

Chirurg 2022 · 93:566–576  
<https://doi.org/10.1007/s00104-022-01608-9>  
Angenommen: 31. Januar 2022  
Online publiziert: 28. Februar 2022  
© The Author(s), under exclusive licence to  
Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von  
Springer Nature 2022

Redaktion  
C.T. Germer, Würzburg



# Klinischer Stellenwert alternativer Technologien zur standardmäßigen laparo- skopischen Cholezystektomie – Single-Port, Reduced-Port, Roboter, NOTES

M. Berlet<sup>1,2</sup> · A. Jell<sup>1,2</sup> · D. Bulian<sup>3</sup> · H. Friess<sup>1</sup> · D. Wilhelm<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Fakultät für Medizin, Klinik und Poliklinik für Chirurgie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland

<sup>2</sup> Forschungsgruppe MITI, Klinik und Poliklinik für Chirurgie, Klinikum rechts der Isar, München, Deutschland

<sup>3</sup> Klinik für Viszeral-, Tumor-, Transplantations- und Gefäßchirurgie, Zentrum für interdisziplinäre Viszeralmedizin (ZIV), Kliniken der Stadt Köln gGmbH, Köln, Deutschland

## In diesem Beitrag

- **Methode**  
Standard laparoskopische Cholezystektomie • „Critical view of safety“ • Triangulation
- **Ergebnisse**  
Erfahrungen zur Single-Port-Cholezystektomie • NOTES-Cholezystektomie • Reduced-Port-Cholezystektomie • Robotische Methoden der Cholezystektomie • Status quo – Behandlungsdaten zur Cholezystektomie in Deutschland
- **Diskussion**

## Zusammenfassung

Ein chirurgischer Eingriff sollte eine bestehende Erkrankung idealerweise kurativ versorgen und dies mit geringer Komplikationsrate und minimalem Trauma erreichen. Für die Cholezystolithiasis konnte sich die laparoskopische Cholezystektomie in diesem Sinne als anerkannter Standard etablieren. Neuere Verfahren, wie etwa der Single-Port-Ansatz oder NOTES sind angetreten, das bereits geringe Trauma des Verfahrens weiter zu reduzieren und ein besseres kosmetisches Ergebnis zu bieten. Bei allen neuen Methoden steht hierbei die Reduktion der transabdominellen Zugänge im Vordergrund des Bestrebens. Der vorliegende Beitrag versucht anhand publizierter Ergebnisse und DRG(Diagnosis Related Group)-Daten zu untersuchen, ob dieser Anspruch erreicht wird, v. a. aber soll geprüft werden, ob das Ziel auch unter Berücksichtigung der Ergebnisqualität und Komplikationsraten realisiert wurde. Neben den genannten Ansätzen werden hierbei auch die robotische Cholezystektomie und das Reduced-Port-Verfahren betrachtet.

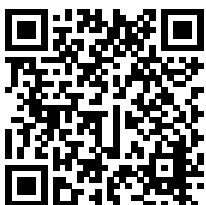
### Schlüsselwörter

Laparoskopie · Triangulation · Sicherheitsblick · Ergebnisqualität · Komplikationsraten

## Hintergrund

Ein chirurgischer Eingriff sollte in erster Linie eine Erkrankung behandeln, d. h. idealerweise kurieren, und dieses Ziel möglichst ohne Komplikationen erreichen. Sind diese beiden Kriterien erfüllt, können sekundäre Aspekte berücksichtigt werden, wobei die Reduktion des operativen Traumas ein führendes Ziel darstellt. Als Carl Langenbuch 1882 in Berlin die erste, damals offene Cholezystektomie (CHE) durchführte, präsentierte er für Erkrankungen der Gallenblase eine kura-

tive Methode, die nach Verbesserung der chirurgischen Technik mit einer nahezu Nullmortalität und akzeptabel niedrigen Morbidität weltweit eingesetzt wurde. Die Cholezystektomie konnte sich seitdem gegen alternative Methoden etablieren und stellt heute eine der am häufigsten durchgeführten viszeralchirurgischen Eingriffe dar. Etwas mehr als 100 Jahre später führte Erich Mühe 1985 die erste laparoskopische Cholezystektomie durch und läutete damit die Ära der minimal-invasiven Chirurgie ein. Da die Vorteile des Verfahrens für viele Ärzte und Patienten



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

offensichtlich waren, verbreitete sich die laparoskopische Cholezystektomie in den Folgejahren wie ein Buschfeuer, vernachlässigte hierbei aber oben aufgeführte Kriterien bzw. tat dies mit inakzeptabel hohen Komplikationsraten. Zahlreiche Berichte aus den frühen Jahren der Laparoskopie bekunden dies mit einer hohen Rate an Gallengangverletzungen [1]. Dank der wissenschaftlichen Aufarbeitung und Aufklärung, durch entsprechende Trainingskurse, v. a. aber durch das Prinzip des „critical view of safety“ gelang es in den folgenden Jahren, die Komplikationsrate auf das Niveau der offenen Chirurgie zu reduzieren [2].

Die Cholezystektomie nimmt für die chirurgische Ausbildung eine Schlüsselposition ein, dient aber auch für die Entwicklung neuer chirurgischer Methoden und deren Einführung in die klinische Praxis. So wurde die Single-Port-Chirurgie u. a. dafür entwickelt, das Trauma und das kosmetische Ergebnis der Cholezystektomie zu reduzieren. Als Jaques Marescaux 2007 seine erste transvaginale Cholezystektomie beendete, bezeichnete er dies als die „Einführung des NOTES Verfahrens in die klinische Praxis“ [3]. Und auch für die robotische Chirurgie war die Cholezystektomie ein Eingriff der ersten Stunde, nicht zuletzt wählte Marescaux für die Operation Lindberg, eine transatlantische Teleoperation, eine Cholezystektomie [4]. Die Cholezystektomie stellt somit nicht nur eine wesentliche Säule der Viszeralchirurgie dar, sondern kann auch dazu genutzt werden, den Stellenwert und die Penetranz alternativer Techniken zu evaluieren. Hierbei sollten die eingangs genannten Kriterien als Bewertungsgrundlage dienen, wobei der Komplikationsrate eine entscheidende Rolle zukommt. Jede neue Methode muss entsprechend mit dem derzeitigen Standard, in diesem Fall der laparoskopischen Chirurgie, verglichen werden. Die vorliegende Arbeit ist in dieser Hinsicht bemüht, den Stellenwert alternativer Technologien der Cholezystektomie zu analysieren, und versucht dies anhand einer Untersuchung der aktuellen Studienlage und auf Basis der aktuell verfügbaren DRG (Diagnosis Related Group)-Daten.

## Methode

Die vorliegende Arbeit beinhaltet eine aktuelle MEDLINE-basierte Recherche und Analyse zu den verschiedenen Verfahren der Cholezystektomie. Hierbei dienten die Begriffe single-incision, single-port, laparoscopic, NOTES, transluminal, transvaginal, reduced port, robotic, 3-Port und 2-Port in Kombination mit cholecystectomy der Suche nach geeigneten Artikeln. Randomisiert kontrollierte Studien und systematische Review-Analysen wurden hierbei bevorzugt, ebenso versuchten wir möglichst aktuelle Daten zu bewerten. Die Selektion der berücksichtigten Artikel erfolgte nach gemeinsamer Diskussion durch die Autoren M. B. und D. W.

Die Arbeit beinhaltet zudem eine Auswertung der DRG-Daten der vergangenen 10 Jahre (Abfrage vom November 2021, Erfassungszeitraum 2008 bis 2018). Die hier abgefragten Daten basieren auf der nationalen fallbezogenen Krankenhausstatistik des Statistischen Bundesamtes der Bundesrepublik Deutschland (DESTATIS). Diese Statistik enthält alle Datensätze der stationären Behandlungen, die nach dem DRG-System in Deutschland abgerechnet werden. Für jeden dieser stationären Fälle stehen Informationen wie Alter, Geschlecht, Diagnosen (kodiert nach der Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten, deutsche Modifikation, ICD-10-GM) und Prozeduren (kodiert nach der Deutschen Prozedurenklassifikation, OPS [Operationen- und Prozedurenschlüssel]) zur Verfügung. Bei zu kleinen Fallzahlen in einer abgefragten Gruppe erfolgt durch das Bundesamt aus Geheimhaltungsgründen eine Indizierung der Ergebnisse.

Die stationären Einzeldaten der DRG-Statistik der Jahre 2008 bis 2018 wurden per Fernzugriff über das Forschungsdatenzentrum des Statistischen Bundesamtes über eine kontrollierte Datenverarbeitung [5] abgefragt. Die Abfrage wurde mittels der Statistiksoftware SAS, Version 9.4 (SAS Institute GmbH, Heidelberg, Deutschland) geschrieben. Deskriptive Statistiken und Abbildungen wurden mit der Statistiksprache R Version 3.6.3 erstellt [6].

Für die Bewertung der alternativen Verfahren wurde die laparoskopische Cholezystektomie als Standard definiert.

Die Autoren geben keine Interessenkonflikte für diesen Beitrag an, es bestehen keine finanziellen Abhängigkeiten.

## Standard laparoskopische Cholezystektomie

Als Standard und Referenz wurde in diesem Beitrag die am weitesten verbreitete und in der interdisziplinären Leitlinie als solche bezeichnete laparoskopische Technik der 4-Port-Cholezystektomie definiert [7]. Hierbei wurden die Größe der Trokare (10 mm oder 5 mm) und die Lagerung des Patienten (French- oder amerikanische Technik) nicht berücksichtigt. Wie eine Cochrane-Analyse aus dem Jahr 2006 zeigen konnte, weist die Technik dem offenen Vorgehen vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich intra- und postoperativer Komplikationen, Gallenwegverletzungen und Operationsdauer auf, bietet aber sekundäre Vorteile wie eine schnellere Rekonvaleszenz, geringere Schmerzen und eine Verringerung an zugangsassoziierten Komplikationen [8]. Eine Übersichtsarbeit der SAGES Task Force aus dem Jahr 2018 fand für die laparoskopische Cholezystektomie eine im Verlauf auf 0,22% abnehmende Rate an Gallenwegverletzungen bei gleichbleibenden Werten für die Morbidität (1,6–5,3%) und Mortalität (0,08–0,14%) sowie eine Konversionsrate von 4,2–6,2% [9]. Unter den Komplikationen lagen Wundinfektionen mit 1,3% an erster Stelle bei den über 0,5 Mio. eingeschlossenen Patienten.

## „Critical view of safety“

Der von Strasberg 1995 erstmals vorgeschlagene Ansatz des „critical view of safety“ (CSV) beinhaltet die sichere Identifikation des Ductus cysticus und der A. cystica vor der Durchtrennung dieser Strukturen, die Darstellung des Übergangs vom Infundibulum zum Ductus cysticus nach deren Lösung aus dem Gallenblasenbett sowie die Präparation von 2 Fenstern, die einmal zwischen den beiden kanalikulären Strukturen und zudem zum Leberunterrand zu finden sind [2]. Die Beachtung des Konzeptes hat einen Einfluss auf die Komplikationsrate, sodass sie ein wesentliches Element jedweder Technik der Cholezystektomie darstellen sollte [10, 11].

### Triangulation

Triangulation in der Chirurgie bedeutet das Zusammenführen von Instrumenten aus unterschiedlichen Richtungen an einem Punkt, sodass diese ein Dreieck formen [12]. Die Triangulation erlaubt die Retraktion von Gewebe in unterschiedliche Richtungen, sodass diese effektiv exponiert werden können, und stellt ein Grundprinzip der chirurgischen Manipulation dar.

### Ergebnisse

#### Erfahrungen zur Single-Port-Cholezystektomie

Erste Berichte zur Single-Port-Cholezystektomie gehen zurück auf das Jahr 1995, als Navarra seine Erfahrungen mit 30 als „one-wound surgery“ durchgeführten Cholezystektomien beschreibt [13]. In Folge wurde die Methode zunehmend verfeinert und technisch durch spezielle Trokarsysteme und Instrumente weiterentwickelt [14]. Die Single-Port(SP)-Chirurgie wird aufgrund der engen Lagebeziehung der Instrumente, der hierdurch resultierenden Kollision („clashing“) der Instrumente und der eingeschränkten Triangulation, aber auch hinsichtlich der schlechteren Visualisation bei parallel eingebrachter Optik (v.a. CVS) kritisch betrachtet. Trotz zahlreicher Innovationen konnten diese grundsätzlichen Probleme bislang nur ansatzweise kompensiert werden. Dennoch belegen zahlreiche Publikationen, dass das Verfahren für die Cholezystektomie anwendbar ist. Das MUSIC Trial verglich in diesem Zusammenhang die laparoskopische und die Single-Port-Cholezystektomie in einer 1:1 randomisierten prospektiven multizentrischen Studie an insgesamt 600 Patienten [15]. Bei einer vergleichbaren Komplikationsrate zeigten sich die Patienten mit dem ästhetischen Ergebnis nach dem Single-Port-Eingriff zufriedener. Eine höhere Hernienrate ergab sich nach einer Beobachtung von 12 Monaten nicht, allerdings war die Operationsdauer signifikant verlängert.

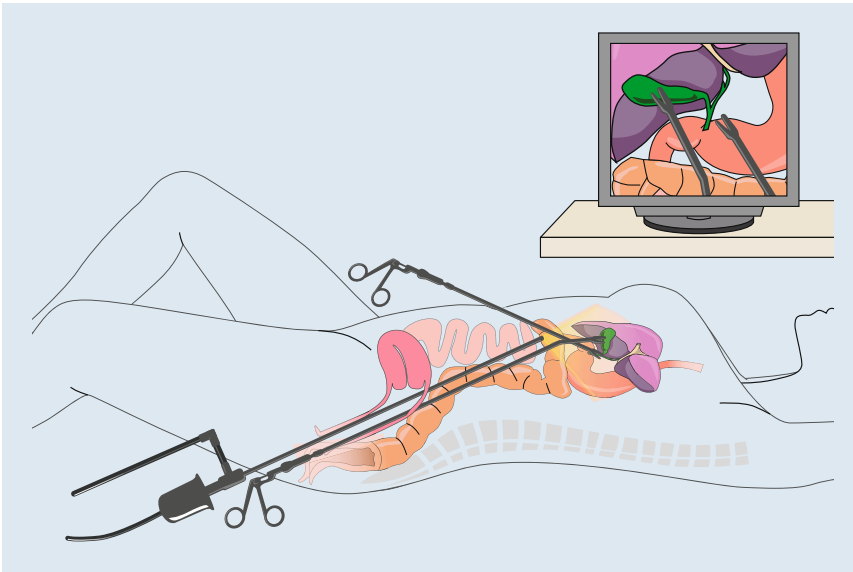
Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu einer vergleichbaren Studie, die nach 12 Monaten eine signifikant höhere Hernienrate zeigen konnte (8,4 vs. 1,2%) [16], ein Ergebnis das auch eine aktuelle

Metaanalyse bestätigt (4,5% nach Single-Port-Cholezystektomie, 0,2% nach laparoskopischer Cholezystektomie und 1,2% nach offener Cholezystektomie) [17]. Die verfügbare Evidenz zu diesem Thema fassen 2 systematische Review-Analysen aus dem Jahr 2017 zusammen [18, 19]. Trotz unterschiedlicher Einschlusskriterien und daher auch differierender Studien und Patientenzahlen (900 und 3000 Patienten) fanden sich jeweils eine signifikant erhöhte Rate an schweren Komplikationen (allerdings kein Unterschied hinsichtlich Gallenwegverletzungen), eine signifikant längere Operationsdauer nach Single-Port-Cholezystektomie, jedoch Vorteile hinsichtlich der unmittelbar postoperativ empfundenen Schmerzen und des kurz- wie auch langfristigen kosmetischen Ergebnisses. Die Lebensqualität beider Gruppen unterschied sich nicht, jedoch konnte in dieser Analyse ein signifikanter Bedarf an zusätzlichen Trokaren gefunden werden. Eine Erhöhung der Komplikationsrate nach Single-Port-Cholezystektomie findet sich auch in der Analyse von Arrezzo (sowohl im Vergleich zu 3- als auch 4-Port-Chirurgie) [20]. Erst eine aktuelle Metaanalyse von Lyu relativiert diese Ergebnisse und findet gleichwertige Komplikationsraten und Ergebnisse mit Ausnahme der erhöhten Operationsdauer und der signifikant erhöhten Hernienrate [21].

#### NOTES-Cholezystektomie

Das 2004 erstmals von Kalloo vorgestellte Prinzip der transluminalen Chirurgie bietet gegenüber allen anderen Verfahren die einzigartige Besonderheit, dass hierdurch erstmals auf abdominelle Zugänge durch die Bauchdecke verzichtet werden kann [22]. Stattdessen nutzt das Verfahren natürliche Körperöffnungen wie den Mund oder den Anus, was potenziell ein deutlich besseres kosmetisches Ergebnis und auch weniger Schmerzen bedingen könnte. Das Verfahren wurde initial durchaus kontrovers diskutiert und in einem frühen Beitrag als der „dreieckige Zugang zur Gallenblase“ titulierte, da man den quasi sterilen Zugang über die Bauchdecke für einen kontaminierten Zugangsweg aufgab [23]. Nach ersten Erfahrungen mit flexibel-endoskopischen Eingriffen, die bereits 2007

durchgeführt wurden (Bessler [24] und Marrescaux [3]), aber auch bestärkt durch Erfahrungen in anderen Indikationen [25] setzte sich im Folgenden nur die rigide transvaginale Cholezystektomie durch. Bei diesem von Zornig erstmals beschriebenen Vorgehen werden nach einer transumbilikalischen Laparoskopie 2 starre Instrumente transvaginal eingeführt, und hierüber wird der Eingriff durchgeführt (hybrider Ansatz) [26]. In einer ersten Fallserie von 100 Patientinnen konnte Zornig im Vergleich zur laparoskopischen Cholezystektomie außer einer längeren Operationsdauer keine Nachteile identifizieren (vergleichbare Komplikationsrate), das kosmetische Ergebnis wurde als besser eingestuft [27]. Lehmann berichtete 2017 über den aktuellen Stand des deutschen NOTES-Registers und über die Ergebnisse nach 3694 durchgeführten transvaginalen Cholezystektomien [28]. In dieser Aufarbeitung fand er bei einer durchschnittlichen Operationsdauer von 56 min eine geringe Rate an intra- und postoperativen Komplikationen (1,6 respektive 3,5%). Zudem gab es einzelne kontrolliert randomisierte Studien, die allerdings alle nur eine geringe Fallzahl inkludierten. Das 2017 publizierte NOVEL Trial der amerikanischen NOSCARG-Gruppe etwa konnte 37 transvaginale mit 33 laparoskopischen Cholezystektomien vergleichen und fand hierbei weder relevante Komplikationen in den Gruppen noch sonstige Unterschiede außer einer deutlich verlängerten Operationsdauer [29]. Erwähnenswert erscheint die Tatsache, dass der ursprünglich angedachte transgastrische Kontrollarm aufgrund fehlender Rekrutierung geschlossen wurde. Vorteile hinsichtlich der postoperativ empfundenen Schmerzen und des ästhetischen Ergebnisses fanden sich in der kontrollierten Studie von Bulian, die je 40 Eingriffe in einer 1:1-Randomisierung verglich [30]. Dies ist insofern bemerkenswert, da sich dieser Effekt trotz der geringen Fallzahl als signifikant erwies und zudem als Vergleichsgruppe eine 3-Port-Needlescopic-Cholezystektomie diente. Hinsichtlich der Komplikationsrate oder Operationsdauer ergaben sich in dieser Studie keine Unterschiede, die Bergung der Gallenblase wurde hingegen in der NOTES-Gruppe als leichter bewertet, das Handling der Instrumente hingegen



**Abb. 1** ▲ Die transvaginale Cholezystektomie kombiniert beim derzeit üblichen hybriden Ansatz den transvaginalen Zugangsweg mit einem transumbilikalischen Hilfspport. (Mit freundl. Genehmigung, © Kliniken Köln/Mediamädel, alle Rechte vorbehalten)

in der Vergleichsgruppe. Vergleichbare Ergebnisse finden sich 2017 bei Benhidjeb (90 tv[transvaginal]-Cholezystektomien vs. 136 laparoskopische Cholezystektomien) [31]. Geringere Schmerzen finden sich auch in einer gesammelten Analyse bei Borchert [32]. Trotz des meist retrospektiven Charakters und der geringen Fallzahlen in den bislang publizierten Studien versuchen einzelne Metaanalysen die vorhandene Evidenz zusammenzufassen. So findet Sodergren 2015 bei 530 transvaginalen Cholezystektomien im Vergleich zu 615 konventionellen Eingriffen keine erhöhte Komplikationsrate, jedoch eine längere Operationsdauer, andererseits eine schnellere Rekonvaleszenz und weniger Schmerzen [33]. Diese Arbeit muss zwar aufgrund zahlreicher methodischer Fehler kritisiert werden, die Ergebnisse werden jedoch durch neuere Review-Arbeiten bestätigt [34, 35]. Eine immer wieder geäußerte Sorge, dass der transvaginale Zugang hinsichtlich Fertilität, Dyspareunie, Schwangerschaften oder Geburten nachteilig ist, konnte bislang in keiner Studie gezeigt werden [36]. Die Möglichkeit der transvaginalen Hybrid-NOTES-Cholezystektomie auch bei Patientinnen nach Hysterektomie konnte von Bulian et al. in einem Gruppenvergleich an 176 Patientinnen gezeigt werden ([37]; ■ Abb. 1).

### Reduced-Port-Cholezystektomie

Der Reduced-Port-Ansatz setzt die Prinzipien der laparoskopischen Chirurgie logisch fort, indem er das Zugangstrauma durch schrittweise Reduktion der Trokaranzahl verringert, und wurde am besten durch Curcillo umschrieben, der hierin ein Konzept und keine definierte Methode sieht. Nach seiner Ansicht sollte man generell eine Reduktion der eingesetzten Trokare anstreben, wobei die Single-Port-Chirurgie nicht das Ziel, sondern das potenzielle Maximum darstellt [38]. Geht man von der 4-Port-Cholezystektomie aus, stellt die laparoskopische Cholezystektomie mit 3 Ports die erste Stufe der Verbesserung dar. Ob sich dies in einer erhöhten Komplikationsrate widerspiegelt, wurde jüngst in einem systematischen Review untersucht [39]. Die Autoren untersuchten hierzu 17 Studien mit insgesamt mehr als 2500 Patienten und betrachteten in ihrer Analyse zahlreiche Parameter wie Operationsdauer, Wundinfektionen und Konversion, aber auch die Rate an Gallenwegverletzungen, Gallenblasenperforation und Blutungen. Bei keinem dieser Parameter ergab sich ein signifikanter Unterschied, jedoch gaben die Patienten nach 12 und 24 h signifikant weniger Schmerzen an und konnten früher entlassen werden. Aus dieser Arbeit geht jedoch leider nicht hervor, in

wie vielen Fällen bei geplanter 3-Port-Technik ein weiterer Trokar zu Exposition eingebracht werden musste. Dies wird in einer anderen Studie an insgesamt 290 Patienten beantwortet, deren Operationen in 25 % einen zusätzlichen Trokar benötigten, hauptsächlich aufgrund postentzündlicher Vernarbungen [40] oder aufgrund einer starren und vergrößerten Leber wie auch beim weiblichen Geschlecht [41]. Auch wenn dies keinen negativen Effekt auf das postoperative Ergebnis zu haben scheint, werden für die 3-Port-Cholezystektomie erhöhte Perforationsraten der Gallenblase beschrieben (bis 33 %).

Eine Weiterführung des Ansatzes stellt die 2-Port-Cholezystektomie dar, die in der Regel aber eine Erweiterung des Single-Port-Ansatzes darstellt, bei dem die transumbilikal eingeführten Instrumente durch einen zusätzlichen (und in der Literatur in 10–15 % erforderlichen) Trokar à priori ergänzt werden. Eine aus Korea stammende Arbeit analysiert dieses Verfahren und vergleicht die Ergebnisse von 503 Patienten mit 2-Port-Cholezystektomie mit 263 Patienten mit 4-Port-Cholezystektomie, findet hierbei aber keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Operationsparametern und Komplikationen, wobei die Operationsdauer der 4-Port-Gruppe mit über 80 min vergleichbar lang imponiert. Weitere Trokare wurden in der 2-Port-Gruppe in nur 2 % notwendig. Auch ein systematisches Cochrane-Review beschäftigt sich mit der Reduced-Port-Technik und vergleicht Eingriffe mit 4 Trokaren mit Cholezystektomien, die weniger als 4 Trokare verwendeten [42]. Die Analyse schließt ca. 850 Patienten ein, die sich gleichmäßig auf die beiden Arme verteilen, wobei die Reduced-Port-Gruppe überwiegend Single-Port-Eingriffe und nur 2 Studien mit 3 Trokaren beinhaltet. Aufgrund der Tatsache, dass sich in der Studie eine relative Erhöhung der Komplikationsrate für die Reduced-Port-Gruppe zeigt und die Eingriffsdauer 14 min länger ist, schließen die Autoren, dass eine Reduktion der derzeit bevorzugten 4 Trokare nicht gerechtfertigt ist.

### Robotische Methoden der Cholezystektomie

Erste Anwendungen robotischer Systeme für die Cholezystektomie datieren zurück auf die frühen 1990er-Jahre waren aber auf den Einsatz für die Kameraassistentz beschränkt [43]. Um die Jahrtausendwende und mit Einführung des ZEUS-Systems von Computer Motion konnten erstmals komplette Eingriffe und auch Cholezystektomien durchgeführt werden [44], in einer weltweit beachteten transatlantischen Operation auch per remote über lange Distanzen [4]. Zum gleichen Zeitpunkt erschienen auch erste kleinere Fallserien und Vergleichsstudien, wie etwa von Nio, der 10 robotische mit 10 laparoskopischen Cholezystektomien verglich [45]. Erst mit dem Siegeszug des von Intuitive Surgical produzierten da Vinci-Systems wurden robotische Cholezystektomien in größerer Fallzahl durchgeführt, und sie gehören auch heute noch zu den Übungseingriffen am Anfang eines robotischen Curriculums. Auf deren Basis formulierte Han 2018 eine systematische Review-Arbeit, die über 4000 Fälle einschloss und hinsichtlich der operativen Ergebnisse keine Unterschiede finden konnte, auch hinsichtlich der Konversionsrate [46]. Auffallend in dieser Studie sind aber die im Median 12 min längeren Eingriffszeiten im robotischen Arm. Eine unlängst publizierte Arbeit mit einigen Hunderttausend Patienten bestätigt diese Ergebnisse hinsichtlich fehlender Unterschiede, aber auch der längeren Eingriffszeiten [47].

Einen potenziellen Vorteil könnte der Roboter hingegen bei Single-Port-Eingriffen bieten, einmal aufgrund der erhöhten Freiheitsgrade des Systems (Endowrist-Funktion), aber auch durch die Möglichkeit, die Instrumente zu invertieren. Genau dies bestätigt eine Serie von Morel aus dem Jahr 2011, wobei er 28 Patienten mit speziellen, semiflexiblen Single-Port-Instrumenten operierte [48]. Die komplikationslos durchgeführten Eingriffe benötigten eine mit 80 min vergleichsweise lange Eingriffszeit. Eine 2018 erschienene Übersichtsarbeit zur robotischen Single-Port-Cholezystektomie findet für diesen Eingriff gegenüber dem laparoskopischen Vorgehen vergleichbare Ergebnisse, eine

Konversionsrate von 5,4%, Gallenlecken in 1,1% sowie eine Gesamtkomplikationsrate von 8,7% [49]. Auch in dieser Analyse imponieren die mit 77 min langen Eingriffszeiten, daher verwundert es nicht, dass Hagen für das robotische Vorgehen signifikant höhere Kosten zeigen konnte [50]. Obwohl die Eingriffszeiten in den Kollektiven vergleichbar waren, waren die Kosten im robotischen Arm aufgrund der knapp doppelt so teuren Instrumente und der Betriebskosten des robotischen Systems deutlich erhöht. Hierzu addierten sich die sekundären Kosten für die Versorgung der höheren Hernienrate. Unabhängig davon ergeben sich im direkten Vergleich zur laparoskopischen Single-Port-Cholezystektomie auch Vorteile für den Roboter, nämlich der reduzierte Bedarf an zusätzlichen Trokaren (1,9 vs. 4,7%) und die deutlich höhere Rate an Eingriffen mit erzielter „critical view of safety“ (99% vs. 25%) [51]. Zudem erlaubt der Roboter, den mentalen und physischen Stress bei Single-Port-Cholezystektomien für den Operateur signifikant zu reduzieren [52].

### Status quo – Behandlungsdaten zur Cholezystektomie in Deutschland

Wie der **Abb. 2** zu entnehmen ist, wird der weit überwiegende Teil der Cholezystektomien in Deutschland laparoskopisch durchgeführt. Hierbei kann der Abfrage der Behandlungsdaten nicht entnommen werden, ob diese in einer 3- oder 4-Port-Technik durchgeführt wurden. Auffällig ist der fallende Anteil an offenen Eingriffen zu Gunsten der minimal-invasiven Methoden. Den geringsten Anteil der durchgeführten Eingriffe im Erfassungszeitraum nehmen robotische Eingriffe ein, gefolgt von NOTES und Single-Port-Interventionen. Hinsichtlich der alternativen Methoden der Single-Port-Cholezystektomie und der NOTES-Cholezystektomie zeigt sich ein deutlicher bzw. kontinuierlicher Rückgang der Eingriffszahlen, wohingegen die Rate an robotischen Eingriffen leicht ansteigt, dies trotz der exponentiell wachsenden Eingriffszahlen für robotische Eingriffe. Da die dargestellten Daten von der Eingabequalität abhängen (Dokumentation der Eingriffe) und das DRG-System keine zusätzlichen Erlöse für alternative Methoden bereitstellt (Motivation zur umfassenden

Dokumentation), können die Angaben von den tatsächlichen Eingriffszahlen abweichen.

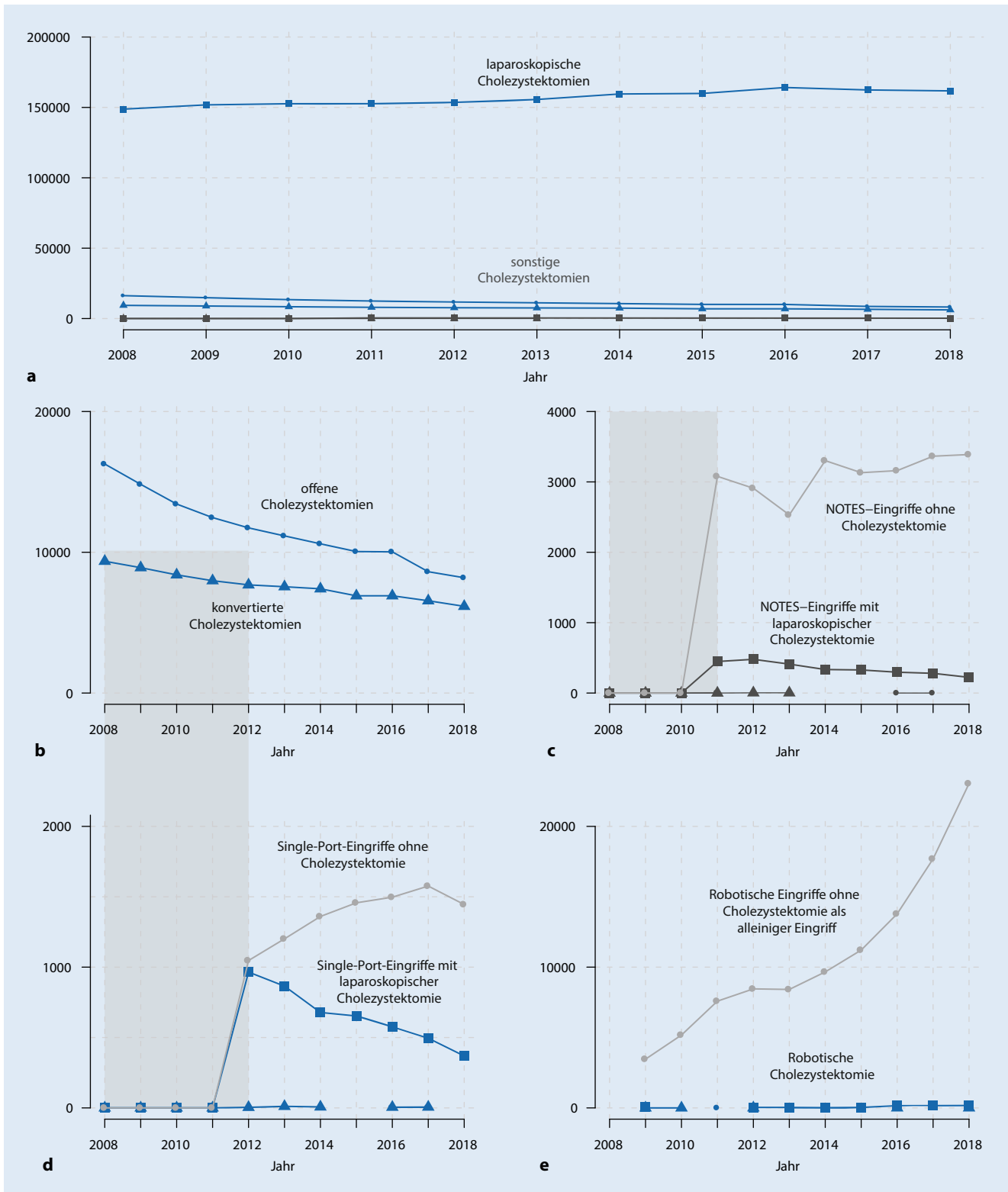
### » Der weit überwiegende Teil der Cholezystektomien wird in Deutschland laparoskopisch durchgeführt

Der **Abb. 3** sind die zugehörigen Eingriffszahlen samt Konversionsrate und Alters- und Geschlechterverteilung zu entnehmen. Insgesamt zeigt sich eine kontinuierlich sinkende Konversionsrate für laparoskopische Eingriffe. Da zeitgleich der weibliche Patientenanteil regredient ist (bzw. mehr Männer auch laparoskopisch operiert werden), ist dieser Rückgang möglicherweise Ausdruck einer steigenden chirurgischen Expertise. Für die alternativen Methoden fällt der hohe Anteil weiblicher Patienten auf, was bei NOTES dem transvaginalen Zugang geschuldet sein dürfte, aber auch Ausdruck des höheren kosmetischen Anspruchs bei diesem Geschlecht ist (wie anhand der Zahlen für Single-Port-Cholezystektomie zu erkennen). Nicht verwunderlich ist die Konversionsrate bei Männern signifikant höher. Die fallenden Eingriffszahlen der alternativen Methoden können als Ausdruck einer schwindenden Relevanz angesehen werden.

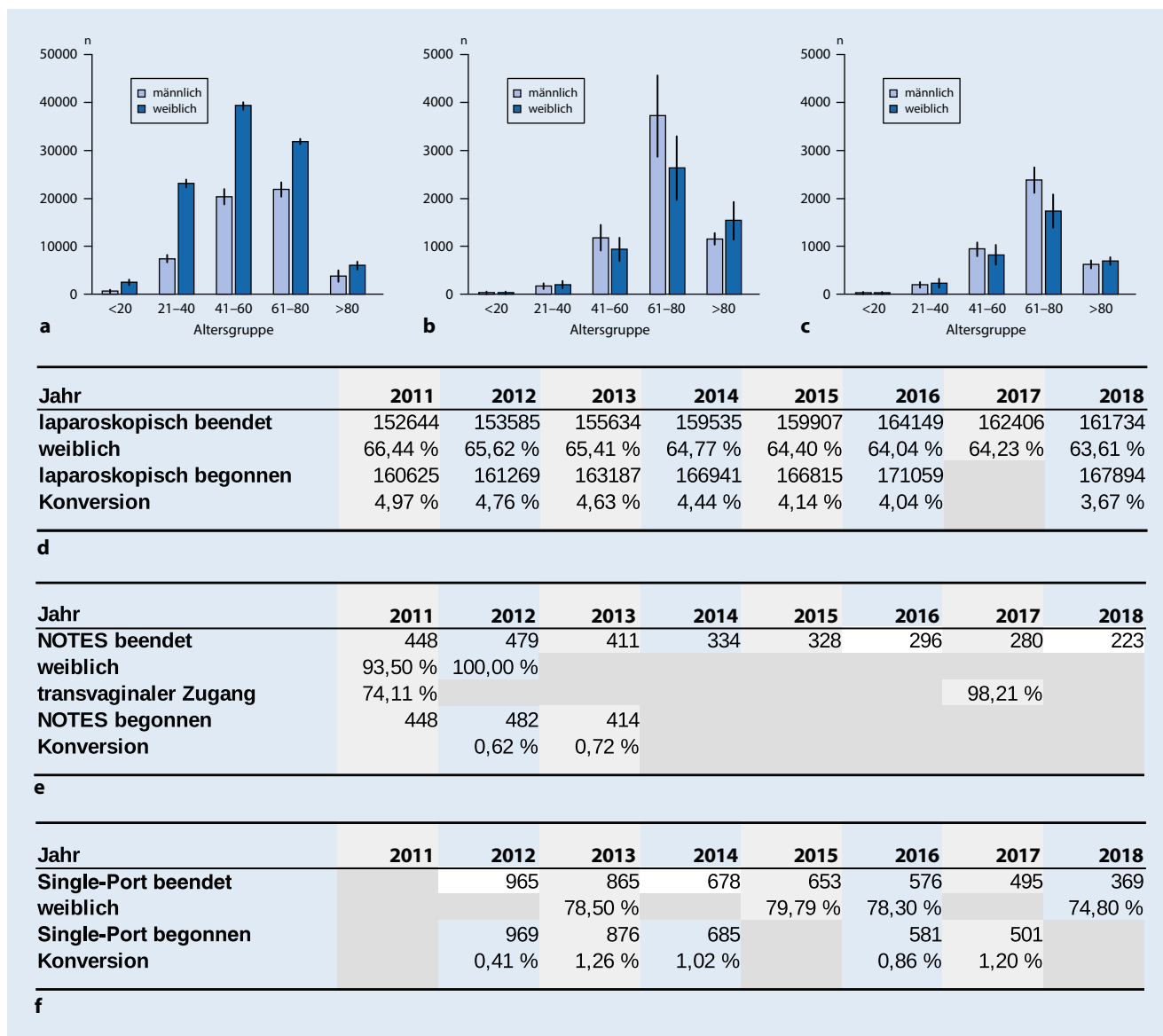
Eine Übersicht über die Behandlungsergebnisse und potenzielle Vor- und Nachteile gibt **Tab. 1**. Die Angaben entstammen hierbei den jeweils zitierten Studien (systematische Review-Analysen).

### Diskussion

Wie aus den Behandlungsdaten der Jahre 2008 bis 2018 klar entnommen werden kann, dominiert die laparoskopische Cholezystektomie weiterhin die Versorgung, wohingegen alternative Techniken allenfalls eine Nischenposition einnehmen. Dies dürfte niemanden verwundern, hat sich die laparoskopische Cholezystektomie doch aufgrund ihrer Überlegenheit bezüglich postoperativen Schmerzes, Kosmetik und Rekonvaleszenz seit Langem etablieren können. Gemäß den vorliegenden Daten stellt sie in mehr als 90% die Methode der Wahl dar, gefolgt vom offenen Vorgehen. Das Verfahren ist ubi-



**Abb. 2** ▲ Anzahl durchgeführter Cholezystektomien im Vergleich und je abfragbarer Methode im Erfassungszeitraum von 2008 bis 2018 (verfügbare DRG[Diagnosis Related Group]-Daten). **a** Alle Cholezystektomien als alleiniger Eingriff, **b** offene und konvertierte Cholezystektomien, **c** NOTES, **d** Single-Port, **e** Roboter



**Abb. 3** ▲ Alters- und Geschlechterverteilung, sowie Konversionsrate der im Erfassungszeitraum durchgeführten Cholezystektomien. (Aufgrund unvollständiger Daten konnten für manche Jahre keine validen Daten abgefragt werden, entsprechend sind diese Felder ohne Angaben.) **a–d** Laparoskopische und offene Cholezystektomie: **a** laparoskopische Cholezystektomien nach Geschlecht und Alter, **b** offene Cholezystektomien nach Geschlecht und Alter, **c** konvertierte Cholezystektomien nach Geschlecht und Alter, **d** absolute Zahlen und Verteilung laparoskopische Cholezystektomie. **e** Cholezystektomie mit NOTES. **f** Cholezystektomie mit Single-Port

quitär verfügbar und wird mit einer sehr hohen Qualität und äußerst geringen Morbidität durchgeführt [53]. In manchen Einrichtungen stellt die laparoskopische Cholezystektomie zudem einen ambulant durchgeführten Eingriff dar.

Die Vorgaben des aktuellen Standards liegen somit auf einem sehr hohen Niveau, und jede alternative Methode, die sich daneben etablieren möchte, sollte einen Vorteil bieten, ohne an anderer Stelle defizitär zu sein. Die hier aufgeführten Verfah-

ren zielen entsprechend darauf ab, das bereits geringe Trauma und das kosmetische Ergebnis zu verbessern und, wie der Analyse zu entnehmen ist, durchaus mit Erfolg. So reduziert die Single-Port-Technik in über 90% der Eingriffe die Anzahl der Zugänge auf einen einzigen Trokar, wobei dieser im Bauchnabel kosmetisch günstig verborgen wird. Die vorliegenden Studien und Metaanalysen bestätigen die kosmetische Überlegenheit der Methode und auch deren Attraktivität für Patien-

ten, wie eine Analyse von Rao aus dem Jahr 2010 zeigen konnte [10]. Die Methode erreicht zudem eine Reduktion des postoperativen Schmerzes, jedoch nur im unmittelbaren Verlauf. Allerdings bedingt der größere Zugang eine signifikant höhere Rate an Narbenhernien. Auch wenn diese Komplikation nur in etwa 5–10% auftritt, muss kritisch hinterfragt werden, ob diese den potenziellen Vorteil rechtfertigt. Eine weitere, wesentlich kritischere Einschränkung stellt die Beeinträchtigung

Tab. 1	Behandlungsdaten für die verschiedenen Methoden der Cholezystektomie				
	Laparoskopisch	Single-Port	Robotisch	NOTES	Reduced Port
Anteil	>90 %	~0,5 %	<0,5 %	<0,5 %	Unbekannt
Komplikationsrate	1,6–5,3 %	5,8–13 %	8,7–11,6 %	1,9–5,1 %	1,9–10 %
Gallenwegverletzungen	0,22 %	0,2–0,3 %	0,3–1,1 %	0,60 %	0,67
Konversionsrate	4,2–6,2 %	0,5–4,7 %	2,4–5,3 %	4,10 %	1,2–2,2
Vorteil	Günstig Ubiquitär verfügbar Standard	Kosmetik (Schmerzen)	Freiheitsgrade Ergonomie (Präzision)	Kosmetik Schmerzen	Günstig Ubiquitär verfügbar
Nachteil	Kosmetik Schmerzen	Hernienrate Komplikationsrate Kosten	Kosten Operationsdauer	Nur Frauen Komplexität (Akzeptanz)	(Exposition) (CSV)
Studiengrundlage	[8, 9]	[18–20]	[46, 49]	[28, 34, 35]	[39, 42]
CSV Critical View of Safety					

der Exposition dar, die aus den parallel bzw. unmittelbar nebeneinander eingebrachten Instrumenten resultiert und die zu einer Reduktion des „critical view of safety“ und Beeinträchtigung der Triangulation führt. Entsprechend verwundert es nicht, dass mehrere Arbeiten eine erhöhte Komplikationsrate nach Single-Port-Eingriffen finden konnten und die Indikation des Verfahrens für die Cholezystektomie klar hinterfragen [20]. Die EAES (European Association for Endoscopic Surgery) empfiehlt die Single-Port-Cholezystektomie entsprechend nur auf ausdrücklichen Patientenwunsch, eine generelle Empfehlung für das Verfahren lehnt sie hingegen ab [54]. Aufgrund der höheren Kosten der Methoden (Trokarssysteme und Instrumente) und der im Vergleich längeren Operationsdauer stellt das Single-Port-Verfahren daher keine alternative Technik dar.

### » Die EAES empfiehlt die Single-Port-Cholezystektomie nur auf ausdrücklichen Patientenwunsch

Aber wie steht es um die anderen Methoden? Auch NOTES erreicht eine bessere Kosmetik und weniger Schmerzen, die ebenfalls durch eine Reduktion der abdominalen Inzisionen sowie die Vermeidung der Präparatebergung über die Bauchdecke bedingt sind. Durch Nutzung des transvaginalen Zugangs wird die bessere Kosmetik nicht mit einer höheren Hernienrate erkauft, und auch die Triangulation bleibt durch die routinemäßige Nutzung eines umbilikalischen Hilfsports weitgehend erhalten [26]. Dies wird durch die vergleichbaren Operationszeiten und Komplikationsraten

bestätigt. Ob der technische Aufwand des transvaginalen Zugangs den kosmetischen Vorteil jedoch aufwiegt, bleibt wohl eine individuelle Entscheidung. Zudem wird das Verfahren nur in wenigen Einrichtungen angeboten, sodass es weiterhin als ein Nischeneingriff bezeichnet werden muss. Für die anfangs befürchteten zugangsbezogenen Komplikationen scheint es keine Belege zu geben, auch wenn ein relevanter Prozentsatz der befragten Frauen in einer Studie von Bucher diesbezüglich Bedenken äußert [55]. Dabei waren den Probandinnen allerdings auch sehr unterschiedliche Informationen zu den einzelnen Verfahren vorab mitgeteilt worden, wie z. B. die sexuelle Abstinenz von 3 bis 6 Wochen nach dem NOTES-Verfahren, was in der klinischen Anwendung nicht empfohlen wird. Als wichtiger Punkt bleibt zu erwähnen, dass der transvaginale Zugang die Anwendung des Verfahrens jedoch auf die weibliche Bevölkerung begrenzt und somit ca. ein Drittel der Patienten bei der Cholezystektomie ausschließt.

Die genannten kosmetischen Vorteile entfallen für die robotische 4-Port-Cholezystektomie, aber auch sonst konnten die Studien bislang keine Überlegenheit zeigen, sodass die für die Robotik aufgeführten Vorteile wohl nicht zum Tragen kommen. Möglicherweise könnte diese bei schwierigen Fällen, etwa bei akuter Cholezystitis, die Konversionsrate reduzieren, zu diesem Aspekt sind jedoch keine validen Daten verfügbar. Auch bei der Single-Port-Cholezystektomie kommen die potenziellen Vorteile des robotischen Systems nicht zum Ausdruck, und die Ergebnisse sind mit dem herkömmlichen

Single-Port-Ansatz und der laparoskopischen Cholezystektomie mit Ausnahme der höheren Hernienrate vergleichbar, auch wenn diese Technik als einfacher sowie weniger belastend empfunden wird [48, 52] und der „critical view of safety“ in einem wesentlich höheren Prozentsatz erreicht wird [51]. Auf der anderen Seite dauern robotische Cholezystektomien (bedingt durch das Docking) signifikant länger und sind deutlich teurer, sodass sie derzeit nur als Trainingseingriff Bedeutung besitzen dürften. Mit der zu erwartenden Senkung der Instrumenten- und Betriebskosten könnte sich dies, zumindest für den Multiportansatz, zukünftig ändern.

Einzig die Reduced-Port-Chirurgie, d. h. konkret der Verzicht auf einen vierten Trokar, könnte einen alternativen Ansatz darstellen, auch wenn der zu erwartende Vorteil hinsichtlich Kosmetik und postoperativem Schmerz moderat ausfallen dürfte [39]. Die verfügbaren Studien zeigen bislang vergleichbare Komplikationsraten und Operationszeiten bei gleichen Kosten, und auch der bei 25 % der Patienten zusätzlich benötigte Trokar kann unkritisch gesehen werden. Eine nochmalige Reduktion der Trokaranzahl auf 2 ist hingegen kritisch zu betrachten, da man hierdurch die erhöhte Hernienrate der Single-Port-Chirurgie einkauft. Der alternativ beschriebene Einsatz von einer oder mehreren Haltenähten, die der Exposition dienen, sollte nach unserer Ansicht nicht als 2-Port-Eingriff im eigentlichen Sinne angesehen werden, sondern stellt eine technische Variationen der klassischen Methode dar.

Die vorliegende Analyse weist einige methodische Mängel auf, von denen v. a.



die geringen Fallzahlen der eingeschlossenen Studien kritisch betrachtet werden müssen. Um eine valide Aussage bezüglich der Sicherheit einer Methode geben zu können, wären bei den aktuellen Komplikationsraten und Raten der Gallenwegverletzungen (unter 0,5 %) weitaus höhere Fallzahlen als die berichteten notwendig. Diese liefert auch nicht die von uns durchgeführte Analyse der DRG-Daten der letzten 10 Jahre [56]. Zudem weisen die meisten der aufgeführten Studien einen erheblichen Bias auf bzw. stammen aus hoch spezialisierten Zentren, deren Ergebnisse nur schwer auf die Allgemeinheit übertragen werden können (v. a. NOTES). Zuletzt ist davon auszugehen, dass eine gewisse Selektion der Patienten für einige der alternativen Methoden stattgefunden hat, so werden mit dem NOTES-Verfahren nur Frauen operiert, die in der Regel günstigere Verhältnisse aufweisen.

### » Reduced-Port, NOTES und robotische Verfahren sind mögliche Ansätze für die Cholezystektomie der Zukunft

Die laparoskopische 4-Port-Cholezystektomie stellt – auch nach der überwiegenden Ansicht der Chirurgen – weiterhin die Methode der Wahl dar, und keines der aufgeführten Verfahren konnte sich neben ihr wirklich etablieren [57]. Während viele Argumente gegen die Single-Port-Methode sprechen, existieren diese für die restlichen Verfahren bislang nicht. Im Bestreben, die Chirurgie zu verbessern, sollten diese daher weiter untersucht werden, und durch technologische Weiterentwicklung sollte versucht werden, derzeit bestehende Einschränkungen zu kompensieren. In diesem Sinne sind Reduced-Port, NOTES und robotische Verfahren mögliche Ansätze für die Cholezystektomie der Zukunft. Hierbei wäre es wünschenswert, dass diese zukünftig nicht nur das kosmetische Ergebnis verbessern, sondern auch andere Parameter. Dementsprechend ist die Reduktion des postoperativ empfundenen Schmerzes sicherlich ein sinnvolles Ziel, führt er doch häufig zu einem längeren Krankenhausaufenthalt und verursacht somit zusätzliche Kosten [8]. Neben den beschriebenen Techniken existieren hierfür aber auch andere Ansätze wie etwa Miniinstrumente

[58] oder lokale Schmerzblockaden [59], deren abschließende Bewertung aussteht.

#### Fazit für die Praxis

- Die laparoskopische 4-Port-Cholezystektomie stellt weiterhin den chirurgischen Standard dar, auch wenn einzelne neue Verfahren Vorteile hinsichtlich des Traumas und des kosmetischen Ergebnisses aufweisen.
- Diese Verfahren erkaufen diesen Vorteil teils durch einen technischen Mehraufwand, höhere Kosten und möglicherweise auch durch höhere Komplikationsraten.

#### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. D. Wilhelm**

Fakultät für Medizin, Klinik und Poliklinik für Chirurgie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München  
Ismaningerstr. 22, 81675 München, Deutschland  
dirk.wilhelm@tum.de

#### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** M. Berlet, A. Jell, D. Bulian, H. Friess und D. Wilhelm geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

#### Literatur

1. Archer SB, Brown DW, Smith CD, Branum GD, Hunter JG (2001) Bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy: results of a national survey. *Ann Surg* 234(4):549–558 (discussion 558–549)
2. Strasberg SM, Brunt LM (2010) Rationale and use of the critical view of safety in laparoscopic cholecystectomy. *J Am Coll Surg* 211(1):132–138
3. Marescaux J, Dallemagne B, Perretta S, Wattiez A, Mutter D, Coumaros D (2007) Surgery without scars: report of transluminal cholecystectomy in a human being. *Arch Surg* 142(9):823–826
4. Marescaux J, Leroy J, Gagner M, Rubino F, Mutter D, Vix M, Butner SE, Smith MK (2001) Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature* 413(6854):379–380
5. FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) (2008–2018) eigene Berechnungen
6. R Core Team (2020) R: a language and environment for statistical computing
7. Gutt C, Jenssen C, Barreiros A-P, Götze TO, Stokes CS, Jansen PL, Neubrand M, Lammert F (2018) Updated S3-guideline for prophylaxis, diagnosis and treatment of gallstones. German society for digestive and metabolic diseases (DGVS) and German society for surgery of the

- alimentary tract (DGAU)-AWMF registry 021/008. *Z Gastroenterol* 56(8):912–966
8. Keus F, de Jong JA, Gooszen HG, van Laarhoven CJ (2006) Laparoscopic versus open cholecystectomy for patients with symptomatic cholelithiasis. *Cochrane Database Syst Rev* 4:Cd6231
9. Alexander HC, Bartlett AS, Wells CI, Hannam JA, Moore MR, Poole GH, Merry AF (2018) Reporting of complications after laparoscopic cholecystectomy: a systematic review. *HPB* 20(9):786–794
10. Rao A, Kynaston J, MacDonald ER, Ahmed I (2010) Patient preferences for surgical techniques: should we invest in new approaches? *Surg Endosc* 24(12):3016–3025
11. Pucher PH, Brunt LM, Fanelli RD, Asbun HJ, Aggarwal R (2015) SAGES expert Delphi consensus: critical factors for safe surgical practice in laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 29(11):3074–3085
12. Rao G, Mansard M, Ravula P, Rebala P, Dama R, Reddy D (2009) Single-port surgery: current applications and limitations. *Asian J Endosc Surg* 2(3):56–64
13. Navarra G, Pozza E, Occhionorelli S, Carcoforo P, Donini I (2005) One-wound laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 84(5):695–695
14. Carus T (2010) Single-port-Technik in der laparoskopischen Chirurgie. *Chirurg* 81(5):431–440
15. Arezzo A, Passera R, Bullano A, Mintz Y, Kedar A, Boni L, Cassinotti E, Rosati R, Romario UF, Sorrentino M (2017) Multi-port versus single-port cholecystectomy: results of a multi-centre, randomised controlled trial (MUSIC trial). *Surg Endosc* 31(7):2872–2880
16. Marks JM, Phillips MS, Tacchino R, Roberts K, Onders R, DeNoto G, Gecelter G, Rubach E, Rivas H, Islam A (2013) Single-incision laparoscopic cholecystectomy is associated with improved cosmesis scoring at the cost of significantly higher hernia rates: 1-year results of a prospective randomized, multicenter, single-blinded trial of traditional multiport laparoscopic cholecystectomy vs single-incision laparoscopic cholecystectomy. *J Am Coll Surg* 216(6):1037–1047
17. Jensen SA-MS, Fonnes S, Gram-Hanssen A, Andersen K, Rosenberg J (2021) Low long-term incidence of incisional hernia after cholecystectomy: a systematic review with meta-analysis. *Surgery* 169(6):1268–1277. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2020.12.027>
18. Evers L, Bouvy N, Branje D, Peeters A (2017) Single-incision laparoscopic cholecystectomy versus conventional four-port laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc* 31(9):3437–3448
19. Haueter R, Schütz T, Raptis DA, Clavien PA, Zuber M (2017) Meta-analysis of single-port versus conventional laparoscopic cholecystectomy comparing body image and cosmesis. *Br J Surg* 104(9):1141–1159
20. Arezzo A, Passera R, Forcignanò E, Rapetti L, Cirocchi R, Morino M (2018) Single-incision laparoscopic cholecystectomy is responsible for increased adverse events: results of a meta-analysis of randomized controlled trials. *Surg Endosc* 32(9):3739–3753
21. Lyu Y, Cheng Y, Wang B, Zhao S, Chen L (2020) Single-incision versus conventional multiport laparoscopic cholecystectomy: a current meta-analysis of randomized controlled trials. *Surg Endosc* 34(10):4315–4329
22. Kalloo AN, Singh VK, Jagannath SB, Niiyama H, Hill SL, Vaughn CA, Magee CA, Kantsevov SV (2004) Flexible transgastric peritoneoscopy:

a novel approach to diagnostic and therapeutic interventions in the peritoneal cavity. *Gastrointest Endosc* 60(1):114–117

23. Buess G, Frimberger E (2007) The dirty way to the gallbladder. *Endoscopy* 39(10):893–894
24. Bessler M, Stevens PD, Milone L, Parikh M, Fowler D (2007) Transvaginal laparoscopically assisted endoscopic cholecystectomy: a hybrid approach to natural orifice surgery. *Gastrointest Endosc* 66(6):1243–1245
25. Meining A, Feussner H, Swain P, Yang G, Lehmann K, Zorron R, Meisner S, Ponsky J, Martiny H, Reddy N (2011) Natural-orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) in Europe: summary of the working group reports of the Euro-NOTES meeting 2010. *Endoscopy* 43(02):140–143
26. Zornig C, Emmermann A, von Waldenfels H, Mofid H (2007) Laparoscopic cholecystectomy without visible scar: combined transvaginal and transumbilical approach. *Endoscopy* 39(10):913–915
27. Zornig C, Siemssen L, Emmermann A, Alm M, von Waldenfels HA, Felixmüller C, Mofid H (2011) NOTES cholecystectomy: matched-pair analysis comparing the transvaginal hybrid and conventional laparoscopic techniques in a series of 216 patients. *Surg Endosc* 25(6):1822–1826
28. Lehmann KS, Klinger C, Bulian DR, Burghardt J, Zornig C, Buhr HJ (2017) Outcome of transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) cholecystectomy: data from the German NOTES registry. *J Am Coll Surg* 225(4):e22–e23
29. Schwaitzberg SD, Roberts K, Romanelli JR, Desilets DJ, Earle D, Horgan S, Swanstrom L, Hungness E, Soper N, Kochman ML (2018) The NOVEL trial: natural orifice versus laparoscopic cholecystectomy—a prospective, randomized evaluation. *Surg Endosc* 32(5):2505–2516
30. Bulian DR, Knuth J, Cerasani N, Sauerwald A, Lefering R, Heiss MM (2015) Transvaginal/transumbilical hybrid—NOTES—versus 3-trocar needlescopic cholecystectomy: short-term results of a randomized clinical trial. *Ann Surg* 261(3):451
31. Benhidjeb T, Kosmas IP, Hachem F, Mynbaev O, Stark M, Benhidjeb I (2018) Laparoscopic cholecystectomy versus transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery cholecystectomy: results of a prospective comparative single-center study. *Gastrointest Endosc* 87(2):509–516
32. Borchert DH, Federlein M, Rückbeil O, Schöpe J (2017) Less pain after transvaginal cholecystectomy: single-center pooled analysis. *Surg Endosc* 31(6):2573–2576
33. Sodergren MH, Markar S, Pucher PH, Badran IA, Jiao LR, Darzi A (2015) Safety of transvaginal hybrid NOTES cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc* 29(8):2077–2090
34. Yang E, Nie D, Li Z (2019) Comparison of major clinical outcomes between transvaginal notes and traditional laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Surg Res* 244:278–290
35. Peng C, Ling Y, Ma C, Ma X, Fan W, Niu W, Niu J (2016) Safety outcomes of NOTES cholecystectomy versus laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 26(5):347
36. Thomaidis P, Weltermann NJ, Seefeldt CS, Richards DC, Sauerwald A, Heiss MM, Bulian DR (2021) Transvaginal hybrid-NOTES procedures—do they have a negative impact on pregnancy and delivery? *Langenbecks Arch Surg* 406(6):2045–2052
37. Bulian DR, Sauerwald A, Thomaidis P, Seefeldt CS, Richards DC, Schulz S-A, Weltermann NJ, Heiss MM, Eisenberger CF (2021) Does a prior hysterectomy

## Clinical value of alternative technologies to standard laparoscopic cholecystectomy – single port, reduced port, robotics, NOTES

Surgical interventions should ideally treat an existing disease curatively and achieve this with a low complication rate and minimal trauma. In this sense, laparoscopic cholecystectomy has become established as the recognized standard for the treatment of cholelithiasis. Newer procedures, such as single-port surgery or natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) have recently emerged to reduce the already low interventional trauma even further and to provide a better cosmetic outcome. With all new methods the main aim is the reduction of the transabdominal access points. Based on published results and diagnosis-related groups (DRG) data, this article examines whether this goal has been achieved, also with respect to the overall quality of treatment and the complication rates. In this context and in addition to the already mentioned approaches, robotic cholecystectomy and the reduced port approach are also considered.

### Keywords

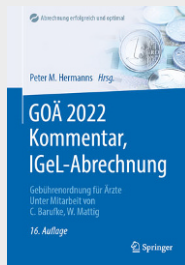
Laparoscopy · Triangulation · Safety perspective · Outcome quality · Complication rates

- complicate transvaginal/transumbilical hybrid NOTES cholecystectomy?—a comparative analysis of prospectively collected data. *Langenbecks Arch Surg*. <https://doi.org/10.1007/s00423-021-02401-8>
38. Curcillo PG, Wu AS, Podolsky ER, King SA (2011) Reduced port surgery: developing a safe pathway to single port access surgery. *Chirurg* 82(5):391–397
  39. Hajibandeh S, Finch DA, Mohamedahmed AYY, Iskandar A, Venkatesan G, Hajibandeh S, Satyadas T (2021) Meta-analysis and trial sequential analysis of three-port vs four-port laparoscopic cholecystectomy (level 1 evidence). *Updates Surg* 73(2):451–471
  40. Ciftci A, Yazicioglu MB, Tiryaki C, Turgut HT, Subasi O, Ilgoz M, Civil O, Yildiz SY (2016) Is the fourth port routinely required for laparoscopic cholecystectomy? Our three-port laparoscopic cholecystectomy experience. *Ir J Med Sci* 185(4):909–912
  41. Zarbaliyev E, Sevmiş M, Sarsenov D, Çelik S, Çağlıküleççi M (2021) When should I use an additional port at the time of three-port laparoscopic cholecystectomy? *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. <https://doi.org/10.1089/lap.2021.0523>
  42. Hajong R, Khariang PD (2016) A comparative study of two-port versus three-port laparoscopic cholecystectomy. *J Min Access Surg* 12(4):311–314
  43. Begin E, Gagner M, Hurteau R, de Santis S, Pomp A (1995) A robotic camera for laparoscopic surgery: conception and experimental results. *Surg Laparosc Endosc* 5(1):6–11
  44. Goh PM, Lomanto D, So JB (2002) Robotic-assisted laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 16(1):216–217
  45. Nio D, Bemelman W, Busch O, Vrouwenraets B, Gouma D (2004) Robot-assisted laparoscopic cholecystectomy versus conventional laparoscopic cholecystectomy: a comparative study. *Surg Endosc* 18(3):379–382
  46. Han C, Shan X, Yao L, Yan P, Li M, Hu L, Tian H, Jing W, Du B, Wang L (2018) Robotic-assisted versus laparoscopic cholecystectomy for benign gallbladder diseases: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc* 32(11):4377–4392
  47. Shenoy R, Mederos MA, Ye L, Mak SS, Begas-haw MM, Booth MS, Shekelle PG, Wilson M, Gunnar W, Maggard-Gibbons M (2021) Intraopera-tive and postoperative outcomes of robot-assisted cholecystectomy: a systematic review. *Syst Rev* 10(1):1–10
  48. Morel P, Hagen ME, Bucher P, Buchs NC, Pugin F (2011) Robotic single-port cholecystectomy using a new platform: initial clinical experience. *J Gastrointest Surg* 15(12):2182–2186
  49. Migliore M, Arezzo A, Arolfo S, Passera R, Morino M (2018) Safety of single-incision robotic cholecystectomy for benign gallbladder disease: a systematic review. *Surg Endosc* 32(12):4716–4727
  50. Hagen ME, Balaphas A, Podetta M, Rohner P, Jung MK, Buchs NC, Buehler L, Mendoza JM, Morel P (2018) Robotic single-site versus multiport laparoscopic cholecystectomy: a case-matched analysis of short- and long-term costs. *Surg Endosc* 32(3):1550–1555
  51. Wang W, Sun X, Wei F (2021) Laparoscopic surgery and robotic surgery for single-incision cholecystectomy: an updated systematic review. *Updates Surg* 73(6):2039–2046
  52. Grochola LF, Soll C, Zehnder A, Wyss R, Herzog P, Breitenstein S (2019) Robot-assisted versus laparoscopic single-incision cholecystectomy: results of a randomized controlled trial. *Surg Endosc* 33(5):1482–1490
  53. AQUA – Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH (2015) 12/1 – Cholezystektomie Qualitätsindikatoren. [http://www.sqg.de/downloads/Bundesaewertungen/2014/bu\\_Gesamt\\_12N1-CHOL\\_2014.pdf](http://www.sqg.de/downloads/Bundesaewertungen/2014/bu_Gesamt_12N1-CHOL_2014.pdf). Zugegriffen: 27. Dez. 2021
  54. Morales-Conde S, Peeters A, Meyer YM, Antoniou SA, Del Agua IA, Arezzo A, Arolfo S, Yehuda AB, Boni L, Cassinotti E et al (2019) European association for endoscopic surgery (EAES) consensus statement on single-incision endoscopic surgery. *Surg Endosc* 33(4):996–1019
  55. Bucher P, Ostermann S, Pugin F, Morel P (2011) Female population perception of conventional laparoscopy, transumbilical LESS, and transvaginal NOTES for cholecystectomy. *Surg Endosc* 25(7):2308–2315
  56. Strasberg SM (2012) Single incision laparoscopic cholecystectomy and the introduction of innovative surgical procedures. *Ann Surg* 256(1):7–9
  57. Lima DL, Lima RNC, dos Santos DC, Shaddock PP, Carvalho GL, Malcher F (2020) Which cholecy-

stectomy technique would surgeons prefer on themselves? Surg Laparosc Endosc Percutan Tech 30(6):495–499

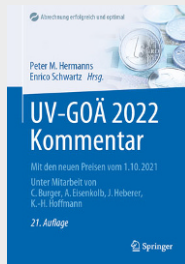
58. Umemura A, Suto T, Nakamura S, Fujiwara H, Endo F, Nitta H, Takahara T, Sasaki A (2019) Comparison of single-incision laparoscopic cholecystectomy versus needlescopic cholecystectomy: a single institutional randomized clinical trial. Dig Surg 36(1):53–58
59. Tekeli AE, Eker E, Bartin MK, Öner MÖ (2020) The efficacy of transversus abdominis plane block for postoperative analgesia in laparoscopic cholecystectomy cases: a retrospective evaluation of 515 patients. J Int Med Res 48(8):300060520944058

## Aktuelle Buchempfehlungen aus dem Springer-Verlag



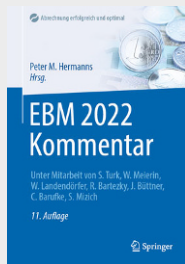
### GOÄ 2022 Kommentar, IGeL-Abrechnung Gebührenordnung für Ärzte

Hermanns, Peter M. (Hrsg.)  
XXV, 896 Seiten  
2022, 16. Auflage  
Springer-Verlag  
ISBN 978-3-662-64485-0  
79,99 €



### UV-GOÄ 2022 Kommentar Mit den neuen Preisen vom 1.10.2021

Hermanns, Peter M., Schwartz, Enrico (Hrsg.)  
XVII, 739 Seiten  
2022, 21. Auflage  
Springer-Verlag  
ISBN 978-3-662-64487-4  
69,99 €



### EBM 2022 Kommentar

Hermanns, Peter M. (Hrsg.)  
XXVIII, 1004 Seiten  
2022, 11. Auflage  
Springer-Verlag  
ISBN 978-3-662-64481-2  
79,99 €



### EBM 2022 Kommentar Kinderheilkunde Kompakt: Mit Punktabgaben, Eurobeträgen, Ausschlüssen, GOÄ Hinweisen

Hermanns, Peter M. (Hrsg.)  
XVII, 375 Seiten  
2022, 3. Auflage  
Springer-Verlag  
ISBN 978-3-662-64483-6  
44,99 €