	8,61 (1,58)

SD = Standardabweichung

Tabelle 39 – Cronbach's alpha der Kategorie Instrumentengebrauch

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
0,86	0,87	3

Tabelle 40 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Instrumentengebrauch

	Korrigierte Item-Kategorie-Korrelation	Cronbachs α, wenn Item weggelassen
Q1.1	0,73	0,80
Q1.2	0,83	0,71
Q1.3	0,70	0,86

Tabelle 41 – Cronbach’s alpha der Kategorie Gewebebehandlung

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
0,77	0,78	3

Tabelle 42 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Gewebebehandlung

	Korrigierte Item-Kategorie-Korrelation	Cronbachs α, wenn Item weggelassen
Q2.1	0,54	0,76
Q2.2	0,65	0,67
Q2.3	0,66	0,63

Tabelle 43 – Cronbach’s alpha der Kategorie Komplikationen

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
0,48	0,50	3

Tabelle 44 – Cronbach’s alpha der Kategorie Komplikationen und Experte 1 & 2

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items
0,64	3

Tabelle 45 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Komplikationen für Experte 1 und 2

Cronbachs α, wenn Item weggelassen		
	Experte 1	Experte 2
Q3.1	0,60	0,59
Q3.2	0,68	0,62
Q3.3	0,54	0,55

Tabelle 46 – Cronbach’s alpha der Kategorie Endprodukt

Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
0,74	0,74	3

Tabelle 47 – CAT: Cronbach’s alpha, wenn Item weggelassen der Kategorie Endprodukt

	Korrigierte Item-Kategorie-Korrelation	Cronbachs α, wenn Item weggelassen
Q4.1	0,49	0,73
Q4.2	0,63	0,59
Q4.3	0,61	0,60

7.9 Autopsie-Fragebogen

Tabelle 48 –Autopsie-Fragebogen

Modell Nr.	Benotung	
Ästhetik	1	Sehr schön
	2	Ausreichend
	3	Nicht schön
Hautnaht	1	Tadellose Hautnaht
	2	Asymmetrie der Nähte
	3	Lockere Nähte
	4	Fehlende Nähte
Netzlage	1	Plan und zentriert
	2	Gefaltet und zentriert
	3	Nicht zentriert
Peritoneum	1	Intakt
	2	Leicht gerissen
	3	Exponiertes Netz
Ligatur	1	Vorhanden
	2	Nicht vorhanden
Achternaht	1	Plan
	2	Wulstig
	3	Insuffizient

7.10 Ergebnisse Autopsie

Tabelle 49 – Gesamtergebnisse Autopsie

			Gesamt		OP1	Op2	Anfänger	Köner
			(N=)	(%=)	(N=)	(N=)	(N=)	(N=)
Ästhetik	1	Sehr schön	9	25%	5	4	5	4
	2	Ausreichend	12	33%	7	5	9	3
	3	Nicht schön	15	42%	6	9	10	5
Hautnaht	1	Tadellose Hautnaht	9	25%	6	5	7	2
	2	Asymmetrie der Nähte	23	64%	11	12	13	10
	3	Lockere Nähte	4	11%	1	3	4	0
	4	Fehlende Nähte	0	0%	0	0	0	0
Netzlage	1	Plan und zentriert	9	25%	3	6	6	3
	2	Gefaltet und zentriert	20	56%	11	9	13	7
	3	Nicht zentriert	7	19%	4	3	5	2
Peritoneum	1	Intakt	31	86%	16	15	20	11
	2	Leicht gerissen	1	3%	0	1	1	0

	3	Exponiertes Netz	4	11%	2	2	3	1
Ligatur	1	Vorhanden	14	39%	6	8	11	3
	2	Nicht vorhanden	22	61%	12	10	13	9
Achternaht	1	Plan	11	30%	11	8	7	4
	2	Wulstig	6	17%	2	4	1	5
	3	Insuffizient	19	53%	11	8	16	3

8. Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei meinen mich immer unterstützenden Eltern Edith und Dr. rer. nat. Karl Otto Friedrich bedanken. Sie haben stets an mich geglaubt, meine Entscheidungen respektiert und mich an den Punkten gefördert, wo sie Potenzial gesehen haben. Alles, was ich bin, wurzelt in ihrer Liebe. Auch möchte ich mich bei meinen Brüdern Max Friedrich und Dr. rer. nat. Jochen Friedrich bedanken für die Beratung und die Motivation, die sie mir gegeben haben, wenn ich sie verloren hatte.

Meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Ulrich A. Dietz bin ich zu großer Dankbarkeit verpflichtet. Er gab mir eine Werkstatt, das Material und das Vertrauen, um seine Idee in die Tat zu übersetzen. Während der gesamten Zeit stand er mir immer helfend und beratend zur Seite, wenn ich Rat und weitblickende Worte benötigte. Er förderte mich mit vielseitigen Möglichkeiten meine Arbeit zu präsentieren. Er war mir stets ein Vorbild hinsichtlich der Menschlichkeit und dem Respekt, mit dem er seinen Mitmenschen begegnete. Vielen Dank dafür Uli.

Ein besonders großer Dank gilt Joy Backhaus, die diese Arbeit überhaupt erst ermöglicht hat. Mit ihrer Arbeit und großem Durchhaltevermögen half sie mir durch den Datenwulst und beantwortete mir mit großer Geduld meine vielen Fragen.

Auch bei Prof. Dr. med. Sarah König (Lehrstuhl für Medizinische Lehre und Ausbildungsforschung, Universitätsklinikum Würzburg) möchte ich mich für die personelle und persönliche Unterstützung und die akribischen Korrekturen bedanken. Sie war mir eine gute Lehrerin.

Weitere Unterstützung für die Entwicklung des Modells kam von Stella Mavrouli und Georgios Petrou vom Imperial College London, die mir einen Einblick in die Arbeit mit Silikon und die Verwendung des CAT ermöglichten.

Mit Stefan Olbrecht (Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz und Angewandte Informatik, Universität Würzburg) arbeitete ich für die Entwicklung der Onlineplattform zusammen. Ihm danke ich für die sehr gute fachübergreifende

Zusammenarbeit. Er ermöglichte mir einen faszinierenden Einblick in die Welt der Informatik.

Vom St. Claraspital in Basel wurde ich von Herr PD Dr. med. C. Ackermann mit wertvollen Ratschlägen und Korrekturen unterstützt. Dafür möchte ich mich herzlich bedanken.

Meinem Arbeitskreis Catharina Zipper, Hannah Gebhardt und Simone Menzel danke ich für die gute Zusammenarbeit, die Freundschaft und die gegenseitige Unterstützung bei Vorträgen.

Auch die kleinen Hilfen sind wichtig: Danke Loraine, Sarah und Sebastian.

Zuallerletzt muss ich an dieser Stelle meine Freunde erwähnen: Ohne Lise, Camilla, Isabella, Lisa, Jarline, Hanna, Leni, Annika, Almut & Arvind, Anni, Isi und Senida gäbe es vielleicht diese Arbeit, aber ich wäre weitaus weniger glücklich gewesen. Vielen Dank für eure Unterstützung.

