

Aus der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, und  
Transplantationschirurgie  
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität  
Mainz

Entwicklung eines Scores für die Bewertung der  
Kameraassistentz bei laparoskopischen Operationen

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Doktorgrades der  
Medizin

der Universitätsmedizin

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von  
Fritz Florian Schneble  
aus Heidelberg  
Mainz, 2020

Wissenschaftlicher

Vorstand:

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der Promotion: 08.12.2020

# Inhaltsverzeichnis

1. Abkürzungsverzeichnis .....	4
2. Abbildungsverzeichnis .....	5
3. Tabellenverzeichnis .....	6
4. Einleitung .....	7
5. Literaturdiskussion .....	10
5.1 Bewertung manueller Fertigkeiten in der offenen Chirurgie .....	10
5.2 Bewertung laparoskopisch chirurgischer Fertigkeiten .....	14
5.3 Bewertung laparoskopischer Kameranavigation .....	20
6. Material und Methoden.....	23
6.1 Auswahl einer geeigneten Methode .....	23
6.2 Definition der Aspekte der Kameranavigation .....	23
6.3 Vorbereitung auf die Analyse .....	27
6.4 Bewertung der Operationen durch verschiedene Untersucher .....	27
6.5 Versuchsaufbau im Operationssaal .....	29
6.6 Validierung für die laparoskopischen Cholezystektomie.....	31
6.7 Stellungnahme der Ethikkommission .....	33
6.8 Projektankündigung und Datenschutz.....	33
7. Ergebnisse .....	34
8. Diskussion.....	41
9. Zusammenfassung.....	46
10. Literaturverzeichnis .....	47
Danksagung.....	50

# 1. Abkürzungsverzeichnis

GOALS	Global operative assessment of laparoscopic skills
GRS	Global rating scale
ICC	Intraclass correlation coefficient
ITER	In-training evaluation report
OSATS	Objective structured assessment of technical skills
SALAS	Structured assessment of laparoscopic assistant skills
SD	engl. standard deviation = Standardabweichung
VAS	Visuelle Analog Skala
VR	Virtuelle Realität
LASTT	Laparoscopic skills testing and training
OSA-CNS	Objective structured assessment of camera navigation skills
OSCE	Objective structured clinical examination
SILS	Single incision laparoscopic surgery
TaTME	Transanale totale mesorektale Exzision

## 2. Abbildungsverzeichnis

		Seite
Abbildung 1	Objective structured assessment of technical skills (OSATS) zur Dünndarmanastomose nach [7]	12
Abbildung 2	Global operative assessment of laparoscopic skills (GOALS) Checkliste zu einem Teilschritt der Cholezystektomie nach [8]	15
Abbildung 3	Global operative assessment of laparoscopic skills (GOALS) Global Rating Scale nach [8]	16
Abbildung 4	Global operative assessment of laparoscopic skills (GOALS) Visuelle Analog Skala nach [8]	17
Abbildung 5	Scoringsystem Objective structured assessment of camera navigation skills (OSA-CNS) nach [10]	21
Abbildung 6	Laparoscopic skills testing and training (LASTT)-Modell nach [10]	22
Abbildung 7	Fehler beim Item „centering“. Beide laparoskopierende Instrumente sind im unteren rechten Bildrand abgebildet	24
Abbildung 8	Fehler beim Item „horizon“. Das gesamte Bild ist nach rechts verkippt	25
Abbildung 9	Fehler im Bereich „manual correction“. Der Operateur muss mit einer Hand die Kameraeinstellung korrigieren	26
Abbildung 10	Benutzeroberfläche des Structured assessment of laparoscopic assistant skills (SALAS) Dokumentationsprogramm	27
Abbildung 11	Exportierte Excel-Tabelle des Structured assessment of laparoscopic assistant skills (SALAS) Dokumentationsprogramms	28
Abbildung 12	Intraoperative Datenerhebung mit Laptop, Webcam und Laparoskopieturm	29
Abbildung 13	Splitscreen-Darstellung nach [19]	30
Abbildung 14	Schematischer Ablauf der Scoreentwicklung	36
Abbildung 15	Grafische Darstellung der Scoreergebnisse erfahrener und unerfahrener Kameraassistenten bei unterschiedlichen Bewertern	39

### 3. Tabellenverzeichnis

		Seite
Tabelle 1	vorläufiger Structured assessment of laparoscopic assistant skills (SALAS)-Score	35
Tabelle 2	Ergebnisse für sechs Items	38
Tabelle 3	Ergebnisse ohne Item „disruption“	38
Tabelle 4	Structured assessment of laparoscopic assistant skills (SALAS)-Score	40

## 4. Einleitung

Laparoskopische Eingriffe sind fester Bestandteil der Allgemein- und Viszeralchirurgie geworden. Prozeduren wie die Appendektomie oder die Cholezystektomie werden regelhaft mit den Techniken der minimalinvasiven Chirurgie durchgeführt. Dieses Verfahren wird gegenüber dem offen chirurgischen Vorgehen bei diesen Operationen häufig bevorzugt [1]. Aber auch komplexere viszeralchirurgische Operationen wie tiefe Rektumresektionen, Ösophagusresektionen oder Leberresektionen können inzwischen minimalinvasiv operiert werden [2, 3].

Der Operateur benötigt für laparoskopische Eingriffe Fertigkeiten, die sich erheblich von den Anforderungen der konventionellen Chirurgie unterscheiden. Durch die Übertragung des dreidimensionalen Situs auf einen zweidimensionalen Monitor ist die Tiefenwahrnehmung deutlich eingeschränkt. Weiterhin ergibt sich aufgrund des Hindurchführens der Instrumente durch die Trokare in der Bauchdecke ein Drehpunkt. Dieser führt zum sogenannten Fulcrum-Effekt, einer Skalierung und Invertierung der Bewegung der Instrumentenspitze abhängig von Winkel und Länge des Instruments. Diesen besonderen Anforderungen kann sich der Operateur außerhalb des Operationssaales mithilfe verschiedenster Trainingsgeräte stellen und seine Fertigkeiten schulen [4].

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zur offenen Operation liegt in der deutlicheren Abhängigkeit des Operateurs von einer Assistenz zur Führung der Kamera (Laparoskop). Von dieser Assistenz hängt letztlich ab, inwieweit der Operateur eine adäquate Sicht auf das Operationsgebiet hat. Der Einfluss der Kameranavigation auf den Verlauf der Operation ist noch unzureichend erforscht. Untersuchungen in virtueller Umgebung haben bereits einen positiven Einfluss eines trainierten Kameraassistenten auf den Operationsablauf ergeben [5]. Zhu et al. zeigten in ihrer Arbeit, dass bei den von ihnen untersuchten intraoperativen Zwischenfällen in über 30% das Kamerabild nicht korrekt ausgerichtet war [6]. Allgemein anerkannte Kriterien zur Quantifizierung der Qualität der Kameraassistenten sind aktuell nicht verfügbar, aber sehr wünschenswert. Denn die objektive Bewertung praktischer Fertigkeiten ist bereits in der Ausbildung notwendig, um die Effektivität einer Trainingseinheit messbar zu machen. In der Aus- und Weiterbildung von Chirurgen haben sich globale Bewertungsskalen, engl. Global Rating Scales (GRS), als sinnvolles Instrument etabliert, um die Leistungen des Operateurs zu erfassen. So haben Reznick et al. 1997

ein solches Instrument (objective structured assessment of technical skill (OSATS)) geschaffen, anhand dessen sich über verschiedenen Variablen die konventionell chirurgischen Fähigkeiten eines operierenden Arztes quantifizieren lassen [7].

Dem Trend hin zur minimalinvasiven Chirurgie folgend, hat die Arbeitsgruppe um Vassiliou et al. 2005 ein Scoringsystem entwickelt, mit welchem sich sowohl intraoperativ als auch in der Trainingssituation die Qualität der operativen Fähigkeiten im laparoskopischen Umfeld messen lässt (Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills (GOALS)) [8]. Die Möglichkeiten, die sich aus dieser Quantifizierbarkeit ergeben, sind weitreichend. So könnten zum Beispiel Schwierigkeitsniveaus bei operativen Eingriffen festgelegt werden, um dem Arzt in Weiterbildung seinem jeweiligen Ausbildungsstand entsprechend Operationen oder Teilschritte zu überlassen. Weiterhin bestünde die Möglichkeit, verschiedene Trainingscurricula miteinander zu vergleichen und den Effekt eines Trainings im Operationssaal zu messen.

Bei all diesen Untersuchungen zur Aus- und Weiterbildung in minimalinvasiver Chirurgie wurde die Rolle des Kameraassistenten bislang weitestgehend vernachlässigt. Die bisherigen Auswertungen zu verschiedenen Kameranavigationstrainings nutzen lediglich Zeitabstände bis zum Fertigstellen bestimmter Übungen als Messparameter bei Boxtrainern [9]. Bei Virtual Reality Simulationen werden bereits Daten der Simulatoren wie z.B. Blickstabilität, Grad und Länge der Instrumentenbewegung etc. genutzt [10]. Diese eher abstrakten Messwerte sind nicht ohne Weiteres auf die Situation im Operationssaal übertragbar. Die realen Verhältnisse sind schon aufgrund interindividueller Unterschiede seitens der Patienten nicht in gleicherweise standardisiert wie in der Simulation.

Die Bewertung der Kameranavigation sowie der entsprechenden Trainings auf dieser Basis zu vergleichen, ist daher nur sehr eingeschränkt möglich.



Es besteht die Herausforderung ein Scoringssystem zu entwickeln, das sich, analog zu den Bewertungssystemen der praktischen Fähigkeiten des Operateurs, mit einem überschaubaren technischen Aufwand, sowohl im Operationssaal als auch in der Trainingssituation anwenden lässt. Die wichtigsten Anforderungen an ein derartiges Scoringssystem werden wie folgt spezifiziert:

- einfache Durchführbarkeit mit wenigen und leicht verfügbaren technischen Hilfsmitteln
- intuitive Nutzbarkeit nach kurzer Einarbeitung und Einweisung
- Anwendbarkeit bei chirurgischen Eingriffen im Operationssaal, aber auch in simulierten Trainingssituationen
- Reproduzierbarkeit der Messungen (Reliabilität)
- Validität

Unter diesen Rahmenbedingungen war es Ziel dieser Arbeit, ein Instrument für die strukturierte Bewertung des Kameraassistenten bei laparoskopischen Operationen (**Structured Assessment of Laparoscopic Assistant Skills = SALAS**) zu entwickeln.

## 5. Literaturdiskussion

Im Rahmen der Aus- und Weiterbildung von Ärzten gibt es verschiedenste Methoden, den Lernerfolg zu überprüfen. Faktenwissen lässt sich z.B. in schriftlichen oder mündlichen Prüfungen abfragen. Auch für die Bewertung praktischer Fertigkeiten gibt es verschiedene etablierte Systeme. Einige dieser im chirurgischen Bereich genutzten Systeme werden im Folgenden miteinander verglichen und mit Blick auf die Anwendbarkeit auf die Kameranavigation bei laparoskopischen Eingriffen diskutiert.

### 5.1 Bewertung manueller Fertigkeiten in der offenen Chirurgie

Reznick et al. beschäftigten sich in ihrer Arbeit zu OSATS mit der Messbarkeit praktischer chirurgischer Fertigkeiten an Probanden [7]. Ihnen war aufgefallen, dass Untersuchungen zu Faktenwissen und zur Arzt-Patientenbeziehung z.B. durch schriftliche Examina oder OSCE (objective structured clinical examination) Prüfungen verfügbar waren. Obwohl man in der Aus- und Weiterbildung von Chirurgen großen Wert auf die Vermittlung technischer Kompetenzen legt, fehlt die Möglichkeit diese verlässlich zu bewerten oder zu überprüfen. Die bis dahin verfügbaren Messmethoden waren nicht validiert und bildeten eher die persönliche Meinung der Untersuchenden ab. Mit OSATS wurde eine Methode entwickelt, manuelle Fähigkeiten eines Operateurs einzuschätzen. Es wurden 48 Assistenzärzte in der Allgemeinchirurgie bei einer zwei Stunden andauernden und acht Stationen umfassenden Ausbildungseinheit beobachtet. Ziel war es, einen Bewertungsmaßstab zu entwickeln, der es ermöglicht, ebenso reliabel wie objektiv, die chirurgischen Fertigkeiten der Probanden zu messen. Anhand dieser Messwerte konnten verschiedene Trainingscurricula und Ausbildungskonzepte miteinander verglichen werden.

Reznick et al. nutzten für OSATS zwei verschiedene Checklisten (Abb. 1) [7]. Zum einen verwendeten sie eine operationsspezifische Liste mit 20-40 Punkten, die zusammen mit erfahrenen Chirurgen entwickelt wurde und einzelne entscheidende Teilschritte der Operation beinhaltet. Zum anderen entwarfen sie eine GRS mit sieben Einzelpunkten, bei der ein Proband auf einer Likert-Skala zwischen einem und fünf Punkten erreichen konnte. Die einzelnen Aspekte dieser Skala waren:

- Respekt für das Gewebe
- Zeit und Bewegung
- Instrumentenumgang
- Kenntnis der Instrumente
- Operationsfluss
- Einsatz von Assistenz
- Kenntnis der Prozedur

Station 3			
SMALL BOWEL ANASTOMOSIS			
INSTRUCTIONS TO CANDIDATES			
You have just resected a segment of small bowel. Perform a single layer, interrupted, end to end anastomosis to restore continuity			
Item		Not Done or incorrect	Done Correct
1	Bowel orientated mesenteric border to mesenteric border, no twisting	0	1
2	Stay sutures held with hemostats	0	1
3	Selects appropriate needle driver (Gen surg, medtip/med or short lenght)	0	1
4	Selects appropriate sutures (atraumatic, 3.0/4.0, PDS/Dexon/Vicryl/silk)	0	1
5	Needle loaded 1/2 to 2/3 from tip	0	1
6	Index finger used to stabilize needle driver	0	1
7	Needle enters bowel at right angle 80% of bites	0	1
8	Single attempt at needle passage through bowel 80% of bites	0	1
9	Follow through on curve of needle on entrance on 80% of bites	0	1
10	Follow through on curve of needle on exit on 80% of bites	0	1
11	Forceps used on seromuscular layer of bowel only majority of time	0	1
12	Minimal damage with forceps	0	1
13	Uses forceps to handle needle	0	1
14	Inverting sutures	0	1
15	Suture spacing 3 to 5 mm	0	1
16	Equal bites on each side 80% of bites	0	1
17	Individual bites each side 90% of bites	0	1
18	Square knots	0	1
19	Minimum three throws on knots	0	1
20	Suture cut to appropriate length (does not interfere with next stitch)	0	1
21	No mucosal pouting	0	1
22	Apposition of bowel without excessive tension on sutures	0	1
Maximum total Score			(22)
Total Score			<input type="text"/>
Examiner _____			

Abbildung 1: Objective structured assessment of technical skills (OSATS) zur Dünndarmanastomose nach [7].

Die Reliabilität gibt die Präzision eines Tests an, also inwieweit bei mehreren Untersuchungen unter gleichen Bedingungen identische Ergebnisse zustande kommen. Mögliche Werte für die Reliabilität sind 0 bis 1. Werte zwischen 0,0 bis 0,5 gelten als unpräzise, der Bereich von 0,5 bis 0,8 ist relativ verlässlich, Werte über 0,8 können zuverlässig für hochwertige Untersuchungen wie Zertifikate genutzt werden. In ihrer statistischen Auswertung der Ergebnisse für die GRS geben Reznick et al. für die Reliabilität einen Wert von 0,85 an [7].

Die Validität gibt an, inwiefern der Test auch tatsächlich den Parameter misst, der gemessen werden soll. Reznick et al. sehen ihre Untersuchung als valide an, da Probanden mit größerer klinischer Erfahrung auch signifikant bessere Ergebnisse erzielen.

Durch die Verwendung einer operationsspezifischen Checkliste verliert OSATS stark an Nutzen, da es umständlich und unpraktikabel ist, für jede Prozedur eine gesonderte Checkliste vorzuhalten. Zudem sind die einzelnen Punkte der Checkliste wie z.B. bei der Checkliste für die Dünndarmanastomose „minimaler Schaden bei Verwendung der Zange“, nicht präzise formuliert und können von verschiedenen Untersuchern sehr unterschiedlich bewertet werden. Dem Anspruch an ein System, das unabhängig von der Operation angewendet werden kann, wird OSATS somit nicht gerecht.

## 5.2 Bewertung laparoskopisch chirurgischer Fertigkeiten

Vassiliou et al. knüpften an die Arbeit von Reznick et al. an und übertrugen diese in das laparoskopische Umfeld [7, 8]. In einer kanadischen Studie war festgestellt worden, dass der überwiegende Anteil der Assistenzärzte mit der Weiterbildung in minimalinvasiven Techniken nicht zufrieden war. Die chirurgische Weiterbildung weiterhin alleine im Operationssaal stattfinden zu lassen, erschien Vassiliou et al. aus ökonomischen, ethischen und juristischen Gesichtspunkten nicht sinnvoll [8].

Die bisher im angloamerikanischen Raum verwendeten trainingsbegleitenden Auswertungsberichte (engl. In-training Evaluation Report, ITER) beinhalten nicht selten Distributionsfehler und zentrale Tendenzen sowie den Halo-Effekt [8].

Ein Distributionsfehler liegt vor, wenn der Prüfende bewusst oder unbewusst aus einer Eigenschaft des Prüflings auf dessen Prüfungsergebnis schließt, z.B. ein übergewichtiger Prüfling, der eine Brille trägt, wird sich mutmaßlich gut mit technischen Zusammenhängen auskennen. Mit zentraler Tendenz, auch als Tendenz zur Mitte bezeichnet, wird die Eigenschaft von Prüfenden beschrieben, Leistungen eher auf der Mitte einer Skala einzuordnen als an den Rändern, z.B. im deutschen Schulnotensystem eher Zweien bis Vieren zu vergeben als Einsen und Sechsen. Der Halo-Effekt beschreibt einen Überstrahlungsfehler. Ein Proband, der selbstsicher und fokussiert eine Prüfungsleistung erbringt, wird eine bessere Bewertung erhalten als ein Proband der bei vergleichbarer Leistung unsicher und zerstreut wirkt.

ITER helfen den Assistenzärzten nicht dabei, ein Verständnis dafür zu entwickeln, an genau welchem Aspekt ihrer Fähigkeiten noch Verbesserungsbedarf besteht. Aufgrund der fehlenden spezifischen Rückmeldung sehen Vassiliou et al. ITER nicht als geeignete Methode für die Bewertung minimalinvasiver Chirurgie bzw. deren Trainingscurricula. Ein Instrument, welches intraoperativ technische Fertigkeiten im laparoskopischen Bereich valide messen kann, existierte noch nicht.

Hierfür entwickelten Vassiliou et al. GOALS (global operative assessment of laparoscopic skills, englisch für „übergreifende Bewertung operativer laparoskopischer Fähigkeiten“) [8]. Zunächst wurden die wichtigsten technischen Aspekte definiert, die der Laparoskopie zu eigen sind. Zu diesem Zweck wurden durch die Autoren

Videoaufnahmen verschiedener laparoskopischer Operationen analysiert und Erfahrene laparoskopische Operateure befragt.

Bei der Entwicklung des Bewertungswerkzeugs orientierten sich die Autoren an OSATS und arbeiteten mit einer operationsspezifischen Checkliste mit zehn Punkten (Abb. 2) sowie einer GRS (Abb. 3).

<b>Task-specific checklist: dissection of the gallbladder from the liver bed</b>		
<b>Tasks</b>	<b>Done (1 point)</b>	<b>Not done (0 points)</b>
1. Uses cautery only when all conducting areas are in field of view		
2. Has good control of the instrument, minimizes recoil		
3. Grasps gallbladder near clips to begin dissection		
4. Readjusts tension on gallbladder to optimize exposure		
5. Avoids dissecting into liver causing undue bleeding		
6. Avoids perforation of the gallbladder		
7. Avoids spillage of gallstones		
8. Maximizes useful dissection in 1 area before changing approach		
9. Performs dissection in appropriate plane the majority of the time		
10. Obviates the need for surgeon takeover		
<b>Total</b>		<b>/10</b>

Abbildung 2: Global operative assessment of laparoscopic skills (GOALS) Checkliste zu einem Teilschritt der Cholezystektomie nach [8].

Global rating scale component of the intraoperative assessment tool*	
Depth perception	
1	Constantly overshoots target, wide swings, slow to correct
2	
3	Some overshooting or missing of target, but quick to correct
4	
5	Accurately directs instruments in the correct plane to target
Bimanual dexterity	
1	Uses only one hand, ignores nondominant hand, poor coordination between hands
2	
3	Uses both hands, but does not optimize interaction between hands
4	
5	Expertly uses both hands in a complimentary manner to provide optimal exposure
Efficiency	
1	Uncertain, inefficient efforts; many tentative movements; constantly changing focus or persisting without progress
2	
3	Slow, but planned movements are reasonably organized
4	
5	Confident, efficient and safe conduct, maintains focus on task until it is better performed by way of an alternative approach
Tissue handling	
1	Rough movements, tears tissue, injures adjacent structures, poor grasper control, grasper frequently slips
2	
3	Handles tissues reasonably well, minor trauma to adjacent tissue (ie, occasional unnecessary bleeding or slipping of the grasper)
4	
5	Handles tissues well, applies appropriate traction, negligible injury to adjacent structures
Autonomy	
1	Unable to complete entire task, even with verbal guidance
2	
3	Able to complete task safely with moderate guidance
4	
5	Able to complete task independently without prompting
* The descriptors shown are the "anchor" descriptors for scores 1, 3, and 5.	

Abbildung 3: Global operative assessment of laparoscopic skills (GOALS) Global Rating Scale nach [8].

Diese wird als eine fünf Punkt Likert-Skala gewertet. Es können die Punktwerte „1“, „3“ und „5“ erreicht werden, wobei „1“ Punkt für die schlechteste Leistung vergeben wird, „5“ Punkte für die bestmögliche Leistung. Insgesamt besteht demnach die Möglichkeit, Punktwerte von minimal fünf bis maximal 25 Punkten zu erlangen.



Ferner können die gesamtübergreifende Kompetenz sowie die Fallschwere anhand zweier VAS (Visuelle Analog Skala) gewertet werden (Abb. 4).

VAS for difficulty and overall competence		
Place an „X“ along the line:		
Degree of difficulty. This lap. chole. was:		
Extremely easy, planes well-defined, no scar tissue or edema	-----	Extremely difficult, invisible planes and excessive scaring
Overall competence (dissection of the gallbladder from the liverbed). The operator:		
Was unable to complete the task with maximum guidance	-----	Could perform the task safely and independently (fully competent)
VAS = visual analogue scale		

Abbildung 4: Global operative assessment of laparoscopic skills (GOALS) Visuelle Analog Skala nach [8].

Für die GRS wurden folgende Aspekte ausgewählt:

- Tiefenwahrnehmung: Hierbei wird bewertet, wie gut der Operateur in der Lage ist, seine Erfahrungen aus dem dreidimensionalen Umfeld bei der offenen Operation in das zweidimensionale Umfeld der Laparoskopie zu übertragen. Ein typischer Fehler in diesem Bereich ist die frühzeitige Aktivierung des Koagulationsinstruments, bevor Gewebekontakt besteht.
- Bimanuelle Geschicklichkeit: Dieser Punkt bewertet, inwieweit der Proband beide Hände optimal nutzt. Wird z.B. die nichtdominante Hand ideal genutzt, um die führende Hand zu unterstützen?
- Effizienz: Hier wird bewertet, inwieweit der Operateur unkoordiniert zwischen verschiedenen Präparationsstellen wechselt, ohne dass ein kontinuierlicher Operationsablauf erkennbar ist.
- Umgang mit dem Gewebe: Unter diesem Aspekt werden der Umgang mit dem Gewebe sowie der geeignete Einsatz der laparoskopischen Instrumente beobachtet. Es wird bewertet, wie der Operateur sich an den Fulcrumeffekt sowie die veränderten haptischen Eigenschaften des minimalinvasiven Instrumentariums adaptieren kann. Wird die eingesetzte Kraft angemessen dosiert oder gibt es Ausrisse im Gewebe?

- Autonomie: Der fünfte Punkt untersucht, inwieweit der Chirurg auf Anleitung angewiesen ist oder er die Prozedur selbstständig durchführen kann.

Insgesamt wurden mit dem entwickelten GOALS-Score 21 Teilnehmer untersucht. Darunter drei Ärzte im ersten Jahr der Weiterbildung zum Allgemeinchirurgen, drei im zweiten Jahr, zwei im dritten Jahr, sechs im vierten Jahr und drei im fünften Jahr. Hinzu kamen noch vier Oberärzte. Assistenten der ersten drei Jahre wurden als unerfahren gewertet, ab dem vierten Jahr der Weiterbildung wurden die Operateure durch Vassiliou et al. in die Gruppe der erfahrenen laparoskopischen Chirurgen eingeteilt [8].

Alle Untersucher waren erfahren in laparoskopischen Operationen. Sie wurden durch eine kurze Einführung in die Bewertungskriterien von GOALS vorbereitet und aufgefordert, die volle Bandbreite, der zur Verfügung stehenden Punkte zu vergeben. Zudem wurden sie angewiesen, Besonderheiten in der Anatomie wie auch der technischen Begebenheiten in ihre Bewertung miteinfließen zu lassen.

Vassiliou et al. verwendeten zur statistischen Auswertung das Statistikprogramm SAS (Cary, North Carolina, USA) [8]. Die interne Konsistenz wurde mit Cronbachs Alpha gemessen. Da nur zwei der vier Oberärzte von anderen Oberärzten evaluiert wurden, konnten nur 19 statt 21 komplette Datensätze analysiert werden.

Um die Interrater Reliabilität zu messen, wurden die Intraklassen-Koeffizienten (von engl. Intraclass coefficients (ICCs)) für GOALS, die beiden VAS und die aufgabenbezogene Checkliste genutzt.

Die interne Konsistenz geben Vassiliou et al. mit Werten von 0,91 bis 0,93 für Cronbachs Alpha an. Die ICC war bei allen untersuchten Varianten über 0,8, die geringste Übereinstimmung war bei dem Punkt „Gewebsumgang“ zu finden. Die besten Werte für die ICC gab es beim GOALS Gesamtscore. Die VAS und die Checkliste schnitten diesbezüglich schlechter ab.

In der Untersuchung der Konstruktvalidität zeigte sich, dass ein signifikanter Unterschied zwischen Anfängergruppe und den fortgeschrittenen Operateuren besteht. So erreichen unerfahrene Chirurgen im Durchschnitt einen Wert von 13,0 von 25 möglichen Punkten. Im Gegensatz dazu erreichen erfahrene Chirurgen einen GOALS-Score von 19,4.

Zusammenfassend ist GOALS durch die gleichzeitige Nutzung von vier verschiedenen Listen bzw. Skalen unübersichtlich und kompliziert in der Anwendung. Die Wahl einer operationsspezifischen Checkliste erhöht den Aufwand, da für jede Prozedur zuerst eine separate Liste erarbeitet werden muss. Die verwendeten VAS zeigten in dieser Untersuchung keine signifikanten Ergebnisse, sodass ihre Relevanz für die Bewertung der laparoskopischen Fertigkeiten in Frage gestellt werden muss.

### 5.3 Bewertung laparoskopischer Kameranavigation

Das Ziel der Arbeit von Nilsson et al. war, anhand einer randomisierten Einzelzentrumsstudie mit drei verschiedenen Gruppen herauszufinden, wie laparoskopische Fähigkeiten am besten zu erlernen sind [10]. Die drei Gruppen enthielten jeweils zwölf Teilnehmer und teilten sich wie folgt auf:

- Kameragruppe: Diese Gruppe absolvierte eine Kameranavigationsaufgabe am VR-Simulator (Virtual Reality Simulator). Hierfür erfolgte ein 120-minütiges Kameratraining mit einer 30°-Winkeloptik. Zuerst mussten „Steine“ gesucht und korrekt fokussiert werden. Anschließend war die Aufgabe, spezifische gastrointestinale und gynäkologische Strukturen zu finden und darzustellen.
- Operationsgruppe: Diese Gruppe wurde ebenfalls 120 Minuten am VR-Simulator trainiert. Das Training bestand aus einer Cholezystektomie mit Präparation und Dissektion von Ductus cysticus und Arteria cystica sowie der Lösung der Gallenblase aus dem Leberbett.
- Kontrollgruppe: Diese Gruppe erhielt keinerlei Training.

Die Leistungen der drei Gruppen erfassten Nilsson et al. anhand eines Modells und eines Scores. Der Score ist an OSATS angelehnt und wird als OSA-CNS (Objective structured assessment of camera navigation skills) bezeichnet (Abb. 5). Die Auswahl der Bewertungskriterien für OSA-CNS wurde anhand von Expertenmeinungen getroffen. Jeder Teilnehmer assistierte bei einer laparoskopischen Cholezystektomie als Kameraassistent und wurde im Anschluss durch den Operateur anhand des OSA-CNS Score beurteilt.

<b>1. View completion</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Frequently presents a peripheral part of the visualization field, with suboptimal size and/or have an unsteady hand		Can centre, size and hold the visualization field steady during most of the procedure		Able to appropriately size, centre and hold the visualization field steady at all time
<b>2. Horizontal alignment</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Repeatedly loses the horizontal alignment, and are not able to adjust the axis when necessary		Keeps the alignment most of the time, can to some extent correct the axis when the operating field moves		Keeps horizontal alignment and adjust the horizontal axis when the operating field moves
<b>3. Scope orientation</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Troubles with finding and keeping the correct angle		Keeps an appropriate angle at most times		Angles the scope appropriately at all time
<b>4. Instrument collision</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Frequent instrument collision due to inability to retract and interchange the laparoscope to avoid instrument collision		Avoid instrument collision most of the time		Avoids instrument collision by retracting and interchange the laparoscope at all times
<b>5. Autonomy</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Surgeon repeatedly needs to guide and supervise to obtain a optimal operating field		Can navigate independently most of the time, but need some guidance		Is technical independent, and do not need guidance from the surgeon

Abbildung 5: Scoringssystem Objective structured assessment of camera navigation skills (OSA-CNS) nach [10].

Das verwendete Modell wird als Laparoscopic Skills Testing and Training (LASTT) Modell bezeichnet und besteht aus einer Holzvorrichtung mit Zielen, die nacheinander angesteuert und dargestellt werden müssen (Abb. 6). Die Bewegung der Kamera wird von einem Simball® (Surgical Science, Schweden) registriert, dieser misst und speichert das Bewegungsausmaß der Kamera anhand der Änderung des Winkels und der zurückgelegten Strecke. Während des Tests werden 14 verschiedene Ziele an unterschiedlichen Stellen des Modells dargestellt. Hierbei muss jeweils eine Übersichts- sowie eine Detaildarstellung gezeigt werden. Das Modell prüft dabei die korrekte Orientierung in allen Dimensionen, die Nutzung der Winkeloptik sowie die Nutzung der Zoomfunktion. Als Messparameter dient die Zeit bis zum Beenden der Prüfung und die zurückgelegte Winkelstrecke.



Abbildung 6: Laparoscopic skills testing and training (LASTT) -Modell nach [10].

Nach der statistischen Auswertung konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass beide Interventionsgruppen im LASTT-Modell bessere Leistungen erbrachten als die Kontrollgruppe, die Aufgabe folglich in kürzerer Zeit abschlossen und weniger Winkelstrecke zurücklegten. Im OSA-CNS Score fand sich jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen.

Vorhergehende Untersuchungen anderer Autoren ergaben jedoch durchaus, dass sich das Training bimanueller laparoskopischer Fertigkeiten an Virtual Reality Simulatoren auf die Leistung im Operationssaal übertragen lässt [11]. Es ist also in Frage zu stellen, ob das von Nilsson et al. verwendete Testverfahren geeignet ist, um die Qualität der Kameranavigation in verschiedenen Umgebungen zu erfassen [10].

## 6. Material und Methoden

### 6.1 Auswahl einer geeigneten Methode

Bislang erfolgte die Rückmeldung über die vom Kameraassistenten gezeigte Leistung im operativen Bereich durch die vom Operateur geäußerte subjektive Meinung oder im Bereich der Simulation durch die Zeit bis zur Vollendung der gestellten Aufgabe [10, 11]. Um diese Rückmeldung zu objektivieren, stehen als geeignete Messinstrumente für die Qualität der Kameranavigation prinzipiell eine GRS oder eine aufgabenspezifische Checkliste zur Verfügung. Um mit letzterer arbeiten zu können, müsste zu jeder Operation eine Liste mit spezifischen Punkten erstellt werden, auf der die Leistung des Assistenten notiert wird. Im Gegensatz hierzu ist es mit einer GRS möglich, bei jeder Art von Operation mit den gleichen Messparametern zu arbeiten.

### 6.2 Definition der Aspekte der Kameranavigation

In der Arbeitsgruppe wurden, beruhend auf klinischen Erfahrungen und bisherigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die kritischen Aspekte der Kameranavigation gesammelt und anschließend anhand ihrer Durchführbarkeit bewertet.

Zu diesen Einzelpunkten gehörten:

- Die Kamera darf den Operateur nicht in seiner Bewegung einschränken
- Die Kamera sollte ruhig gehalten werden, das Bild nicht verwackeln
- Bei Nutzung der Winkeloptik sollte das arbeitende Instrument im Fokus bleiben
- Der Horizont sollte respektiert werden
- Die aktuell im Fokus stehende Struktur sollte zentriert abgebildet werden
- Die arbeitenden Instrumente sind kontinuierlich im Sichtbereich zu halten
- Der Assistent sollte auf möglichst wenig verbale und manuelle Hilfe angewiesen sein
- Die Bewegungen der Kamera sollten kontrolliert und effizient sein
- Der Assistent sollte in der Lage sein, zügig den gewünschten Blickwinkel einzustellen

Bei der Analyse dieser Punkte in der Pilotphase ergab sich für einige eine nur sehr schwierig umsetzbare Messbarkeit. Da jedoch als eine der grundsätzlichen Anforderungen an den Score die einfache Anwendbarkeit definiert wurde, mussten die Punkte „Bewegungseinschränkung“, „Verwackeln“ und „Bewegungseffizienz“ gestrichen werden.

Als ohne technische Hilfsmittel messbare Kernkompetenzen der laparoskopischen Kameraführung wurden folgende Parameter definiert:

Centering:

Dieser Parameter beschreibt, inwieweit die entscheidende Struktur in den Mittelpunkt des Sichtfeldes gebracht und gehalten werden kann. Dies bietet dem Operateur den meisten Überblick, die Gefahr, bei einer überschießenden Instrumentenbewegung versehentlich Schaden an umliegenden Organen anzurichten, wird reduziert (Abb. 7).

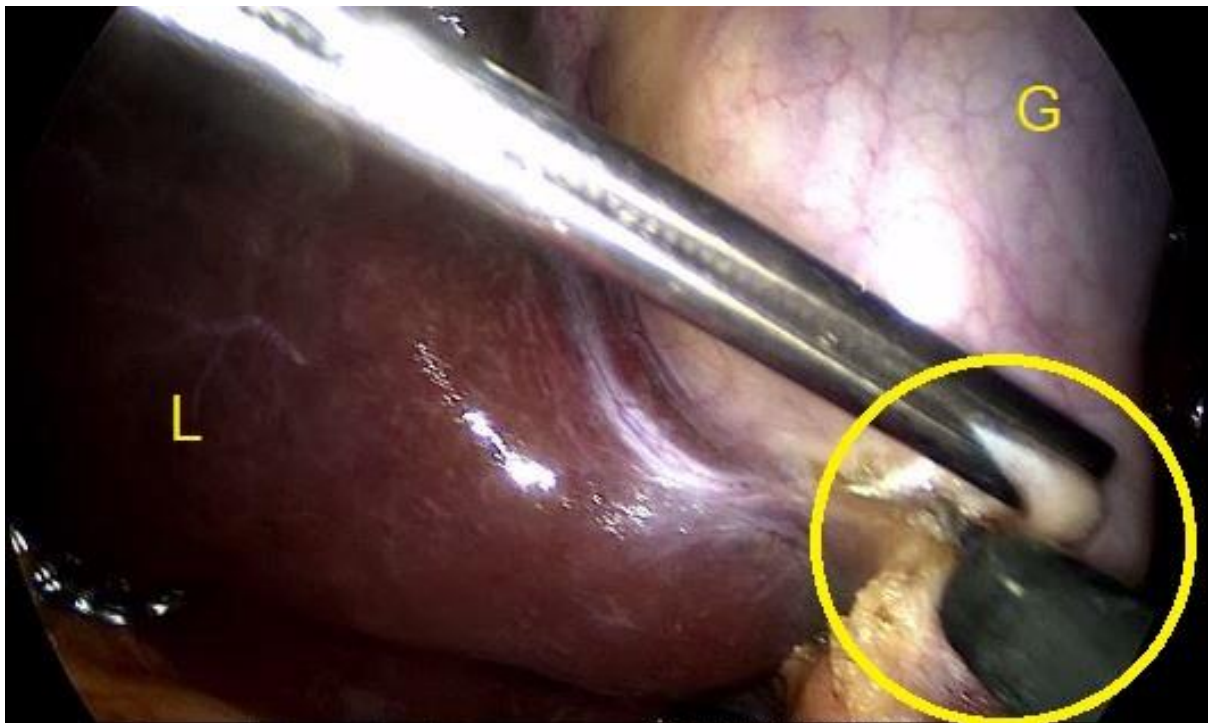


Abbildung 7: Fehler im Bereich „centering“. Beide laparoskopierende Instrumente (gelber Kreis) sind im unteren rechten Bildrand abgebildet. L = Leber, G = Gallenblase.



Horizon:

Hierbei geht es darum, mit der Kamera die realen Lageverhältnisse im Situs darzustellen. Der Operateur ist während eines laparoskopischen Eingriffs in seiner Wahrnehmung eingeschränkt. Bei einem „Verkippen“ der Orientierung des Kamerabildes zeigen sich z.B. anatomisch horizontal liegende Strukturen plötzlich in der vertikalen Ebene und die Bewegungswinkel der laparoskopischen Instrumente verändern sich. Dies kann die operative Leistung beeinträchtigen (Abb. 8).

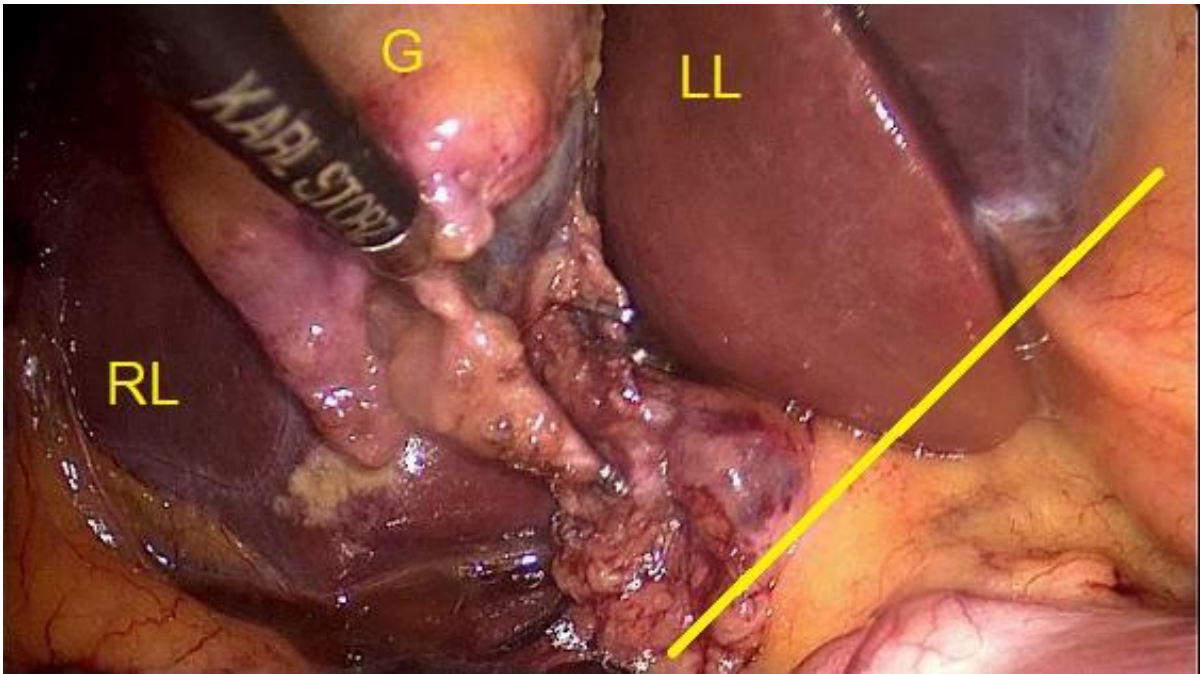


Abbildung 8: Fehler im Bereich „horizon“. Das gesamte Bild ist nach rechts verkippt. Gelbe Linie = korrekte horizontale Ausrichtung, RL = Rechter Leberlappen, G = Gallenblase, LL = Linker Leberlappen.

Disruption of flow:

Hier wird der Fortschritt der Operation durch den Kameraassistenten unterbrochen. Viele Operationen laufen in einer Abfolge mehrerer Teilschritte ab. Kann der Kameraassistent die verschiedenen Strukturen nicht zügig nacheinander einstellen, stört dies den Operationsablauf. Diese Verzögerung stört den Operateur in seiner Konzentration und verhindert den gewohnten Ablauf der Operation.

Target out of view:

Dieser Parameter beschreibt, ob der Kameraassistent in der Lage ist, kontinuierlich beide Instrumente innerhalb des gezeigten Bildausschnitts zu halten. Befinden sich die Instrumente außerhalb des Sichtfeldes der Kamera, können versehentliche Kollisionen mit Organen zu Verletzungen führen.

Verbal Correction:

Hier geht es darum, ob der Kameranavigator auf verbale Hilfestellung durch den Operateur angewiesen ist. Muss der Operateur den Kameraassistenten verbal anleiten, wird er in seiner Konzentration gestört.

Manual Correction:

Dieser Parameter beschreibt ein manuelles Eingreifen des Operateurs in die Kameranavigation des Assistenten. Hier besteht eine ähnliche Problematik wie bei dem Parameter „verbal correction“. Hinzu kommt, dass der Operateur eines seiner Instrumente aus der Hand legen muss, um den Assistenten bei der Einstellung des richtigen Bildes zu unterstützen (Abb. 9).



Abbildung 9: Fehler im Bereich „manual correction“. Der Operateur muss mit einer Hand die Kameraeinstellung korrigieren (gelber Kreis) (OP = Operateur, AS = Assistent).

### 6.3 Vorbereitung auf die Analyse

In Vorbereitung auf die intraoperative Analyse erfolgten neben der allgemeinen Einführung in die Laparoskopie und die Kameranavigation insgesamt drei Trainingseinheiten für die Bewertung laparoskopischer Kameranavigation. Darüber hinaus wurden im Rahmen einer 30-tägigen Hospitation Erfahrungen als erste oder zweite Assistenz im Rahmen laparoskopischer Eingriffe gesammelt.

Als ersten Schritt in der Vorbereitung auf die Analyse wurden 30 laparoskopische Operationen verschiedener Indikationen untersucht und mithilfe von Papierlisten dokumentiert. Im Anschluss wurden die dabei gesammelten Erfahrungen und Daten genutzt, um 50 Eingriffe mithilfe einer Kameraaufnahme aufzuzeichnen und zu archivieren. Im Rahmen dieser Vorbereitung konnten verschiedene Aufnahmen nicht gewertet werden, sei es durch technische Probleme mit der Aufnahmefunktion, auf Wunsch des Operateurs oder in Folge einer notwendigen Konversion zum offenen chirurgischen Eingriff.

### 6.4 Bewertung der Operationen durch verschiedene Untersucher

Die bereits genannten Aspekte der Kameranavigation wurden intraoperativ gemessen und dokumentiert. Um eine Bewertung durch mehrere Untersucher zu ermöglichen, wurde eine intraoperative Videoaufzeichnung der Operation und des Operationsteams durchgeführt. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der verschiedenen Bewerter wurde durch eine computerbasierte Dokumentation verbessert.

Mithilfe des Delphi Editors (Embarcadero, Austin, Texas, USA) wurde ein live Bewertungstool programmiert. Hierbei wird der Fehler gezählt und ein Zeitstempel für die Eingabe gesetzt, sodass eine spätere Nachvollziehbarkeit im Video gewährleistet wird (Abb. 10).

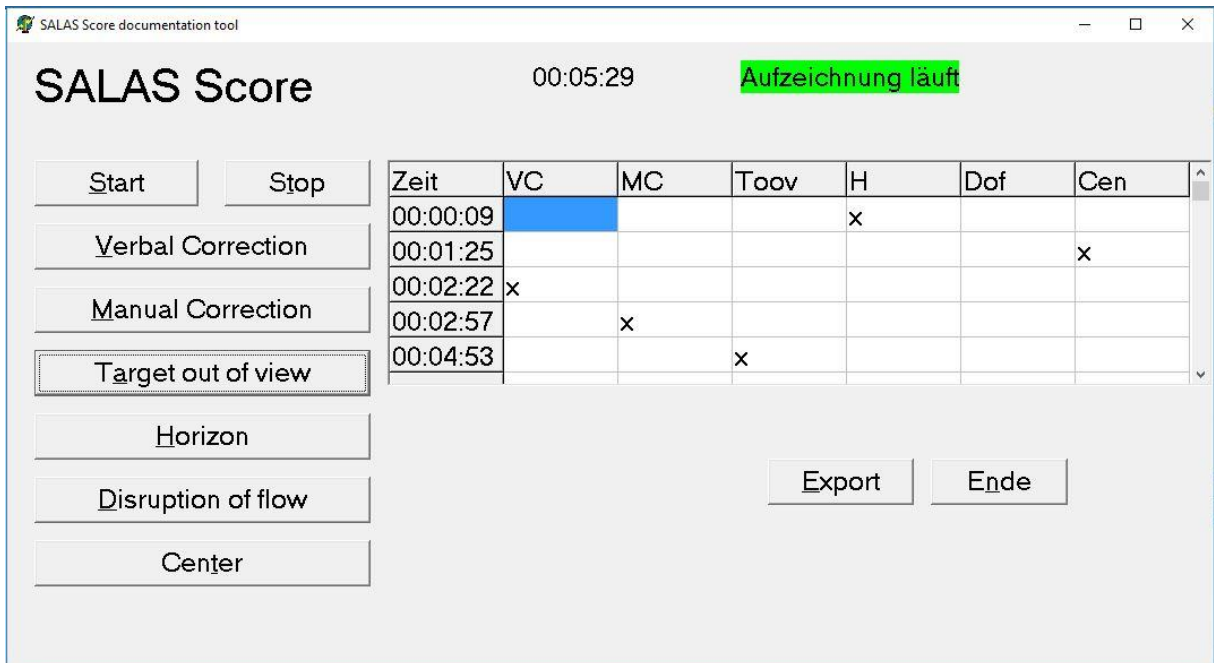


Abbildung 10: Benutzeroberfläche des Structured assessment of laparoscopic assistant skills (SALAS) Dokumentationsprogramm.

Im Anschluss an die Operation erstellt das Programm eine Excel-Tabelle, in der jeder einzelne Fehler mitsamt Zeitstempel sowie die Gesamtfehlerzahl und die Operationszeit aufgeführt sind (Abb. 11).

Zeit	VC	MC	Toov	H	Dof	Cen
00:03:30	x					
00:03:31		x				
00:03:31			x			
00:03:32				x		
00:03:33					x	
00:03:34	x					
00:03:35		x				
00:03:35			x			
00:03:36		x				
00:03:36	x					
00:03:36				x		
00:03:37					x	
00:03:37						x
00:03:38			x			
00:03:38	x					
00:03:39		x				
00:03:39			x			
00:03:40					x	
00:03:40						x
00:03:42	4	4	4	2	3	2

Abbildung 11: Exportierte Excel-Tabelle des Structured assessment of laparoscopic assistant skills (SALAS) Dokumentationsprogramms.

## 6.5 Versuchsaufbau im Operationssaal

Die Aufnahme der Operationsteams im Operationssaal wurde mit einem Laptop Latitude 12 der 7000er Serie (Dell, Round Rock, Texas, USA), einer Webcam c920 mit Tonaufnahme (Logitech, Apples, Schweiz) sowie einer externen Festplatte (WD-Digital Elements, Irvine, Kalifornien, USA) durchgeführt.

Das Operationsvideo wurde über die firmeneigene Software des Laparoskopieturms (Karl Storz, Tuttlingen, Deutschland) aufgezeichnet und anschließend anonymisiert zur weiteren Bearbeitung gesichert.



Abbildung 12: Intraoperative Datenerhebung mit Laptop (gelber Pfeil), Webcam (roter Pfeil) und Laparoskopieturm (blauer Pfeil).

Auf diese Weise konnten im Operationssaal die Anweisungen des Operateurs sowie die Handbewegungen von Operateur und Kameraassistent aufgezeichnet werden. Diese Aufnahmen wurden auf dem Laptop gesichert (Abb. 12). Die so erhobenen Aufnahmen wurden anschließend mit der frei erhältlichen Software Lightworks (EditShare Watertown, Massachusetts, USA) und dem ebenfalls frei zur Verfügung stehenden Videokonvertierungsprogramm SUPER (eRIghtSoft) bearbeitet.

Diese Bearbeitung und Synchronisierung ergab schließlich eine Videodatei in Splitscreen-Darstellung, welche zeitgleich die Hände von Operateur und Assistent, das Operationsvideo des Endoskopieturms sowie den Ton aus dem Operationssaal abspielt (Abb. 13).

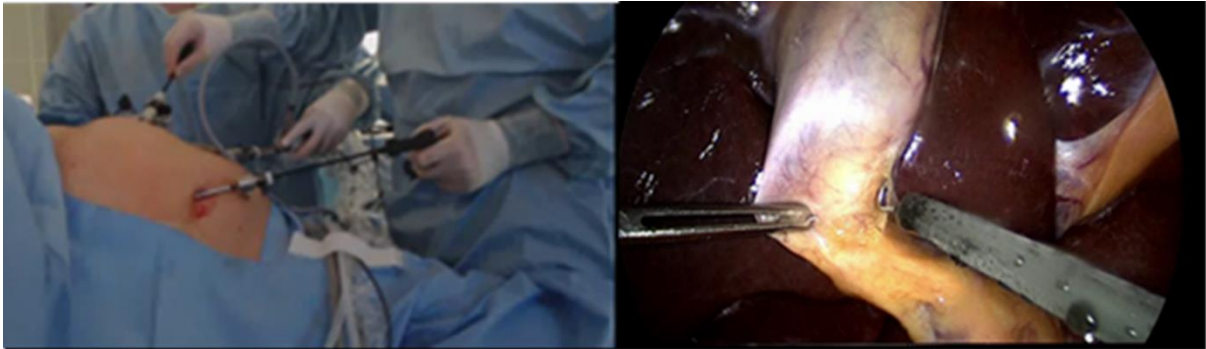


Abbildung 13: Splitscreen-Darstellung nach [19]

## 6.6 Validierung für die laparoskopischen Cholezystektomie

Die Basis für die Entwicklung des Bewertungssystems sind die Arbeiten von Reznick et al. (OSATS [7]) und Vassiliou et al. (GOALS [8]). Beide Arbeitsgruppen hatten für ihre Entwicklung der GRS 20 Operationen untersucht, weshalb für das vorliegende Projekt dieselbe Anzahl als sinnvoll erachtet wurde.

Die statistische Berechnung erfolgte mittels SPSS Statistics Version 23 (IBM Armonk, NY, USA) und Microsoft Excel (Redmond, Washington USA). Die Daten aus dem SALAS Dokumentationsprogramm, die Operationsdauer sowie die Erfahrung des Kameraassistenten wurden in ein SPSS Datenblatt eingepflegt. Die Untersuchung zur Validität des Scores wurde mit dem nicht-parametrischen Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Die interne Konsistenz wurde mit Cronbachs Alpha bestimmt. Anhand des „Intra Class Coefficients“ (ICC) wurde die Interrater Variabilität ermittelt.

Die Entscheidung für die Verwendung der laparoskopischen Cholezystektomie hatte verschiedene Gründe. Zum einen ist die laparoskopische Cholezystektomie bei Cholezystolithiasis in der Regel ein elektiver Eingriff und damit planbar. Die Wahrscheinlichkeit für intraoperative Komplikationen ist hierbei geringer als bei dringlichen oder notfallmäßigen Operationen. Zum anderen ist die laparoskopische Cholezystektomie ein typischer Weiterbildungseingriff im Rahmen der Facharztausbildung. Der Facharzkatalog der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz fordert für die Erlangung der Facharztqualifikation Viszeralchirurgie z.B. unter anderem 20 laparoskopische Cholezystektomien. Meistens wird diese Operation durch einen Facharzt und einen Assistenzarzt durchgeführt. Die Rollenverteilung, wer dabei die Rolle des Operateurs oder die des Kameraassistenten übernimmt, wird unter anderem durch die erwartete Komplexität des Eingriffes, eventuelle Voroperationen sowie den Weiterbildungsstand des Assistenzarztes bestimmt. So konnte die Tätigkeit als Kameraassistent von verschiedenen Operateuren unterschiedlicher Ausbildungsstufen an einem weitgehend standardisierten Eingriff erfasst werden [12].

Ein weiterer Grund für die Entscheidung, die Cholezystektomie als Eingriff zu wählen, ist der Operationsablauf. Die Darstellung des Calot'schen Dreiecks bedarf vor der gewissenhaften Präparation der Arteria cystica sowie des Ductus cysticus des sog. „critical view“ [12]. Hierbei muss die Winkeloptik mehrfach anguliert werden. Zur Vermeidung von Nachblutungen oder Gallenflüssigkeitsaustritten muss beim Verschluss der vorherig genannten Strukturen ein Schwenk der Optik durchgeführt

werden, bei dem der Operateur sich versichert, dass das komplette Lumen der Strukturen vollkommen von beiden Branchen der Clipzange gefasst wird. Hierbei wird der sichere Umgang des Kameraassistenten mit der Winkeloptik mehrfach geprüft. Andere Operationen ähnlicher Schwierigkeitsgrade erfordern vom Kameraassistenten weniger Wechsel des Blickwinkels. Ein Beispiel für eine für den Kameraassistenten einfache Operation, ist der laparoskopische Verschluss einer Leistenhernie. Hierbei wird die Kamera wenig bewegt, der Einsatz der Winkeloptik beschränkt sich in der Regel auf ein Minimum.

Als eine für den Kameraassistenten deutlich aufwändigere Operation, ist z.B. die laparoskopische Hemicolektomie rechts mit kompletter mesocolischer Exzision zu nennen. Hierbei werden nach aktueller Literatur acht „critical views“ gefordert, durch die sichergestellt wird, dass sich der Operateur in der richtigen Präparationsschicht befindet. Lassen sich diese „critical views“ nicht darstellen, sollte der Operateur innehalten und die anatomischen Verhältnisse re-evaluieren oder über die Konversion zur offenen Operation nachdenken [16]. Schritte wie das „critical view“-Konzept lassen sich nur realisieren, wenn die Arbeit des Kameraassistenten in gleicher Weise trainiert, bewertet und verbessert wird wie die des Operateurs.



## 6.7 Stellungnahme der Ethikkommission

Die Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz war nach Vorstellung des Studiendesigns mit der geplanten Untersuchung einverstanden. Die Studie trägt als Werkzeug der internen Qualitätssicherung dazu bei, die Patientensicherheit zu erhöhen, weshalb keine ausführliche berufsrechtliche Beratung (Ethikvotum) gefordert wurde. Da die Datenerhebung komplett anonymisiert erfolgte, ist eine Einverständniserklärung der Patienten nicht notwendig. Das OP-Personal muss über Video- und Tonaufnahmen informiert werden und damit einverstanden sein.

## 6.8 Projektankündigung und Datenschutz

Vor dem Beginn der Datenerhebung wurde das Projekt im Rahmen einer Einweisung dem ärztlichen Kollegium vorgestellt. Die anderen im allgemein- und viszeralchirurgischen Operationssaal anwesenden Disziplinen wie Anästhesie, operationstechnische Assistenz und OP-Pflegekräfte wurden ebenso über das Projekt informiert. Um im Operationssaal anwesende Personen für die Bild- und Tonaufnahme zu sensibilisieren, wurde jeder Eingang zum Saal mit einem großen Hinweisschild versehen. Zudem wurde immer während des Team-Time-out sowie zu Beginn der Aufnahme auf den Mitschnitt hingewiesen.

## 7. Ergebnisse

### Pilotstudie

Im Rahmen der Optimierung des Versuchsaufbaus im Operationssaal und der Programmentwicklung wurden 82 laparoskopische Operationen aufgezeichnet: Im Einzelnen wurden 45 Cholezystektomien, 13 Fundoplicationes, vier Sigmaresektionen, vier Hemicolektomien, vier Ösophagektomien, vier Leistenhernienoperationen, drei Appendektomien, vier anteriore Rektumresektionen sowie eine Ileozökalresektion analysiert.

Die ersten 30 Operationen wurden mithilfe Papierlisten dokumentiert. Die folgenden Eingriffe wurden mit dem kompletten System aus Video- und Tonaufnahme wie auch digitaler Dokumentation erfasst.

Als weiteres Ergebnis dieser Pilotuntersuchung wurde die Positionierung der Webcam optimiert, um die bestmögliche Bild- und Tonqualität zu erreichen und gleichzeitig keinesfalls den Ablauf der Operation zu beeinflussen.

Hierbei fielen bei 94% der Eingriffe Fehler beim Item „centering“ auf (75/80). Im Bereich „horizon“ wurden bei 85% der Operationen Fehler dokumentiert (68/80). Die Punkte „disruption of flow“ und „target out of view“ wurden in 19 Fällen (24%) bzw. 22 Fällen (28%) ausgewählt. Hilfestellung durch den Operateur war als „verbal correction“ bei 62 Operationen (78%) und als „manual correction“ bei 22 (28%) notwendig.

## Entwicklung des Scores

Analog zu den in der Literaturdiskussion erwähnten Arbeiten wurde für SALAS eine GRS gewählt. Der Score besteht aus den sechs oben genannten Items, die anhand einer Likert-Skala gewertet werden. Auf dieser können die Punktwerte „1“, „3“ und „5“ erreicht werden, wobei „1“ Punkt für die schlechtmöglichste Leistung vergeben wird und wiederum „5“ Punkte für die bestmögliche Leistung. Insgesamt besteht also die Möglichkeit, Werte von sechs bis 30 Punkten zu erlangen. Die Punktwerte wurden für jedes Item anhand ihres Auftretens während der Pilotuntersuchung vergeben. Dabei wird dies bezogen auf ein Zeitintervall (z.B. pro 10 Min.) oder auf den gesamten Eingriff gewertet (Tab. 1).

Tabelle 1: vorläufiger Structured assessment of laparoscopic assistant skills (SALAS)-Score

<b>Structured Assessment of Laparoscopic Assistant Skills (SALAS) Bewertungsskala</b>			
<b>Punktwert</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>Centering</b>	>1/10 Min.	<1/10 Min.	0-1/30 Min.
<b>Horizon</b>	>1/10 Min.	<1/10 Min.	0-1/30 Min.
<b>Disruption of flow</b>	> 2/Operation	1-2/Operation	Keine
<b>Target out of view</b>	> 2/Operation	1-2/Operation	Keine
<b>Verbal</b>	> 1/5 Min.	0-1/5 Min.	Keine
<b>Manual</b>	> 1/Operation	1/Operation	Keine
<hr/>			
<b>Gesamtwert</b>			

## Validierung

Zur Validierung des SALAS-Scores wurden weitere 20 elektive laparoskopische Cholezystektomien bei symptomatischer Cholezystolithiasis aufgezeichnet. Aufnahmebeginn war jeweils nach der Platzierung der Trokare, Aufnahmestopp nach der Verbringung der Gallenblase in den Bergebeutel. Die Kameraführung wurde zum einen live im Operationssaal nach dem SALAS-Schema analysiert, zum anderen von fünf verschiedenen Ratern anhand des Splitscreenvideos bewertet.

Als Rater fungierten ein trainierter Medizinstudent im klinischen Abschnitt der Ausbildung, jeweils ein Assistenzarzt im ersten und fünften Jahr der Facharztweiterbildung sowie ein Facharzt für Viszeralchirurgie.

Für die Analyse der Validität wurde eine Unterscheidung zwischen erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten vorgenommen. Als Grenzwert wurden 100 laparoskopische Operationen, bei denen die Kameranavigation durchgeführt worden war, definiert.

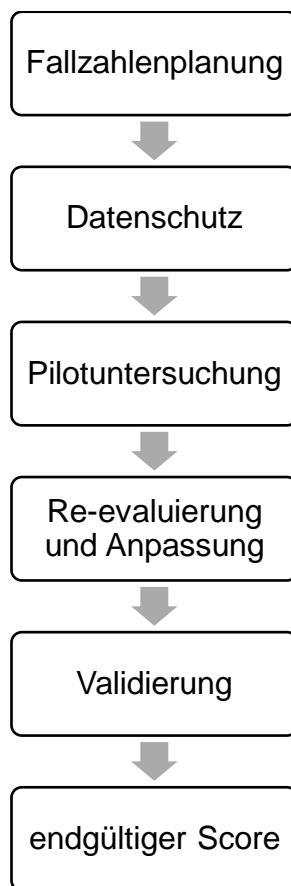


Abbildung 14: Schematischer Ablauf der Score Entwicklung.

## Statistische Analyse

Es wurden 20 Operationen aufgenommen, die von elf verschiedenen Operateuren durchgeführt und von elf unterschiedlichen Kameraassistenten unterstützt wurden. Von diesen galten 40% ( $n = 8$ ) per definitionem als unerfahren.

Die durchschnittliche Aufnahmezeit lag bei 37 Minuten (12-63 Minuten). Bei 19 von 20 Aufnahmen wurde mindestens ein Fehler im Item „center“ erfasst. Für „horizon“ bei 17 von 20 Aufnahmen. Für die Punkte „disruption“ wurden bei zwei von 20 Aufnahmen, für „target out of view“ in 9 von 20 Aufnahmen Fehler gesehen. „Verbal correction“ und „manual correction“ wurden mit Fehlern bei 10 von 20 Aufnahmen bzw. bei sechs von 20 Aufnahmen dokumentiert.

Die hier erhobenen Daten waren nicht normalverteilt, daher wurde der nicht-parametrische Mann-Whitney-U-Test angewandt. Dieser untersucht, inwieweit die Ergebnisse der verschiedenen Rater signifikante Unterschiede aufweisen. Entscheidend ist, dass die eingegebenen Parameter, im hier vorliegenden Fall der Gesamt-SALAS-Score und die Erfahrung des Kameraassistenten, voneinander unabhängig sind.

Mit Cronbachs Alpha wird die interne Konsistenz einer Skala bewertet. Es wird sowohl die Varianz zwischen den einzelnen Testpersonen als auch die Varianz der Items untersucht. Als Faustregel für die Interpretation von Alpha geben George und Mallery einen Wert von unter 0,5 als inakzeptabel und einen Wert von über 0,7 als akzeptabel an. Ein Wert über 0,8 wird als gut und ein Wert von über 0,9 als hervorragend angesehen [13].

Die von den verschiedenen Bewertern vergebenen Punkte wurden anhand des ICC (= Intra Class Correlation Coefficient) miteinander verglichen. Hierbei wurden sowohl der Score als Gesamtergebnis als auch die einzelnen Items untersucht. Der ICC ist ein Maß dafür, ob die Punktevergabe durch die Untersucher sich ähnelt oder ob die Bewertungen auseinander gehen. Der ICC kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei 1 eine 100%-ige Übereinstimmung bedeutet. Es zeigt sich sowohl für den Gesamtscore (ICC = 0,866) als auch für die einzelnen Items (ICC 0,586 bis 0,945) eine hohe bis sehr hohe Übereinstimmung. Lediglich für das Item „Disruption of flow“ zeigt sich mit einem ICC von 0,221 ein ungenügendes Ergebnis, weshalb dieses Item aus dem Score entfernt wurde (Tab. 2, Tab. 3).

Tabelle 2: Ergebnisse für sechs Items

Items	Bewerter 1		Bewerter 2		Bewerter 3		Bewerter 4		ICC
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	
Centering	2,7	1,6	2,1	1,5	2,1	1,2	2,4	1,5	0,586
Horizon	3,5	1,4	3,5	1,4	3,1	1,4	3,9	1,5	0,599
Target	3,9	1,2	4,1	1,0	3,7	1,2	3,1	1,5	0,591
Disruption	5,0	0,0	4,7	0,7	4,9	0,5	4,8	0,6	0,221
Verbal	4,4	1,1	3,2	1,9	4,2	1,5	4,1	1,2	0,833
Manual	4,4	1,3	3,9	1,8	4,2	1,4	3,9	1,5	0,945
<b>GESAMT SALAS</b>	24,0	4,0	21,5	5,6	22,2	4,9	22,1	4,3	0,866
Cronbachs Alpha	0,768		0,816		0,845		0,762		

SD = Standard Abweichung, ICC = Intra Class Correlation Coefficient

Tabelle 3: Ergebnisse nach Ausschluss des Items „Disruption“

Items	Bewerter 1		Bewerter 2		Bewerter 3		Bewerter 4		ICC
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	
Centering	2,7	1,6	2,1	1,5	2,1	1,2	2,4	1,5	0,586
Horizon	3,5	1,4	3,5	1,4	3,1	1,4	3,9	1,5	0,599
Target	3,9	1,2	4,1	1,0	3,7	1,2	3,1	1,5	0,591
Verbal	4,4	1,1	3,2	1,9	4,2	1,5	4,1	1,2	0,833
Manual	4,4	1,3	3,9	1,8	4,2	1,4	3,9	1,5	0,945
<b>GESAMT SALAS</b>	19,0	4,0	16,8	5,2	17,3	4,7	17,3	4,2	0,866
Cronbachs Alpha	0,768		0,806		0,851		0,727		

SD = Standard Abweichung, ICC=Intra Class Correlation Coefficient

In Abbildung 15 zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten bei allen Ratern (Abb. 15). Das Signifikanzniveau bewegt sich dabei zwischen  $p = 0,039$  und  $p = 0,001$ . Insgesamt erreichten erfahrene Kameraassistenten einen deutlich höheren Score von im Median 19,9 im Gegensatz zu Unerfahrenen mit 14,2 ( $p < 0,001$ ).

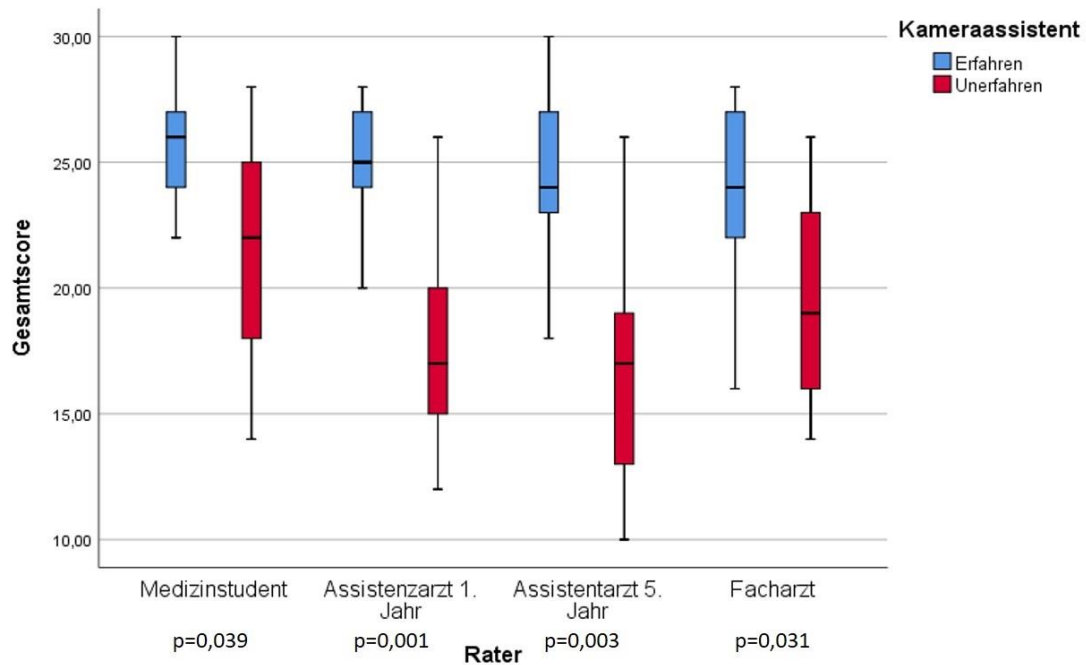


Abbildung 15: Grafische Darstellung der Score Ergebnisse erfahrener und unerfahrener Kameraassistenten bei unterschiedlichen Ratern ( $p =$  Signifikanzniveau/Irrtumswahrscheinlichkeit).

Der validierte SALAS-Score besteht aus den fünf untenstehenden Items. Es können die Punktwerte „1“, „3“ und „5“ erreicht werden, wobei „1“ Punkt für die schlechteste Leistung vergeben wird und wiederum „5“ für die bestmögliche Leistung. Maximal sind 25, minimal 5 Punkte möglich (Tab. 4).

Tabelle 4: Structured assessment of laparoscopic assistant skills (SALAS)-Score

**Structured Assessment of Laparoscopic Assistant Skills (SALAS)**

**Bewertungsskala**

<b>Punktwert</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>Centering</b>	> 1/10 min	< 1/10 Min.	0-1/30 min
<b>Horizon</b>	> 1/10 min	< 1/10 Min.	0-1/30 min
<b>Target out of view</b>	> 2/Operation	1-2/Operation	Keine
<b>Verbal</b>	> 1/5 min	0-1/5 Min.	Keine
<b>Manual</b>	> 1/Operation	1/Operation	Keine
<hr/>			
<b>Gesamtwert</b>			



## 8. Diskussion

Mit der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass mithilfe einer GRS die Kameranavigation bei laparoskopischen Cholezystektomien valide gemessen werden kann. SALAS zeigt sowohl eine hohe interne Konsistenz als auch eine gute Reliabilität. Die Unterscheidung zwischen erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten ist hiermit möglich. Die Ziele der einfachen Anwendbarkeit, der universellen Einsetzbarkeit und der intuitiven Nutzbarkeit wurden ebenso erreicht.

Nach eingehender Analyse der Veröffentlichungen mit dem Fokus auf Bewertungsscores wurden Stärken und Schwächen der einzelnen Arbeiten identifiziert. Statt wie bei OSATS und GOALS auf eine operationsspezifische Checkliste zu setzen, wird bei SALAS eine GRS verwendet, die prinzipiell für jeden videoendoskopisch assistierten Eingriff eingesetzt werden kann [7, 8]. Zudem stellen Regehr et al. fest, dass bei der Bewertung technischer Fähigkeiten in der Chirurgie, im direkten Vergleich von aufgabenspezifischen Checklisten und Global Rating Scales, die GRS eine höhere Validität bietet [11]. Außerdem wurde gezeigt, dass die Kombination einer GRS mit einer Checkliste die Reliabilität und Validität nicht erhöht [8].

Diese Skala lässt sich digital mithilfe des SALAS-Documentation-Tool erfassen und direkt im Anschluss an die Operation oder Ausbildungseinheit auswerten oder als einfache Strichliste auf Papier nutzen. Die Rückmeldung an den Kameraassistenten kann prompt und strukturiert erfolgen, wodurch dieser Schwächen identifizieren und dann gezielt trainieren kann. Im Gegensatz zu OSA-CNS, bei dem der Operateur im Anschluss an die Operation seine Bewertung abgibt, wird bei SALAS direkt während der Operation bzw. im Nachgang anhand eines Operationsvideos bewertet [10]. Es ist davon auszugehen, dass eine kontinuierliche Erfassung von Fehlern genauer ist als eine postoperative umfängliche Einschätzung der Kameraassistenz. Andererseits bietet die SALAS-Matrix aber auch die Möglichkeit einer unmittelbar postoperativen Bewertung, falls die Ressourcen für eine Onlinebewertung im OP nicht verfügbar sind.

Auch bei der Auswahl der Bewertungskriterien unterscheidet sich SALAS von den vorangegangenen Arbeiten. Durch die Verwendung von drei objektiven (centering, horizon und target) sowie zwei eher subjektiven Items (verbal und manual correction), wird die Kameranavigation umfassend bewertet. Kriterien mit variabler Auslegung wie

z.B. „bimanuelle Geschicklichkeit“ sowie „Effizienz der Bewegung“ wie sie bei den OSATS und GOALS verwendet werden, wurden bewusst vermieden [7, 8].

Auch für zukünftige Anwendungen, wie die Bewertung von robotischer Assistenz für die Kameranavigation, ist SALAS verwendbar. Nutzt man für menschliche und robotische Assistenz den gleichen Bewertungsmaßstab, ermöglicht und erleichtert dies die Vergleichbarkeit. Ebenso ist es denkbar, eine automatisierte Analyse der Kameranavigation mittels künstlicher Intelligenz, z.B. aus dem Bereich des automatisierten Fahrens, im Operationssaal durchführen zu lassen, um bei längeren Operationen auf Konzentrationsschwächen aufmerksam zu machen. Zudem würde hiermit eine Livebewertung mit umgehender Rückmeldung an dem Kameraassistenten ermöglicht.

Aber auch SALAS unterliegt einigen Limitationen. Durch die Datenerhebung an einer Universitätsklinik, die großen Wert auf die fundierte operative Ausbildung ihrer Assistenzärzte legt, waren viele der gefilmten Operationen im Rahmen der Pilotuntersuchungen Ausbildungseingriffe. Dabei übernimmt ein Fach- bzw. Oberarzt die Kameraführung und assistiert einem Assistenzarzt. Hierbei kann es aus didaktischen Gründen dazu kommen, dass der Kameraassistent bewusst besondere anatomische Strukturen in den Fokus bringt, um den Assistenzarzt auf andere Strategien oder morphologische Besonderheiten aufmerksam zu machen. Hier könnte dem Scoringssystem folgend ein Fehler für „centering“ oder „target out of view“ vergeben werden, der aber der Ausbildungssituation geschuldet, und nicht als Fehler des Kameraassistenten zu werten ist. Ein erfahrener Kameraassistent, der den Eingriff zusätzlich als Ausbildungseinheit für den Arzt in Weiterbildung nutzt, könnte so fälschlich schlecht bewertet werden. Darüber hinaus erfolgte die Validierung des vorliegenden Scores anhand der laparoskopischen Cholezystektomie. Die Anwendbarkeit bei anderen Operationen ist Gegenstand aktueller Untersuchungen. Hüttl et al. konnten mit ihrer Untersuchung zum SALAS-Score bei fortgeschrittenen laparoskopischen Kolorektalen Eingriffen bereits einen signifikanten Unterschied zwischen erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten aufzeigen [14].

In der Literatur zum Thema laparoskopische Kameranavigation finden sich außer den hier ausgewählten Items auch noch andere Bewertungskriterien für gute Kameranavigation, wie zum Beispiel das stetige Halten einer Einstellung ohne Abweichen und das Ruhighalten der Kamera mit möglichst geringem Verwackeln [15]. Obwohl diese Parameter sicherlich eine Bedeutung haben, sind sie ohne extremen

apparativen Aufwand kaum messbar. Die Zielsetzung für den hier entwickelten Score war vor allem seine leichte Anwendbarkeit sowie die gute Übertragbarkeit auf verschiedene Trainingsmöglichkeiten und den Operationssaal. Entsprechend wurden die fünf oben genannten Parameter in das Scoringssystem aufgenommen.

Ein weiterer möglicher Einflussfaktor ist der Hawthorne-Effekt, der die Verhaltensänderung einer Versuchsperson beschreibt, wenn ihr bewusst ist, dass sie unter Beobachtung steht [16]. Der Ton- und Videomitschnitt der betroffenen Operationen wurde bei jedem untersuchten Eingriff angekündigt. Es ist also möglich, dass das Bewusstsein über die Aufnahme, den Kameraassistenten sowie das gesamte OP-Team in ihrer Tätigkeit beeinflusst haben könnte.

Die Aus- und Weiterbildung im Bereich der Kameranavigation lassen sich nur bedingt mit der im Bereich der direkt operativen Tätigkeit vergleichen. Da sich der Kameraassistent nach den Bedürfnissen des Operateurs richten muss, ist das Training der Kameranavigation erheblich schwieriger. Es muss dynamisch auf die aktuelle Operationssituation reagiert werden. Dies in einer Trainingssituation abzubilden, ist komplex und aktuell nur bedingt möglich. Zukünftige Simulations- und Trainingsmodule sollten diesen Aspekt berücksichtigen. Zudem haben unterschiedliche Operateure spezifische Anforderungen hinsichtlich Blickwinkel oder Bildausschnitt, je nach persönlicher Präferenz und Prozedur entwickelt. Stellt der Kameraassistent dann nicht genau diese Einstellungen dar, resultieren daraus „verbal“ und „manual corrections“. Dies könnte in diesen Items zu Verfälschungen führen.

Mit Blick auf die Forschung an „critical view“-Konzepten, die durch Standardisierung von operativen Teilschritten die Sicherheit erhöhen, wird deutlich, dass eine umfangreiche Implementierung dieses Konzepts nur möglich ist, wenn die Technik der Kameranavigation sich in gleichem Maße weiterentwickelt wie die operative Technik. Ein wie von Strey et. al für die laparoskopische Hemicolektomie vorgeschlagenes Konzept mit festgelegten „critical view of safety“ vor entscheidenden Präparierschritten ist nur umsetzbar, wenn der Kameraassistent auch in der Lage ist, die erforderlichen Bildausschnitte in korrekter Orientierung darzustellen [17].

Bei weiterführenden Untersuchungen zu SALAS ist darüber hinaus zu erwarten, dass Teams, die regelmäßig miteinander operieren, bessere Scores erreichen, da weniger verbale und manuelle Korrekturen nötig sind. Der Kameraassistent „weiß was der

Operateur sehen möchte“ oder eine non-verbale Kommunikation führt zu Korrekturen, die durch SALAS jedoch nicht zu erfassen sind, woraus ein besserer SALAS-Score resultieren könnte. Damit kann es zu einer Positivierung der Scoreergebnisse zugunsten eingespielter Teams kommen.

Das laparoskopische Arbeiten verlangt andere psychomotorische Fähigkeiten als die offene Operation [15]. Idealerweise sollte die laparoskopische Kamera beidhändig geführt werden, damit eine Hand die Kamera selbst sicher und ruhig führen kann und Einstellungen an der Winkeloptik mit der anderen Hand durchgeführt werden können, ohne durch Umgreifen zu Verwacklungen zu führen. Einige Operationen profitieren aber davon, wenn der Kameraassistent dem Operateur durch instrumentelles Weghalten bzw. Exponieren von bestimmten Strukturen die Arbeit erleichtert. Erschwerend kommt hinzu, dass ein derartiges haltendes Instrument nicht selten außerhalb des Sichtbereichs der Kamera liegt. Diese zweite Aufgabe des Assistenten kann sicherlich auch Einfluss auf die Qualität der Kameranavigation nehmen und sollte daher zukünftig mit in Betracht gezogen werden.

Die Entwicklungen minimalinvasiver Techniken wie zum Beispiel SILS (Single incision laparoscopic surgery) und TaTME (Transanale totale mesorektale Exzision) zeigen, dass die Arbeit des Kameraassistenten zukünftig komplexer werden wird. Sowohl die anatomischen Verhältnisse als auch Anforderungen, wie Multitasking durch Kameraführung und simultanes Exponieren des Situs, sind bei derartigen Eingriffen anspruchsvoller. Eine wissenschaftliche Fokussierung auf die Arbeit des Kameraassistenten ist also notwendig und wird durch SALAS ermöglicht. Diese Arbeit ist nun quantifizierbar, das Erstellen von Lernkurven sowie der Vergleich verschiedener Ausbildungskonzepte wird realisierbar.

Die Erstellung dieses Scores reiht sich in die in der Literatordiskussion genannten Arbeiten ein, die alle das Ziel haben, eine manuell chirurgische Tätigkeit strukturiert zu erfassen und zu bewerten [7, 8]. Durch die Analyse von OSAS und GOALS konnte bei der Entwicklung des SALAS-Score von der Methodik dieser Arbeiten profitiert werden. So gibt es beim SALAS-Score eine einzige GRS für alle laparoskopischen Operationen, anstatt für jede einzelne Operation eine Checkliste zu entwickeln. Zudem wurde auf die Verwendung einer VAS verzichtet, da diese in den bisherigen Arbeiten keinen zusätzlichen Informationsgewinn gezeigt hat [8].

Mit SALAS ist es nun reliabel und valide möglich, die Qualität der Kameranavigation objektiv zu bewerten. Sowohl in der Trainingssituation als auch während einer Operation kann die Leistung des Kameraassistenten dokumentiert werden. Es können zukünftig Lernkurven verschiedener Trainingsszenarien zur Kameranavigation erstellt werden, wodurch diese erstmals fundiert miteinander verglichen werden können. So ist es möglich, die Aus- und Weiterbildung von Studierenden und Chirurgen weiter zu optimieren.

Auch der Operateur profitiert von der Anwendung des SALAS-Scores, da es hierdurch ermöglicht wird, Operationen mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad von einem Kameraassistenten assistieren zu lassen, welcher nachgewiesenermaßen fundierte Kenntnisse in der Kameranavigation hat. Durch die Nutzung einer einzigen GRS für alle laparoskopischen Operationen ist eine Analyse der Kameranavigation eines Assistenten über verschiedene Eingriffe hinweg möglich. Es wäre denkbar Operationen ab bestimmten Schwierigkeitsgraden im Sinne eines „Kamera-Führerscheins“ zukünftig von Chirurgen assistieren zu lassen, die fortgeschrittene Fähigkeiten nachgewiesen haben. Huettl et al. konnten bei einer Untersuchung in virtueller Realität zeigen, dass ein Chirurg bei der laparoskopischen Cholezystektomie sowohl im Hinblick auf die Operationsdauer als auch auf die Fehlerrate bessere Ergebnisse erzielt, wenn der Kameraassistent einen höheren SALAS-Score erreicht hat [18].

Der Chirurg in Ausbildung profitiert von SALAS, da es hiermit leichter möglich ist, eine strukturierte Rückmeldung über die Kameranavigation zu erhalten, Schwachstellen aufzudecken und diese durch fokussiertes Training zu beseitigen.

Für den Patienten ist SALAS in der Theorie ebenso von Vorteil, da durch eine bessere Kameranavigation der Operateur fokussierter arbeiten kann, ohne durch die Anleitung des Kameraassistenten abgelenkt zu sein. Wissenschaftliche Analysen zum Einfluss der Kameraassistenz liegen derzeit jedoch nicht vor. Lediglich Analysen aus der Simulation legen diesen Einfluss nahe [5]. Durch SALAS kann dieser Sachverhalt zukünftig strukturiert untersucht werden.

## 9. Zusammenfassung

Obwohl die Kameranavigation in der wissenschaftlichen Diskussion zur laparoskopischen Chirurgie als entscheidender Baustein für minimalinvasive Eingriffe angesehen wird, ist sie bislang wenig untersucht [15]. Eine objektive Möglichkeit, den Kameraassistenten zu bewerten, existierte bislang nicht. Diese Lücke füllt der neu entwickelte SALAS-Score.

Der anhand der laparoskopischen Cholezystektomie validierte Score besteht aus einer Likert-Skala mit den Items „centering“, „horizon“, „target of view“, „verbal correction“ und „manual correction“. Für jede Kategorie können in Abhängigkeit der Fehlerzahl pro Zeiteinheit bzw. pro Operation 1, 3 oder 5 Punkte vergeben werden, sodass Gesamtwerte zwischen fünf und 25 Punkten erreicht werden können.

Die statistische Analyse ergab, dass der Score sowohl von Experten für laparoskopische Eingriffe als auch von Bewertern mit chirurgischen Grundlagenwissen in diesem Bereich erfolgreich angewendet werden kann ( $ICC = 0,866$ ). Die differenzierte Bewertung der Leistung von Kameraassistenten mit geringer und hoher Erfahrung gelingt statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ), wodurch die Konstruktvalidität nachgewiesen wurde.

Durch die einfache Anwendbarkeit ohne den zwingenden Bedarf komplexer technischer Hilfsmittel, können sowohl Trainingssituationen als auch reale Eingriffe bewertet werden. Zukünftig können durch SALAS auch die verschiedenen Trainingskonzepte und -möglichkeiten für laparoskopische Kameranavigation wissenschaftlich verglichen werden. Außerdem können bei komplizierten Eingriffen Assistenten ausgewählt werden, die nachgewiesenermaßen über fortgeschrittene Fähigkeiten als Kameraassistent verfügen. Hinzu kommt, dass nun der Einfluss der Kameranavigation auf den Operationserfolg untersucht werden kann, wodurch perspektivisch ein Bewusstsein für die Wichtigkeit dieses Themas im Rahmen der chirurgischen Aus- und Weiterbildung geschaffen wird.

Teile dieser Arbeit wurden bereits vor Abschluss dieser Dissertation veröffentlicht [19].

## 10. Literaturverzeichnis

- [1] Huber, T.; Paschold, M.; Bartsch, F.; Lang, H.; Kneist, W. (2016): Weiterbildungseingriff Appendektomie. Was hat sich in 10 Jahren geändert? *Chirurg* 87 (4), S. 326–331. DOI: 10.1007/s00104-015-0122-9.
- [2] Rink, A. D.; Kauff, D. W.; Paschold, M.; Vestweber, K-H; Lang, H.; Kneist, W. (2016): Hybrid-TAMIS totale mesorektale Exzision. Neue Perspektive in der Behandlung des distalen Rektumkarzinoms - Technik und Ergebnisse. *Chirurg* 87 (3), S. 225–232. DOI: 10.1007/s00104-015-0043-7.
- [3] Heinrich, S.; Tripke, V.; Huber, T.; Mittler, J.; Lang, H. (2017): A Match-Pair Analysis of Open Versus Laparoscopic Liver Surgery. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons* 21 (4). DOI: 10.4293/JLSLS.2017.00061.
- [4] Huber, T.; Kirschniak, A.; Johannink, J. (2017): Umfrage zum Training laparoskopischer Fertigkeiten in Deutschland. *Zentralblatt für Chirurgie*. 142 (1), S. 67–71. DOI: 10.1055/s-0042-116327.
- [5] Huber, T.; Paschold, M.; Lang, H.; Kneist, W. (2014): Influence of camera navigation training on team performance in virtual reality laparoscopy. *Journal of Surgical Simulation* 1. DOI: 10.1102/2051-7726.2015.0008.
- [6] Zhu, A.; Yuan, C.; Piao, D.; Jiang, T.; Jiang, H. (2013): Gravity line strategy may reduce risks of intraoperative injury during laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy* 27 (12), S. 4478–4484. DOI: 10.1007/s00464-013-3093-2.
- [7] Martin, J. A.; Regehr, G.; Reznick, R.; MacRae, H.; Murnaghan, J.; Hutchison, C.; Brown, M. (1997): Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *British Journal of Surgery* 84 (2), S. 273–278. DOI: 10.1046/j.1365-2168.1997.02502.x
- [8] Vassiliou, M.; Feldman, L.; Andrew, C.; Bergman, S.; Leffondré, K.; Stanbridge, D., Gerald M. (2005): A global assessment tool for evaluation of intraoperative laparoscopic skills. *American Journal of Surgery* 190 (1), S. 107–113. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2005.04.004.
- [9] Chiasson, P. M.; Pace, D. E.; Schlachta, C. M.; Mamazza, J.; Poulin, E. C. (2003): Minimally invasive surgery training in Canada: a survey of general surgery. *Surgical Endoscopy* 17 (3), S. 371–377. DOI: 10.1007/s00464-002-8818-6.

- [10] Nilsson, C.; Sorensen, J.; Konge, L.; Westen, M.; Stadeager, M.; Ottesen, B.; Bjerrum, F. (2017): Simulation-based camera navigation training in laparoscopy-a randomized trial. *Surgical Endoscopy* 31 (5), S. 2131–2139. DOI: 10.1007/s00464-016-5210-5.
- [11] Regehr, G.; MacRae, H.; Reznick, R. K.; Szalay, D. (1998): Comparing the psychometric properties of checklists and global rating scales for assessing performance on an OSCE-format examination. *Academic Medicine* 73 (9), S. 993–997. DOI: 10.1097/00001888-199809000-00020
- [12] Niwa, U. C.; Axt, S.; Falch, C.; Müller, S.; Kreuzer, J. A.; Nedela, P.; Kirschniak, A. (2013): Die laparoskopische Cholezystektomie als standardisierter Lehreingriff zur Behandlung der symptomatischen Cholezystolithiasis. *Zentralblatt für Chirurgie* 138 (2), S. 141–142. DOI: 10.1055/s-0032-1328396.
- [13] Darren G.; Mallery, P. *Spss for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference/11.0 Update* | ISBN: 9780205375523
- [14] Huettl, F.; Lang, H.; Paschold, M.; Watzka, F.; Wachter, N.; Hensel, B.; Kneist, W.; Huber, T. (2020) Rating of camera navigation skills in colorectal surgery. *International Journal of Colorectal Disease*. DOI: 10.1007/s00384-020-03543-9
- [15] Korndorffer, J. R.; Hayes, D. J.; Dunne, J. B.; Sierra, R.; Touchard, C. L.; Markert, R. J.; Scott, D. J. (2005): Development and transferability of a cost-effective laparoscopic camera navigation simulator. *Surgical Endoscopy* 19 (2), S. 161–167. DOI: 10.1007/s00464-004-8901-2.
- [16] Fernald, D. H.; Coombs, L.; DeAlleaume, L.; West, D.; Parnes, B. (2012): An assessment of the Hawthorne Effect in practice-based research. *The Journal of the American Board of Family Medicine* 25 (1), S. 83–86. DOI: 10.3122/jabfm.2012.01.110019.
- [17] Strey, C. W.; Wullstein, C.; Adamina, M.; Agha, A.; Aselmann, H.; Becker, T.; Grützmann, R.; Kneist, W.; Maak, M.; Mann, B.; Moesta, K. T.; Runkel, N.; Schafmayer, C.; Türler, A.; Wedel, T.; Benz, S. (2018): Laparoscopic right hemicolectomy with CME: standardization using the "critical view" concept. *Surgical Endoscopy* 32 (12), S. 5021–5030. DOI: 10.1007/s00464-018-6267-0.



[18] Huettl, F.; Huber T.; Duwe M.; Lang H.; Paschold M.; Kneist W. (2019) Higher quality camera navigation improves the surgeon's performance: Evidence from a pre-clinical study. *Journal of Minimal Access Surgery*. DOI: 10.4103/jmas.JMAS\_143\_19

[19] Huber, T.; Paschold, M.; Schneble, F.; Poplawski, A.; Huettl, F.; Watzka, F.; Lang, H.; Kneist, W. (2018) Structured assessment of laparoscopic camera navigation skills: the SALAS score. *Surgical Endoscopy* 32, 4980–4984. DOI: 10.1007/s00464-018-6260-7

## Danksagung

Für die freundliche und tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung dieser Dissertation möchte ich mich herzlich beim gesamten Team der Allgemein-, Viszeral und Transplantationschirurgie der Universitätsklinik Mainz sowie dem Institut für Biometrie und Epidemiologie Mainz bedanken.

Besonders hervorzuheben ist hierbei die Arbeitsgruppe um sowie die hervorragende Betreuung durch. Für die Hilfe bei der Programmierung des SALAS-Dokumentations-Tools gilt mein Dank.

# Lebenslauf

Florian Schneble

## Persönliche Daten

Geburtstag

Geburtsort

Familienstand

Staatsangehörigkeit