

Zusammenhang zwischen Leistungsmenge und Qualität des Behandlungsergebnisses bei Major-Leberresektion

A horizontal bar composed of 18 colored segments in various shades of blue and grey. A dark blue segment in the middle contains the text 'RAPID REPORT' in white, uppercase letters.

RAPID REPORT

Projekt: V24-04

Version: 1.0

Stand: 30.01.2025

IQWiG-Berichte – Nr. 1930

DOI: 10.60584/V24-04

Impressum

Herausgeber

Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen

Thema

Zusammenhang zwischen Leistungsmenge und Qualität des Behandlungsergebnisses bei Major-Leberresektion

Auftraggeber

Gemeinsamer Bundesausschuss

Datum des Auftrags

09.04.2024

Interne Projektnummer

V24-04

DOI-URL

<https://doi.org/10.60584/V24-04>

Anschrift des Herausgebers

Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen
Siegburger Str. 237
50679 Köln

Tel.: +49 221 35685-0

Fax: +49 221 35685-1

E-Mail: berichte@iqwig.de

Internet: www.iqwig.de

ISSN: 1864-2500

Zitiervorschlag

Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. Zusammenhang zwischen Leistungsmenge und Qualität des Behandlungsergebnisses bei Major-Leberresektion; Rapid Report [online]. 2025 [Zugriff: TT.MM.JJJJ]. URL: <https://doi.org/10.60584/V24-04>.

Schlagwörter

Mindestmenge, Hepatektomie, Systematische Übersicht

Keywords

Minimum Volume, Hepatectomy, Systematic Review

Dieser Rapid Report wurde unter Beteiligung externer Sachverständiger erstellt und einem externen Review unterzogen.

Für die Inhalte des Berichts ist allein das IQWiG verantwortlich.

Externe Sachverständige, die wissenschaftliche Forschungsaufträge für das Institut bearbeiten, haben gemäß § 139b Abs. 3 Satz 2 Sozialgesetzbuch – Fünftes Buch – Gesetzliche Krankenversicherung „alle Beziehungen zu Interessenverbänden, Auftragsinstituten, insbesondere der pharmazeutischen Industrie und der Medizinprodukteindustrie, einschließlich Art und Höhe von Zuwendungen“ offenzulegen. Das Institut hat von jedem der Sachverständigen ein ausgefülltes „Formblatt zur Offenlegung von Beziehungen“ erhalten. Die Angaben wurden durch das speziell für die Beurteilung der Interessenkonflikte eingerichtete Gremium des Instituts bewertet. Die Selbstangaben der externen Sachverständigen und der externen Reviewerinnen und Reviewer zur Offenlegung von Beziehungen sind in Anhang M dargestellt. Es wurden keine Interessenkonflikte festgestellt, die die fachliche Unabhängigkeit im Hinblick auf eine Bearbeitung des vorliegenden Auftrags gefährden.

Medizinisch-fachliche Beratung

- Michael Thomas, Uniklinikum Köln

Externes Review des Rapid Reports

- Jürgen Treckmann, Uniklinikum Frankfurt

Das IQWiG dankt den externen Beteiligten für ihre Mitarbeit am Projekt.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IQWiG

- Wiebke Hoffmann-Eßer
- Nina Wünst
- Sabine Gruber-Hohaus
- Eva Höfer
- Jona Lilienthal
- Claudia-Martina Messow
- Claudia Mischke
- Max Oberste-Frielinghaus
- Dorothea Sow

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Tabellenverzeichnis	vii
Abbildungsverzeichnis	viii
Abkürzungsverzeichnis.....	ix
Kernaussage	x
1 Hintergrund.....	1
2 Fragestellung.....	3
3 Projektverlauf.....	4
4 Methoden	5
4.1 Kriterien für den Einschluss von Studien in die Untersuchung.....	5
4.1.1 Population	5
4.1.2 Leistungsmenge.....	5
4.1.3 Zielgrößen.....	5
4.1.4 Studientypen	5
4.1.5 Modellierung relevanter Zielgrößen	5
4.1.6 Studiendauer	6
4.1.7 Publikationszeitraum.....	6
4.1.8 Publikationssprachen	6
4.1.9 Übertragbarkeit.....	6
4.1.10 Tabellarische Darstellung der Kriterien für den Studieneinschluss	7
4.1.11 Einschluss von Studien, die die vorgenannten Kriterien nicht vollständig erfüllen	8
4.2 Informationsbeschaffung.....	8
4.2.1 Fokussierte Informationsbeschaffung von systematischen Übersichten	8
4.2.2 Umfassende Informationsbeschaffung von Primärstudien	9
4.2.3 Anwendung von Limitierungen auf Datenbankebene	9
4.2.4 Selektion relevanter Studien	10
4.3 Informationsbewertung und -synthese	10
4.3.1 Darstellung der Einzelstudien.....	10
4.3.2 Bewertung der internen Validität von Beobachtungsstudien	11
4.3.3 Bewertung des Verzerrungspotenzials der Ergebnisse kontrollierter Interventionsstudien	12
4.3.4 Zusammenfassende Bewertung der Informationen	12

5	Ergebnisse	13
5.1	Informationsbeschaffung	13
5.1.1	Fokussierte Informationsbeschaffung von systematischen Übersichten	13
5.1.2	Umfassende Informationsbeschaffung von Studien	13
5.1.2.1	Primäre Informationsquellen	13
5.1.2.1.1	Bibliografische Datenbanken	13
5.1.2.2	Weitere Informationsquellen und Suchtechniken	15
5.1.2.2.1	Anwendung weiterer Suchtechniken	15
5.1.2.2.2	Autorenanfragen	15
5.1.3	Resultierender Studienpool	15
5.2	Charakteristika der in die Bewertung eingeschlossenen Studien	16
5.3	Bewertung der internen Validität der Studien	27
5.4	Übersicht über die bewertungsrelevanten Zielgrößen	31
5.5	Ergebnisse zu relevanten Zielgrößen	31
5.5.1	Mortalität	32
5.5.1.1	Langfristige Mortalität (Gesamtmortalität / Gesamtüberleben)	32
5.5.1.2	Kurzfristige Mortalität (Versterben im KH)	35
5.5.1.3	Kurzfristige Mortalität (30-Tage-Mortalität)	41
5.5.1.4	Kurzfristige Mortalität (90-Tage-Mortalität)	41
5.5.1.5	Failure to rescue	46
5.5.2	Morbidität	49
5.5.2.1	Postoperative Komplikationen	49
5.5.3	Weitere Zielgrößen	52
5.5.3.1	KH-Aufenthaltsdauer	52
5.5.3.2	Wiedereinweisung	55
5.5.4	Metaanalysen	59
5.6	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	59
6	Diskussion	63
7	Fazit	65
8	Literatur	66
9	Studienlisten	70
9.1	Liste der gesichteten systematischen Übersichten	70
9.2	Liste der ausgeschlossenen Publikationen mit Ausschlussgründen	70
Anhang A	Suchstrategien	86
Anhang B	Patientencharakteristika	90
Anhang C	Interventionen- und Prozeduren-Codes	100

Anhang D	Datenbasis und Zeitraum der eingeschlossenen Studien	107
Anhang E	Interne Validität der eingeschlossenen Studien (ausführliche Darstellung) ...	108
Anhang F	Forest Plot zur Zielgröße Gesamtüberleben	110
Anhang G	Forest Plot zur Zielgröße kurzfristige Mortalität (Versterben im Krankenhaus)	111
Anhang H	Forest Plot zur Zielgröße kurzfristige Mortalität (30-Tage-Mortalität).....	112
Anhang I	Forest Plot zur Zielgröße kurzfristige Mortalität (90-Tage-Mortalität).....	113
Anhang J	Forest Plot zur Zielgröße postoperative Komplikationen	114
Anhang K	Forest Plot zur Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer	115
Anhang L	Forest Plot zur Zielgröße Wiedereinweisung	116
Anhang M	Offenlegung von Beziehungen	117

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Übersicht über die Kriterien für den Ein- und Ausschluss von Studien	7
Tabelle 2: Übersicht über Autorenanfragen	15
Tabelle 3: Studienpool.....	16
Tabelle 4: Charakteristika der eingeschlossenen Studien.....	17
Tabelle 5: Anzahl der Patientinnen und Patienten oder Fälle, der Krankenhäuser pro LM- Kategorie sowie Auswertungsart bezüglich der LM	22
Tabelle 6: Interne Validität der Studien	28
Tabelle 7: Kovariablen, für die eine Adjustierung erfolgte	29
Tabelle 8: Matrix der bewertungsrelevanten Zielgrößen	31
Tabelle 9: Ergebnisse – Mortalität (Gesamtüberleben).....	33
Tabelle 10: Ergebnisse – Mortalität (Versterben im Krankenhaus).....	37
Tabelle 11: Ergebnisse – Mortalität (kurzfristige Mortalität)	43
Tabelle 12: Ergebnisse – Mortalität (Failure to rescue).....	48
Tabelle 13: Ergebnisse – Morbidität (postoperative Komplikationen).....	51
Tabelle 14: Ergebnisse – Krankenhausaufenthaltsdauer.....	53
Tabelle 15: Ergebnisse – Wiedereinweisung	57
Tabelle 16: Zusammenfassung der Ergebnisse	61
Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen.....	90
Tabelle 18 Interventionen- und Prozeduren-Codes.....	100
Tabelle 19: Interne Validität der Studien (ausführliche Darstellung)	108

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Ergebnis der bibliografischen Recherche und der Studienselektion.....	14
Abbildung 2: Datenbasis und Zeitraum der eingeschlossenen Studien. Wenn der Zeitraum der Datenerhebung ganzjährig angegeben wurde, wird davon ausgegangen, dass die Erhebung über das komplette Kalenderjahr erfolgte.	107
Abbildung 3: Forest Plot zur Zielgröße Gesamtüberleben.....	110
Abbildung 4: Forest Plot zur Zielgröße Versterben im Krankenhaus.....	111
Abbildung 5: Forest Plot zur Zielgröße 30-Tage-Mortalität	112
Abbildung 6: Forest Plot zur Zielgröße 90-Tage-Mortalität	113
Abbildung 7: Forest Plot zur Zielgröße postoperative Komplikationen.....	114
Abbildung 8: Forest Plot zur Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer.....	115
Abbildung 9: Forest Plot zur Zielgröße Wiedereinweisung.....	116

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AHRQ	Agency for Healthcare Research and Quality
DRG	Diagnosis Related Groups
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
HCC	Hepatozelluläres Karzinom
HCUP-NIS	Healthcare Cost and Utilization Project – National Inpatient Sample
ICD	International Classification of Diseases and Related Health Problems
IQWiG	Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen
KH	Krankenhaus
LM	Leistungsmenge
NCDB	National Cancer Database
NICE	National Institute for Health and Care Excellence
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
SGB	Sozialgesetzbuch
SPARCS	Statewide Planning and Research Cooperative System
SÜ	Systematische Übersicht
UHC	Universal Health Coverage Data

Kernaussage

Fragestellung

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist

- die Darstellung und Bewertung des Zusammenhangs zwischen der Leistungsmenge und der Qualität des Behandlungsergebnisses bei Major-Leberresektionen (3 oder mehr Segmente). Dies beinhaltet in der Gesamtschau auch alle sonstigen anatomischen Leberresektionen.

Darüber hinaus ist zu recherchieren, ob Studien zur Untersuchung der Effekte von konkret in die Versorgung eingeführten Mindestfallzahlen auf die Qualität existieren; gegebenenfalls erfolgt eine gesonderte Darstellung der Studien.

Eine detaillierte Beschreibung der in den als relevant eingestuften Studien ein- und ausgeschlossenen chirurgischen Leistungen erfolgt, falls vorhanden, mit ICD- und Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS)-Codes.

Fazit

Im vorliegenden Bericht wurden 10 retrospektive Kohortenstudien, basierend auf Routinedaten, mit niedriger und mäßiger interner Validität eingeschlossen. In 5 Studien wurde spezifisch unterteilt in Minor- und / oder Major-Leberresektion. Die übrigen 5 Studien unterteilen in partielle Leberresektion und / oder (rechte / linke; erweiterte) Lobektomien. Für alle von den Studien untersuchten Zielgrößen konnten verwertbare Ergebnisse identifiziert werden.

Für die Major-Leberresektion konnte auf KH-Ebene für die Zielgröße kurzfristige Mortalität (Versterben im KH, 30- und 90-Tage-Mortalität) ein Zusammenhang zwischen der Leistungsmenge pro KH und der Behandlungsqualität zugunsten höherer LM abgeleitet werden. Für die Zielgrößen KH-Aufenthaltsdauer und Wiedereinweisung konnte auf KH-Ebene kein Zusammenhang abgeleitet werden.

Spezifisch für die Minor-Leberresektion konnte für die Zielgröße Versterben im KH ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet werden.

Für alle übrigen anatomischen Leberresektionen, die sich nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuordnen ließen, konnte auf KH-Ebene für die Zielgrößen langfristige Mortalität (Gesamtüberleben), kurzfristige Mortalität (Versterben im KH, 30- und 90-Tage-Mortalität), postoperative Komplikationen, KH-Aufenthaltsdauer und Wiedereinweisung ein Zusammenhang zwischen Leistungsmenge und Behandlungsqualität zugunsten höherer Leistungsmengen abgeleitet werden. Dabei ist zu beachten, dass für die Zielgrößen kurzfristige

Mortalität (30- und 90-Tage-Mortalität), postoperative Komplikationen, KH-Aufenthaltsdauer und Wiedereinweisung nur 1 beziehungsweise 2 Studien mit niedriger interner Validität signifikante Ergebnisse zeigten. Für die Zielgröße Failure to rescue konnte auf KH-Ebene kein Zusammenhang abgeleitet werden. Für alle übrigen anatomischen Leberresektionen, die sich nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuordnen ließen, konnte auf der Arztebene für die Zielgrößen kurzfristige Mortalität (Versterben im KH), Failure to rescue, postoperative Komplikationen und Wiedereinweisung ein Zusammenhang zwischen der Leistungsmenge und der Behandlungsqualität zugunsten höherer Leistungsmenge abgeleitet werden. Auch hier ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse auf 1 bis 3 Studien mit niedriger interner Validität basieren.

Für die Effekte von in die Versorgung eingeführte Mindestfallzahlen wurde keine Studie identifiziert, sodass auch hier keine Aussage dazu getroffen werden kann.

1 Hintergrund

Der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) hat den gesetzlichen Auftrag Mindestmengen festzulegen [1]. Krankenhäuser (KHs) dürfen die entsprechende Leistung anschließend in der Regel nur dann erbringen, wenn der Krankenhausträger jährlich darlegt, dass die festgelegte Mindestmenge auch im nächsten Jahr erreicht wird.

Daher beschließt der G-BA im Zusammenhang mit der Qualitätssicherung bei zugelassenen Krankenhäusern einen Katalog planbarer Leistungen, bei denen die Qualität des Behandlungsergebnisses von der Menge der erbrachten Leistung abhängig ist. Diese Abhängigkeit ist auf Grundlage entsprechender Studien zu beurteilen [2]. Im Dezember 2003 wurden erstmalig in Deutschland verbindliche Mindestmengen festgelegt. Gesetzliche Grundlage für diese Festlegung ist § 136b Absatz 1 Satz 1 Nummer 2 des Fünften Buches Sozialgesetzbuch (SGB V) [1].

Für die Major-Leberresektion ist derzeit keine jährliche Mindestmenge festgelegt [2].

Bei der Leberresektion im Allgemeinen handelt es sich um einen operativen Eingriff, bei dem ein Teil der Leber entfernt wird [3]. Es wird zwischen anatomischer und atypischer Leberresektion unterschieden. Bei einer anatomischen Leberresektion erfolgt die komplette Entfernung funktionell autonomer Parenchymbezirke, die von einem dazugehörigen Pedikel (einem Ast der Vena portae, der Arteria hepatica und des Ductus hepaticus) versorgt werden [4]. Die Major-Leberresektion zählt zu den anatomischen Leberresektionen und umfasst die Entfernung von 3 oder mehr Lebersegmenten [5]. Die Major-Leberresektion orientiert sich an der anatomisch-funktionellen Einteilung der Leber nach der Couinaud-Klassifikation in 8 Segmente. Die 8 Segmente beruhen auf den Hauptableitungen der Leberarterie, Pfortader und des Gallensystems. Jedes Couinaud-Segment hat seine eigene arterielle und portale Blutversorgung, seinen eigenen venösen Abfluss und eine biliäre Drainage [6]. Entsprechend dieser Einteilung wird zwischen (erweiterter) rechter / linker Hemihepatektomie / Lobektomie und Segmentektomien unterschieden [6].

Daneben gibt es eine leichte Modifikation: die Einteilung nach Scheele. Dabei wird die Leber ebenfalls, entsprechend ihrer anatomisch-funktionellen Einteilung, in 2 Hälften mit jeweils 5 Sektoren und insgesamt 10 Segmenten untergliedert [4]. Die funktionelle Gliederung der Leber wird, laut Scheele, durch die Aufzweigung der portalen Strukturen bestimmt. Dieser Gliederung entsprechend, gibt Scheele eine detailliertere Klassifizierung der anatomischen Leberresektionen in die Standardresektion, sektor- und segmentorientierte Resektion an [4].

Leberresektionen können traditionell chirurgisch offen oder minimalinvasiv (laparoskopisch oder robotergestützt) durchgeführt werden [6-8]. Bei einer Leberresektion ist zu beachten, dass ausreichend Volumen an Leber von geeigneter Qualität in situ zurückbleibt (sogenanntes

Restlebervolumen [Future Liver Remnant]). Konkret bedeutet dies, dass ca. 20 % bis 30 % des Lebergewebes erhalten werden muss [9]. Dieses Restlebergewebe muss über einen arteriellen und portalen Zufluss, einen venösen Abfluss sowie einen Galleabfluss verfügen [6,9].

Die nicht anatomischen (atypischen) Resektionen orientieren sich dagegen am pathologischen Befund ohne Berücksichtigung der funktionellen Grenzen der Leber [4].

Leberresektionen werden unter anderem bei folgenden Erkrankungen durchgeführt [6,10-12]:

- gutartige Neubildungen der Leber (International Classification of Diseases [ICD-10] D13.4) (Adenome, Hämangiome, fokal-noduläre Hyperplasien, Zysten)
- bösartige Neubildungen der Leber; ICD-10 C22 (hepatozelluläres Karzinom [HCC]; ICD-10 C22.0, cholangiozelluläres Karzinom [CCC]; ICD-10 C22.1)
- Lebermetastasen anderer Tumoren; ICD-10 C78.7 (kolorektales Karzinom, neuroendokrines Karzinom, Mammakarzinom und andere)

Die häufigste Indikation für eine Leberresektion stellen kolorektale Lebermetastasen dar, denn bis zu 50 % der Patientinnen und Patienten mit einem Kolonkarzinom entwickeln Metastasen in der Leber [13,14]. Die zweithäufigste Indikation ist das HCC, welches in ca. 90 % der Fälle bei Patientinnen und Patienten mit Leberzirrhose diagnostiziert wird [5,15,16]. Die oben angegebenen unterschiedlichen Indikationen machen deutlich, dass das Spektrum der Patientinnen und Patienten, bei denen Leberresektionen durchgeführt werden, sehr heterogen ist. So kann das Patientenspektrum von einer gesunden jungen Frau mit einem solitären Hämangiom bis hin zum Hochrisikopatienten mit schwerer Leberzirrhose reichen [16].

In Deutschland werden jährlich 19 000 Leberresektionen durchgeführt, von denen 2900 Major-Leberresektionen sind [10]. Die häufigsten Komplikationen bei den Leberresektionen stellen intra- oder postoperative Blutungen, Leberversagen, Leberabszesse, Biliome und die Gallenleckage dar. Die Komplikationen hängen zum Teil vom Ausmaß der Resektion ab [17]. In den Jahren 2010 bis 2015 betrug in Deutschland die Krankenhaussterblichkeit bei allen Leberresektionen 5,8 %. Wird ausschließlich die Major-Leberresektion betrachtet, ergab sich eine fast doppelt so hohe Krankenhaussterblichkeit von 10,4 % (von 6,2 % für die linke Hepatektomie bis 25,5 % bei erweiterter Resektion mit biliodigestiver Anastomose) [10].

2 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist

- die Darstellung und Bewertung des Zusammenhangs zwischen der Leistungsmenge und der Qualität des Behandlungsergebnisses bei Major-Leberresektionen (3 oder mehr Segmente). Dies beinhaltet in der Gesamtschau auch alle sonstigen anatomischen Leberresektionen.

Darüber hinaus ist zu recherchieren, ob Studien zur Untersuchung der Effekte von konkret in die Versorgung eingeführten Mindestfallzahlen auf die Qualität existieren; gegebenenfalls erfolgt eine gesonderte Darstellung der Studien.

Eine detaillierte Beschreibung der in den als relevant eingestuften Studien ein- und ausgeschlossenen chirurgischen Leistungen erfolgt, falls vorhanden mit ICD- und Operationen-und Prozedurenschlüssel (OPS)-Codes.

3 Projektverlauf

Der G-BA hat am 09.04.2024 das Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) mit einer systematischen Literaturrecherche und Evidenzbewertung zum Zusammenhang zwischen Leistungsmenge und Qualität des Behandlungsergebnisses bei Major-Leberresektion beauftragt.

Auf Basis einer internen Projektskizze wurde ein Rapid Report erstellt. Dieser wurde zusätzlich einem externen Review unterzogen. Der Rapid Report wurde an den G-BA übermittelt und 4 Wochen später auf der Website des IQWiG veröffentlicht.

4 Methoden

4.1 Kriterien für den Einschluss von Studien in die Untersuchung

4.1.1 Population

In die Bewertung wurden Studien mit Patientinnen und Patienten aufgenommen, bei denen eine anatomische Leberresektion durchgeführt wurde.

4.1.2 Leistungsmenge

Die Leistungsmenge wurde zum einen definiert als die Anzahl der durchgeführten Major-Leberresektionen und zum anderen als die Anzahl sonstiger anatomischer Leberresektionen pro Krankenhaus, pro Ärztin oder Arzt oder pro Kombination Krankenhaus und Ärztin oder Arzt innerhalb eines definierten Zeitraums.

4.1.3 Zielgrößen

Für die Untersuchung wurden folgende Zielgrößen betrachtet:

- Mortalität
- Morbidität
- gesundheitsbezogene Lebensqualität einschließlich Aktivitäten des täglichen Lebens und Abhängigkeit von der Hilfe anderer Personen
- Krankenhausaufenthaltsdauer

Sollten zu weiteren Zielgrößen oder validierten Qualitätsindikatoren Daten verwertbar sein, wurden diese ebenfalls einbezogen.

4.1.4 Studientypen

Für die Beantwortung der Fragestellungen eignen sich Beobachtungsstudien (z. B. Kohortenstudien oder Fall-Kontroll-Studien) oder kontrollierte Interventionsstudien.

Für kontrollierte Interventionsstudien ist die zu prüfende Intervention die Vorgabe einer Mindestfallzahl. Mögliche Vergleichsgruppen sind diejenigen ohne jegliche Mengenvorgabe oder mit einer anderen vorgegebenen Menge.

4.1.5 Modellierung relevanter Zielgrößen

Es wurden Studien eingeschlossen, die zu mindestens einer relevanten Zielgröße Auswertungen enthalten, aus denen es grundsätzlich möglich wäre, einen Zusammenhang zwischen der Leistungsmenge und der Qualität des Behandlungsergebnisses abzuleiten. Dabei müssen die folgenden Kriterien erfüllt sein:

Adjustierung für Risikofaktoren

Die Qualität des Behandlungsergebnisses bei der Major-Leberresektion wird von individuellen Risikofaktoren, zum Beispiel der Grunderkrankung, der Art und dem Ausmaß der anatomischen Leberresektion, Begleiterkrankungen, dem Body-Mass-Index sowie dem Komplikationsmanagement maßgeblich beeinflusst. Darüber hinaus können noch andere Risikofaktoren vorhanden sein.

Voraussetzung für den Einschluss in die Untersuchung war daher, dass in den Studien eine Kontrolle von relevanten Störgrößen (Adjustierung für Risikofaktoren) erfolgte. Von einer Kontrolle wird ausgegangen, sofern das Problem einer möglichen Strukturungleichheit (unfairer Vergleich) bezüglich relevanter Störgrößen mittels geeigneter statistischer Methoden in der Auswertung der Studie berücksichtigt wurde. Die Strukturungleichheit bezieht sich auf Unterschiede zwischen Krankenhäusern (bzw. behandelnden Personen, wie z. B. Ärztinnen und Ärzte, Pflegekräfte) mit hohen und niedrigen Fallzahlen.

Berücksichtigung von Clustereffekten

Ebenso mussten Clustereffekte (d. h. zum Beispiel eine aufgrund krankenhausspezifischer Gegebenheiten größeren Ähnlichkeit des Outcomes der Patientinnen und Patienten innerhalb eines Krankenhauses im Vergleich zu Patientinnen und Patienten aus unterschiedlichen Krankenhäusern) über adäquate statistische Verfahren berücksichtigt worden sein. Die Berücksichtigung von Clustereffekten auf Ebene der KHS war in der Regel erforderlich.

Geeignete Modellklasse

Die berichteten Ergebnisse stammen aus Analysen, die Modelle geeigneter Modellklassen verwenden, z. B. ein logistisches Regressionsmodell bei binären Endpunkten.

4.1.6 Studiendauer

Hinsichtlich der Studiendauer bestand keine Einschränkung.

4.1.7 Publikationszeitraum

Entsprechend dem Auftrag wurden Studien mit einem Publikationsdatum ab dem Jahr 2010 an in die Untersuchung eingeschlossen.

4.1.8 Publikationssprachen

Die Publikation musste in deutscher oder englischer Sprache verfasst sein.

4.1.9 Übertragbarkeit

Es wurden nur Studien aus Ländern der Europäischen Union, aus dem Vereinigten Königreich, den USA, Kanada, Australien sowie Neuseeland oder vergleichbaren Ländern berücksichtigt,

weil die Ergebnisse dieser Studien am ehesten auf das deutsche Gesundheitssystem übertragbar sind.

Bei multinationalen Studien musste der Anteil der Daten aus den genannten Ländern mindestens 80 % betragen.

4.1.10 Tabellarische Darstellung der Kriterien für den Studieneinschluss

In der folgenden Tabelle sind die Kriterien aufgelistet, die Studien erfüllen mussten, um in die Bewertung eingeschlossen zu werden.

Tabelle 1: Übersicht über die Kriterien für den Ein- und Ausschluss von Studien

Einschlusskriterien	
E1	Patientinnen und Patienten, bei denen eine anatomische Leberresektion durchgeführt wurde (siehe auch Abschnitt 4.1.1)
E2	Untersuchung des Zusammenhangs von Leistungsmenge und Qualität des Behandlungsergebnisses (siehe Abschnitt 4.1.2) oder Vergleich der Anwendung einer Mindestfallzahl mit der Anwendung einer anderen oder keiner Mindestfallzahl (siehe Abschnitt 4.1.4)
E3	Zielgrößen wie in Abschnitt 4.1.3 formuliert
E4	Beobachtungsstudien oder kontrollierte Interventionsstudien wie in Abschnitt 4.1.4 formuliert
E5a	Adjustierung für Risikofaktoren wie in Abschnitt 4.1.5 formuliert
E5b	Berücksichtigung von Clustereffekten wie in Abschnitt 4.1.5 formuliert
E5c	Geeignete Modellklasse wie in Abschnitt 4.1.5 formuliert
E6	Publikationsdatum ab dem Jahr 2010
E7	Publikationssprache Deutsch oder Englisch
E8	Vollpublikation verfügbar ^a
E9	Übertragbarkeit auf das deutsche Gesundheitssystem (siehe auch Abschnitt 4.1.9)
Ausschlusskriterium	
A1	Mehrfachpublikation ohne relevante Zusatzinformation
<p>a. Als Vollpublikation gilt in diesem Zusammenhang auch ein Studienbericht gemäß ICH E3 [18] oder ein Bericht über die Studie, der den Kriterien des TREND-Statements [19] oder des STROBE-Statements [20] genügt und eine Bewertung der Studie ermöglicht, sofern die in diesen Dokumenten enthaltenen Informationen zur Studienmethodik und zu den Studienergebnissen nicht vertraulich sind.</p> <p>ICH: International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use; STROBE: Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology; TREND: Transparent Reporting of Evaluations with Nonrandomized Designs</p>	

4.1.11 Einschluss von Studien, die die vorgenannten Kriterien nicht vollständig erfüllen

Für die Einschlusskriterien E1 (Population) und E9 (Übertragbarkeit) reichte es aus, wenn bei mindestens 80 % der eingeschlossenen Patientinnen und Patienten diese Kriterien erfüllt waren. Lagen für solche Studien Subgruppenanalysen für Patientinnen und Patienten vor, die die Einschlusskriterien erfüllten, wurde auf diese Analysen zurückgegriffen. Studien, bei denen die Einschlusskriterien E1 und / oder E9 bei weniger als 80 % erfüllt waren, wurden nur dann eingeschlossen, wenn Subgruppenanalysen für Patientinnen und Patienten vorlagen, die die Einschlusskriterien erfüllten.

4.2 Informationsbeschaffung

4.2.1 Fokussierte Informationsbeschaffung von systematischen Übersichten

Parallel zur Erstellung der Projektskizze erfolgte eine Recherche nach systematischen Übersichten in der Datenbank MEDLINE (umfasst auch die Cochrane Database of Systematic Reviews), HTA Database, sowie auf den Websites des National Institute for Health and Care Excellence (NICE) und der Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ).

Die Suche fand am 21.05.2024 statt. Die Suchstrategien für die Suche in bibliografischen Datenbanken finden sich in Anhang A.

Die Selektion erfolgte durch 1 Person und wurde anschließend von einer 2. Person überprüft. Diskrepanzen wurde durch Diskussion zwischen beiden aufgelöst.

Es wurde geprüft, ob mindestens eine hochwertige und aktuelle systematische Übersicht infrage kam, deren Informationsbeschaffung als Grundlage für die Bewertung verwendet werden konnte. Diese wurde dann als Basis-SÜ bezeichnet. Zur Überprüfung der Eignung als Basis-SÜ erfolgte eine Bewertung der Qualität der Informationsbeschaffung dieser SÜ(s) mit den entsprechenden Items aus AMSTAR 2 (A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews 2) [21]. Konnte mindestens eine diesbezüglich hochwertige und aktuelle Basis-SÜ identifiziert werden, wurden die zugrunde liegenden Studien beziehungsweise Dokumente von 1 Person auf ihre Relevanz für die vorliegende Bewertung geprüft und das Ergebnis von einer 2. Person überprüft. Bewertungen der eingeschlossenen Studien oder die Datenextraktion wurden nicht übernommen.

Die finale Entscheidung, ob und, wenn ja, welche systematische(n) Übersicht(en) als Basis-SÜ herangezogen wurden, erfolgte nach Fertigstellung der Projektskizze anhand der darin festgelegten Kriterien. In jedem Fall wurden die Referenzlisten der identifizierten systematischen Übersichten hinsichtlich relevanter Primärstudien gesichtet (siehe Abschnitt 4.2.2).

4.2.2 Umfassende Informationsbeschaffung von Primärstudien

Für die umfassende Informationsbeschaffung wurde eine systematische Recherche nach relevanten Studien beziehungsweise Dokumenten durchgeführt.

Für den Fall, dass mindestens eine systematische Übersicht als Basis für die Informationsbeschaffung hätte verwendet werden können (siehe Abschnitt 4.2.1), wäre diese für die Informationsbeschaffung von Primärstudien für den von der Übersicht abgedeckten Zeitraum herangezogen worden. Die Informationsbeschaffung wurde ergänzt um eine systematische Recherche nach relevanten Studien beziehungsweise Dokumenten für den nicht von der Übersicht abgedeckten Zeitraum.

Folgende primäre und weitere Informationsquellen sowie Suchtechniken wurden dabei berücksichtigt:

Primäre Informationsquellen

- bibliografische Datenbanken
 - MEDLINE
 - Embase
 - Cochrane Central Register of Controlled Trials

Weitere Informationsquellen und Suchtechniken

- Anwendung weiterer Suchtechniken
 - Sichten von Referenzlisten identifizierter systematischer Übersichten (siehe Abschnitt 4.2.1)
- Autorenanfragen

4.2.3 Anwendung von Limitierungen auf Datenbankebene

Fokussierte Informationsbeschaffung von systematischen Übersichten

Die Suchen wurden auf das Publikationsdatum ab 2019 eingeschränkt. Die MEDLINE-Suchstrategie enthält Limitierungen auf deutsch- und englischsprachige Publikationen sowie auf Humanstudien.

Umfassende Informationsbeschaffung von Studien

Die Suchen wurden auf das Publikationsdatum ab 2010 eingeschränkt.

Mit den Suchstrategien wurden folgende Publikationstypen ausgeschlossen: Kommentare (MEDLINE) und Editorials (MEDLINE, Embase), da diese i. d. R. keine Studien enthalten [22], sowie Conference Abstract und Conference Review (Embase). Außerdem enthielten die

Suchstrategien Limitierungen auf deutsch- und englischsprachige Publikationen sowie auf Humanstudien (MEDLINE, Embase). In der Embase-Suche wurden MEDLINE-Datensätze und in der Suche im Cochrane Central Register of Controlled Trials Einträge aus Studienregistern ausgeschlossen.

4.2.4 Selektion relevanter Studien

Selektion relevanter Studien bzw. Dokumente aus den Ergebnissen der bibliografischen Recherche

Duplikate wurden mithilfe des Literaturverwaltungsprogrammes EndNote entfernt. Die in bibliografischen Datenbanken identifizierten Treffer wurden in einem 1. Schritt anhand ihres Titels und, sofern vorhanden, Abstracts in Bezug auf ihre potenzielle Relevanz bezüglich der Einschlusskriterien (siehe Tabelle 1) bewertet. Als potenziell relevant erachtete Dokumente wurden in einem 2. Schritt anhand ihres Volltextes auf Relevanz geprüft. Beide Schritte erfolgten durch 2 Personen unabhängig voneinander. Diskrepanzen wurden durch Diskussion zwischen beiden aufgelöst.

Selektion relevanter Studien bzw. Dokumente aus weiteren Informationsquellen

Rechercheergebnisse aus den darüber hinaus berücksichtigten Informationsquellen wurden von 1 Person in Bezug auf Studien gesichtet. Die identifizierten Studien wurden dann auf ihre Relevanz geprüft. Der gesamte Prozess wurde anschließend von einer 2. Person überprüft. Sofern in einem der genannten Selektionsschritte Diskrepanzen auftraten, wurden diese jeweils durch Diskussion zwischen den beiden aufgelöst.

4.3 Informationsbewertung und -synthese

4.3.1 Darstellung der Einzelstudien

Alle für die Untersuchung notwendigen Informationen wurden aus den Unterlagen zu den eingeschlossenen Studien in standardisierte Tabellen extrahiert. Ergaben sich zu einem Aspekt im Abgleich der Informationen aus unterschiedlichen Dokumenten oder aber aus multiplen Angaben innerhalb eines Dokumentes selbst Diskrepanzen, die auf die Interpretation der Ergebnisse erheblichen Einfluss haben könnten, wurde dies an den entsprechenden Stellen im Ergebnisteil des Berichts dargestellt.

Ergebnisse flossen in der Regel nicht in die Untersuchung ein, wenn diese auf weniger als 70 % der in die Auswertung einzuschließenden Patientinnen und Patienten basieren, das heißt, wenn der Anteil der Patientinnen und Patienten, die nicht in der Auswertung berücksichtigt wurden, größer als 30 % war.

Die Ergebnisse wurden auch dann nicht in die Untersuchung einbezogen, wenn der Unterschied der Anteile nicht berücksichtigter Patientinnen und Patienten zwischen den Gruppen größer als 15 Prozentpunkte war.

Wandten die Autorinnen und Autoren der Studien mehrere statistische Modelle an und begründeten die Wahl einer bevorzugten Modellierung für ihre zugrunde liegenden Daten, so wurde das von dem Autorenteam bevorzugte statistische Modell herangezogen, sofern in diesem Modell die Bedingungen aus Abschnitt 4.1.5 erfüllt waren. Waren mehrere Modelle auf die zugrunde liegenden Daten anwendbar, so wurde das einfachere Modell unter Berücksichtigung von Abschnitt 4.1.5 herangezogen.

Eine kategorielle Auswertung geht mit einem Informationsverlust einher, bietet weniger Möglichkeiten für eine flexible Modellierung und kann daher im Vergleich zur kontinuierlichen Auswertung weniger zuverlässige Ergebnisse liefern [23,24]. Daher wurden die Ergebnisse einer kontinuierlichen Modellierung denen einer kategoriellen Modellierung vorgezogen und in den Bericht aufgenommen, sofern bei der kontinuierlichen Modellierung mögliche nicht lineare Zusammenhänge adäquat berücksichtigt wurden. Wurden in den Studien aber ausschließlich Ergebnisse zur kategoriellen Analyse dargestellt oder waren nur die Ergebnisse der kategoriellen Analyse verwertbar, wurden diese für die zusammenfassende Bewertung herangezogen.

4.3.2 Bewertung der internen Validität von Beobachtungsstudien

Die interne Validität der eingeschlossenen Beobachtungsstudien wurde auf Basis folgender Qualitätskriterien, die speziell für Studien zur Bewertung von Mengen-Ergebnis-Beziehungen entwickelt wurden, eingeschätzt [23-26]:

- Zur Prüfung der Datenqualität wurden die Vollständigkeit und die Eignung der Daten für die Beantwortung der Studienfrage sowie die Nachvollziehbarkeit des Patientenflusses (u. a. Angaben zu Ein- und Ausschlusskriterien sowie Drop-outs) bewertet.
- Ebenso wurde die Qualität der statistischen Auswertung zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Leistungsmenge und Behandlungsergebnis geprüft, wobei insbesondere die Adjustierung für relevante Risikofaktoren und der Umgang mit fehlenden Daten relevant waren.
- Die Bewertung der Publikationsqualität umfasste die Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit der Berichterstattung (z. B. Definition der Endpunkte, Angaben zu Patientencharakteristika sowie ausreichende Angaben zu statistischen Maßen).

Die Gesamtbewertung ergibt sich in der Regel aus der niedrigsten Bewertung der Datenqualität und der statistischen Modellierung. Bei gravierenden Mängeln der Publikationsqualität kann zusätzlich eine Abwertung der Gesamtbewertung erfolgen.

4.3.3 Bewertung des Verzerrungspotenzials der Ergebnisse kontrollierter Interventionsstudien

Das Verzerrungspotenzial der Ergebnisse der eingeschlossenen kontrollierten Interventionsstudien sollte entsprechend den Allgemeinen Methoden [27] bewertet werden.

4.3.4 Zusammenfassende Bewertung der Informationen

Die Ergebnisse zu den in den Studien berichteten Zielgrößen wurden im Bericht vergleichend beschrieben.

Wenn möglich wurden über die Gegenüberstellung der Ergebnisse der Einzelstudien hinaus geeignete metaanalytische Verfahren eingesetzt [27]. Eine abschließende zusammenfassende Bewertung der Informationen erfolgte in jedem Fall. Sofern möglich, wurden berichtete Ergebnisse zu Subgruppen (z. B. interventionsspezifische Auswertungen) separat dargestellt und zusammengefasst.

5 Ergebnisse

5.1 Informationsbeschaffung

5.1.1 Fokussierte Informationsbeschaffung von systematischen Übersichten

Von den 3 identifizierten systematischen Übersichten (siehe Abschnitt 9.1) wurde keine als Basis-SÜ herangezogen.

5.1.2 Umfassende Informationsbeschaffung von Studien

5.1.2.1 Primäre Informationsquellen

5.1.2.1.1 Bibliografische Datenbanken

Abbildung 1 zeigt das Ergebnis der systematischen Literaturrecherche in den bibliografischen Datenbanken und der Studienselektion gemäß den Kriterien für den Studieneinschluss. Die Suchstrategien für die Suche in bibliografischen Datenbanken finden sich in Anhang A. Die letzte Suche fand am 16.07.2024 statt.

Die Referenzen der als Volltexte geprüften, aber ausgeschlossenen Treffer finden sich mit Angabe des jeweiligen Ausschlussgrundes in Abschnitt 9.2.

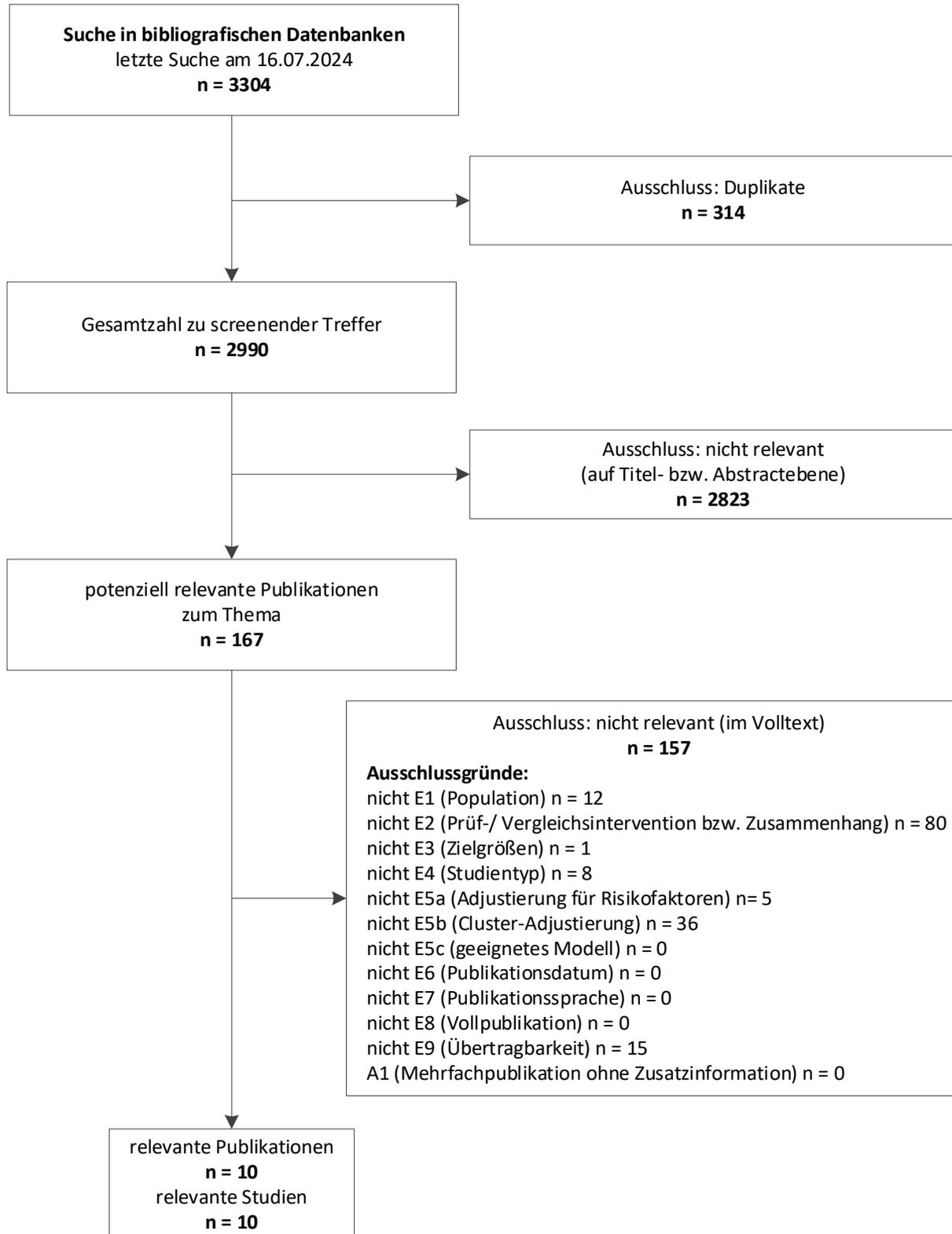


Abbildung 1: Ergebnis der bibliografischen Recherche und der Studienselektion

5.1.2.2 Weitere Informationsquellen und Suchtechniken

Über weitere Informationsquellen und Suchtechniken identifizierte relevante Studien beziehungsweise Dokumente werden nachfolgend nur dargestellt, wenn sie nicht bereits über die primären Informationsquellen gefunden wurden.

5.1.2.2.1 Anwendung weiterer Suchtechniken

Im Rahmen der fokussierten Informationsbeschaffung wurden 3 SÜ identifiziert – die entsprechenden Referenzen finden sich in Abschnitt 9.1. Die Referenzlisten dieser SÜs wurden gesichtet.

Es fanden sich keine relevanten Studien beziehungsweise Dokumente, die nicht über andere Rechenschritte identifiziert werden konnten.

5.1.2.2.2 Autorenanfragen

Für die vorliegende Untersuchung wurden Autorenanfragen versendet (Tabelle 2). Die Informationen aus den eingegangenen Antworten sind in die Studienbewertung eingeflossen. Die Studie Filmann 2019 wurde aufgrund der fehlenden Berücksichtigung von Clustereffekten über nicht E5b ausgeschlossen. Die Studien Olthof 2020 und El Amrani 2019 wurden ausgeschlossen, da aufgrund der fehlenden Rückmeldung auf die Autorenanfrage die Erfüllung des Einschlusskriteriums E5b bzw. E1 unklar blieb.

Tabelle 2: Übersicht über Autorenanfragen

Studie	Inhalt der Anfrage	Antwort eingegangen ja / nein	Inhalt der Antwort
Filmann 2019 [10]	Nachfrage zur Berücksichtigung von Clustereffekten	ja	Es wurden keine Clustereffekte berücksichtigt.
Olthof 2020 [28]	Nachfrage zur Berücksichtigung von Clustereffekten	nein	entfällt
El Amrani 2019 [29]	Nachfrage zum Anteil der Patientinnen und Patienten, die eine atypische Resektion oder eine Transplantation erhalten haben	nein	entfällt

5.1.3 Resultierender Studienpool

Durch die verschiedenen Rechenschritte konnten insgesamt 10 relevante Studien identifiziert werden (siehe auch Tabelle 3).

Für die Beantwortung der Fragestellung zu den Effekten von in die Versorgung eingeführten Mindestfallzahlen wurde keine aussagefähige Studie identifiziert.

Tabelle 3: Studienpool

Studie	Vollpublikation in Fachzeitschriften
Buettner 2016	ja [30]
Elshami 2023	ja [31]
Gani 2017	ja [32]
Hashimoto 2017	ja [33]
Hoerger 2023	ja [34]
Krautz 2020	ja [35]
Lee 2019	ja [36]
Shaw 2013	ja [37]
Uttinger 2022	ja [38]
Zaydfudim 2018	ja [39]

5.2 Charakteristika der in die Bewertung eingeschlossenen Studien

Die Charakteristika der eingeschlossenen Studien zur Fragestellung zum Zusammenhang zwischen LM und Qualität des Behandlungsergebnisses werden in Tabelle 4 und Tabelle 5 dargestellt und im Folgenden zusammenfassend erläutert.

Tabelle 4: Charakteristika der eingeschlossenen Studien (mehrseitige Tabelle)

Studie Studiendesign Datenquelle	Rekrutierungsland Zeitraum Datenerhebung	Primäres Studienziel: LM-Analyse?	Ein- und Ausschlusskriterien ^a	Intervention ^a
Buettner 2016 retrospektive Kohortenstudie (KH-Entlassungsdaten aus einer landesweiten [US] Stichprobe des Healthcare Cost and Utilization Project [HCUP])	USA 01.01.2000–31.12.2009	ja	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ Major-Leberresektion aufgrund primärer Diagnose eines primären Leberkarzinoms oder Lebermetastasen Ausschluss: Datensätze zu Patientinnen und Patienten mit fehlenden Informationen zu Krankenhaus und Chirurg/Chirurgin	Major-Leberresektion <ul style="list-style-type: none"> ▪ ICD-9-CM Prozeduren-Codes 5022, 5033 ▪ ICD-9-CM Diagnose-Codes 1550, 1997
Elshami 2023 retrospektive Kohortenstudie (KH-Daten der National Cancer Database [NCDB])	USA 2010–2017	ja	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ mit reseziertem perihilärem Cholangiokarzinom ▪ mit perihilärem Cholangiokarzinom und einer intra- oder extrahepatischen Komponente Ausschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ mit Metastasen ▪ mit nicht onkologischen Verfahren lokoregionärer therapeutischer Prozeduren ▪ mit unbekanntem pathologischen, behandlungsbezogenen oder postoperativen Ergebnissen zu den festgelegten Zielgrößen (Resektionsrand, Anzahl untersuchter Lymphknoten, 30-Tage-Wiedereinweisung, 30-/90- postoperative Mortalität, KH-Aufenthaltsdauer, Chemo- oder Strahlentherapie) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ extrahepatische Gallengangsresektion und partielle Hepatektomie ▪ intrahepatische Gallengangsexzision mit oder ohne partielle Leberresektion, rechte / linke Lobektomie ▪ ICD-10-Codes (Histologie) 8010, 8140, 8160, 8162

Tabelle 4: Charakteristika der eingeschlossenen Studien (mehrseitige Tabelle)

Studie Studiendesign Datenquelle	Rekrutierungsland Zeitraum Datenerhebung	Primäres Studienziel: LM-Analyse?	Ein- und Ausschlusskriterien ^a	Intervention ^a
Gani 2017 retrospektive Kohortenstudie (KH-Daten der National Inpatient Sample [NIS])	USA 2001–2011	ja	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ mit Leberresektion bei primärem Leberkarzinom oder sekundären Lebermetastasen Ausschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Notoperationen ▪ Alter < 18 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ICD-9-CM Prozeduren Codes 50.22, 50.3 ▪ ICD-9-CM Prozeduren Code bei Leberresektion bei primärem Karzinom 155, 155.0, 155.1, 155.2 ▪ ICD-9-CM Prozeduren Code bei Leberresektion (sekundär metastasiert) 197.7
Hashimoto 2017 retrospektive Kohortenstudie (KH-Daten des New York [NY] Statewide Planning and Research Cooperative Systems [SPARCS])	USA 2000–2014	ja	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alter ≥ 18 Jahre ▪ nach Lobektomie Ausschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Hepatektomie wegen eines Unfalls oder für eine Transplantation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lobektomie ▪ ICD-9-CM Prozeduren Codes 50.3, 50.22

Tabelle 4: Charakteristika der eingeschlossenen Studien (mehrseitige Tabelle)

Studie Studiendesign Datenquelle	Rekrutierungsland Zeitraum Datenerhebung	Primäres Studienziel: LM-Analyse?	Ein- und Ausschlusskriterien ^a	Intervention ^a
Hoerger 2023 retrospektive Kohortenstudie (KH-Daten der National Cancer Database [NCDB])	USA 2004–2017	ja	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Hepatektomie bei nicht metastasierendem hepatozellulären Karzinom (HCC) oder intrahepatisches Cholangiokarzinom (ICC) Ausschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Lebertransplantation ▪ mit unbekannter 90-Tage-Mortalität, 30-Tage-Wiederaufnahme, unbekanntem Einrichtungstyp, unbekanntem Bildungsniveau, unbekanntem Einkommensniveau, unbekanntem Versicherungsstatus 	Minor-Hepatektomie (Codes 20–26) Major-Hepatektomie (Codes 30–59) offen oder minimal invasiv ICD-O-3: HCC: 8170–8175 ICC: 8160
Krautz 2020 retrospektive Kohortenstudie (DRG-Statistik des Forschungsdaten- zentrums des Statistischen Bundesamtes)	Deutschland 2009–2015	ja	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Trisektorektomie, Hemihepatektomie, multiple Segmentresektion, Bisegmentektomie bei Lebermetastasen, bei bös- oder gutartigen Leberkarzinomen bzw. Cholangiokarzinom Ausschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alter < 20 Jahre ▪ nach postmortaler Hepatektomie, Lebertransplantation, Lebertransplantatresektion ▪ nach atypischer Resektion 	Major-Leberresektion (Trisektorektomie (TS), Hemihepatektomie (HH)) Minor-Leberresektion (multiple Segmentresektion (MSR), Bisegmentektomie (BS)) ICD-10-GM C22, C23, C24, C77, C78, C79, B670, B673, B674, B675, B676, B677, B678, B679, D134, D135, D376, D3778, D015, K768, Q446, K750 OPS 55021, 55022, 55023, 55024, 55025, 55026

Tabelle 4: Charakteristika der eingeschlossenen Studien (mehrseitige Tabelle)

Studie Studiendesign Datenquelle	Rekrutierungsland Zeitraum Datenerhebung	Primäres Studienziel: LM-Analyse?	Ein- und Ausschlusskriterien^a	Intervention^a
Lee 2019 retrospektive Kohortenstudie (KH-Daten der National Cancer Database [NCDB])	USA 2004–2014	nein	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ nach Hepatektomie bei intrahepatischem Cholangiokarzinom Stadium I-III Ausschluss: Netzwerk-Programme für Krebserkrankungen, aufgrund heterogener Arten von Krankenhäusern	Hepatektomie (teilweise Hepatektomie, Segmentresektion, Major-Lobektomie oder erweiterte Hepatektomie)
Shaw 2013 retrospektive Kohortenstudie (Patienten- und KH-spezifische Daten der University Health Consortium Database [UHC])	USA 2007–2010	ja	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alter \geq 18 Jahre ▪ nach Hepatektomie Ausschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ aus Zentren ohne Fachrichtung Chirurgie ▪ aus Zentren ohne Spezialisierung Hepatektomie ▪ aus Zentren mit weniger als 5 Fällen pro Ärztin/Arzt und Jahr 	Elektive Hepatektomie ICD-9 Prozeduren Codes 50.3, 50.22

Tabelle 4: Charakteristika der eingeschlossenen Studien (mehrseitige Tabelle)

Studie Studiendesign Datenquelle	Rekrutierungsland Zeitraum Datenerhebung	Primäres Studienziel: LM-Analyse?	Ein- und Ausschlusskriterien ^a	Intervention ^a
Uttinger 2022 retrospektive Kohortenstudie (bundesweite DRG- Abrechnungsdaten des Statistischen Bundesamtes)	Deutschland 2009–2017	ja	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ mit Leberkarzinom, Cholangiokarzinom, Gallenblasenkarzinom oder sekundäre Neoplasie der Leber ▪ nach Leberresektion, -transplantation Ausschluss: <ul style="list-style-type: none"> ▪ unvollständige Datensätze 	Leberresektion (Trisektorektomie, Hemihepatektomie, multiple Segmentektomie, Bisegmentektomie) (alle malignen ICD-Codes und Transplantation) ICD-10-Codes C22, C23, C24, C78 OPS-Codes 55023/55026, 55021/55022, 55025, 55024, 5504, 55040, 55041, 55042, 55043, 55044, 55045
Zaydfudim 2018 retrospektive Kohortenstudie (KH-Daten der National Inpatient Sample [NIS] 2012 des Healthcare Cost Utilization Projects [HCUP])	USA 2012	ja	Einschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ Major-Leber-Lobektomie Ausschluss: Patientinnen und Patienten <ul style="list-style-type: none"> ▪ bei denen Daten zu Kovariablen oder Endpunkten fehlen 	Major-Leberresektion (Lobektomie) ICD-9-CM Code 50.3

a. Ggf. werden hier nur die Studiencharakteristika in Bezug auf die interessierende Teilpopulation aufgeführt.

DRG: Diagnosis Related Groups; HCUP: Healthcare Cost Utilization Project; ICD-9-CM: International Classification of Disease-9-Clinical-Modification; ICD-10-CM: International Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision; ICD-O-3: International Classification of Disease for Oncology, 3rd edition; KH: Krankenhaus; LM: Leistungsmenge; NCDB: National Cancer Database; NIS: National Inpatient Sample; UHC: University Health Consortium; USA: United States of America; SPARCS: Statewide Planning and Research Cooperative Systems

Tabelle 5: Anzahl der Patientinnen und Patienten oder Fälle, der Krankenhäuser pro LM-Kategorie sowie Auswertungsart bezüglich der LM (mehrseitige Tabelle)

Studie	Angabe zur LM	N _{Pats}	N _{KHs} bzw. N _{Arzt}	Art der LM-Analyse		
Buettner 2016	LM pro KH und Jahr	5075	408	kategoriiell		
	▪ niedrig: ≤ 11	1824	360			
	▪ mittel: > 11 bis < 45 ^b	1568	38			
	▪ hoch: ≥ 46	1683	10			
	LM pro Ärztin / Arzt und Jahr	5075	1099			
	▪ niedrig: ≤ 4	1722 ^a	921 ^a			
▪ mittel: > 4 bis < 16	1720 ^a	143 ^a				
▪ hoch: ≥ 16	1633 ^a	35 ^a				
Elshami 2023	LM pro KH und Jahr	2471	471	kategoriiell		
	▪ niedrig: < 7	2321	469			
	▪ hoch: ≥ 7	150	2			
Gani 2017	LM pro KH und Jahr	14 296	1875	kategoriiell		
	Major-Hepatektomie und partielle Lobektomie:					
	▪ niedrig: < 12				4341	1573
	▪ mittel: 12–45				4608	218
	▪ hoch: > 45				5347	66
	Major-Hepatektomie:				4789 ^a	1875 ^c
	▪ niedrig: < 12				1389 ^a	1573 ^c
▪ mittel: 12–45	1695 ^a	218 ^c				
▪ hoch: > 45	1705 ^a	66 ^c				
Hashimoto 2017	LM pro Ärztin / Arzt und Jahr	13 467	909 ^d	kontinuierlich und kategoriiell		
	▪ niedrig (1.Quartil): k. A.	k. A.	k. A.			
	▪ mittel (2. Quartil): k. A.	k. A.	k. A.			
	▪ hoch (3.Quartil): k. A.	k. A.	k. A.			
	▪ sehr hoch (4.Quartil): k. A.	k. A.	k. A.			
Hoerger 2023	LM pro KH und Jahr	17 833	446	kategoriiell		
	Minor- oder Major-Hepatektomie:					
	▪ niedrig < 46				14 206	439
	▪ hoch: ≥ 46				3627	7
	Major-Hepatektomie:				7528	446 ^c
	▪ niedrig: < 46				5929	439 ^c
▪ hoch: ≥ 46	1599	7 ^c				

Tabelle 5: Anzahl der Patientinnen und Patienten oder Fälle, der Krankenhäuser pro LM-Kategorie sowie Auswertungsart bezüglich der LM (mehrsseitige Tabelle)

Studie	Angabe zur LM	N _{Pats}	N _{KHs} bzw. N _{Arzt}	Art der LM-Analyse
Krautz 2020	LM pro KH und Jahr			kategoriiell
	Minor- oder Major-Resektion	31 114	MW (SD) ^e	
	▪ sehr niedrig: 1–10	9734	403 (12)	
	▪ niedrig: 11–20	4953	50 (5)	
	▪ mittel: 21–40	4648	24 (2)	
	▪ hoch: 41–100	6555	15 (2)	
	▪ sehr hoch: > 100	5224	5 (1)	
	Minor-Resektion:	13 841		
	▪ sehr niedrig: 1–10	5526	k. A.	
	▪ niedrig: 11–20	2473	k. A.	
	▪ mittel: 21–40	2002	k. A.	
	▪ hoch: 41–100	2156	k. A.	
	▪ sehr hoch: > 100	1684	k. A.	
	multiple Segmentektomie:	8318		
	▪ sehr niedrig: 1–10	3308	k. A.	
	▪ niedrig: 11–20	1517	k. A.	
	▪ mittel: 21–40	1186	k. A.	
	▪ hoch: 41–100	1272	k. A.	
	▪ sehr hoch: > 100	1035	k. A.	
	Bisegmentektomie:	5523		
	▪ sehr niedrig: 1–10	2218	k. A.	
	▪ niedrig: 11–20	956	k. A.	
	▪ mittel: 21–40	816	k. A.	
	▪ hoch: 41–100	884	k. A.	
	▪ sehr hoch: > 100	649	k. A.	
	Major-Resektion:	17 273		
	▪ sehr niedrig: 1–10	4208	k. A.	
	▪ niedrig: 11–20	2480	k. A.	
	▪ mittel: 21–40	2646	k. A.	
▪ hoch: 41–100	4399	k. A.		
▪ sehr hoch: > 100	3540	k. A.		
Trisektorektomie:	3286			
▪ sehr niedrig: 1–10	463	k. A.		
▪ niedrig: 11–20	393	k. A.		
▪ mittel: 21–40	515	k. A.		
▪ hoch: 41–100	989	k. A.		
▪ sehr hoch: > 100	926	k. A.		

Tabelle 5: Anzahl der Patientinnen und Patienten oder Fälle, der Krankenhäuser pro LM-Kategorie sowie Auswertungsart bezüglich der LM (mehreseitige Tabelle)

Studie	Angabe zur LM	N _{Pats}	N _{KHs} bzw. N _{Arzt}	Art der LM-Analyse
Krautz 2020	Hemihepatektomie:	13 987		kategoriiell
	▪ sehr niedrig: 1–10	3745	k. A.	
	▪ niedrig: 11–20	2087	k. A.	
	▪ mittel: 21–40	2131	k. A.	
	▪ hoch: 41–100	3410	k. A.	
	▪ sehr hoch: > 100	2614	k. A.	
Lee 2019	LM pro KH und Jahr	2256	308	kategoriiell
	▪ niedrig: < 11	k. A.	k. A.	
	▪ hoch: ≥ 11	k. A.	k. A.	
Shaw 2013	LM pro KH und Jahr	8962	50	kategoriiell
	▪ niedrig: < 40	k. A.	27	
	▪ mittel: 40–100	k. A.	13	
	▪ hoch: > 100	k. A.	10	
	LM pro Ärztin / Arzt und Jahr	8962	627 ^a	
	▪ niedrig: < 12	2563 ^a	k. A.	
	▪ mittel: 12–38	3306 ^a	k. A.	
▪ hoch: > 38	3094 ^a	k. A.		
Uttinger 2022^f	LM pro KH und Jahr	28 791	MW (SD) ^g : 425 (14)	kategoriiell
	▪ niedrig: < 25	15 654	k. A.	
	▪ hoch: ≥ 25	13 137	26	
	Trisektorektomie	3367	k. A.	
	▪ niedrig: < 25	1186	k. A.	
	▪ hoch: ≥ 25	2181	k. A.	
	Hemihepatektomie	13 116	k. A.	
	▪ niedrig: < 25	6807	k. A.	
	▪ hoch: ≥ 25	6309	k. A.	
	mehrfache Segmentresektion	7522	k. A.	
	▪ niedrig: < 25	4878	k. A.	
	▪ hoch: ≥ 25	2644	k. A.	
	Bisegmentektomie	4084	k. A.	
	▪ niedrig: < 25	2660	k. A.	
▪ hoch: ≥ 25	1424	k. A.		
Zaydfudim 2018	LM pro KH und Jahr			kontinuierlich und kategoriiell
	Major-Hepatektomie:	2750	253	
	▪ niedrig: < 15	k. A.	k. A.	
	▪ hoch: ≥ 15	k. A.	k. A.	

Tabelle 5: Anzahl der Patientinnen und Patienten oder Fälle, der Krankenhäuser pro LM-Kategorie sowie Auswertungsart bezüglich der LM (mehreseitige Tabelle)

Studie	Angabe zur LM	N _{Pats}	N _{KHs} bzw. N _{Arzt}	Art der LM-Analyse
a. eigene Berechnung b. entsprechend den Angaben der Studienautorinnen / -autoren übernommen c. Die Anzahl der Krankenhäuser wurde nicht separat für Major-Hepatektomien ausgewiesen. d. Die Anzahl der Krankenhäuser bezieht sich auf die durchgeführten Lobektomien und Wedge-Hepatektomien. e. MW (SD) der jährlichen Anzahl an KHs in der jeweiligen LM-Kategorie mit ≥ 1 Resektion f. Der Anteil der Transplantationen (N = 702) wird nicht separat dargestellt. g. MW (SD) der jährlichen Anzahl an KHs k. A.: keine Angabe; KH: Krankenhaus; LM: Leistungsmenge; MW: Mittelwert; N _{Arzt} : Anzahl der Ärztinnen oder Ärzte; N _{KHs} : Anzahl der Krankenhäuser; N _{Pats} : Anzahl der Patientinnen und Patienten oder der Fälle; SD: Standardabweichung				

Studiendesign und Datenquelle

Bei den 10 eingeschlossenen Studien handelt es sich um retrospektive Kohortenstudien. Basis der Studien waren unter anderem KH-Abrechnungsdaten (Hashimoto 2017, Krautz 2020, Shaw 2013, Uttinger 2022) oder Krebsregisterdaten (Elshami 2023, Hoerger 2023, Lee 2019). Des Weiteren kamen Daten des Healthcare Cost and Utilization Project National Inpatient Sample (HCUP-NIS), welche klinische und Abrechnungsdaten beinhalten, zum Einsatz (Buettner 2016, Gani 2017, Zaydfudim 2018).

Die Studien Buettner 2016 und Gani 2017 verwenden beide die gleiche Datenbasis des HCUP-NIS in einem sich überschneidenden Zeitraum. Auch für die Studien Elshami 2023, Hoerger 2023 und Lee 2019 besteht eine Überschneidung der Datenbasis der National Cancer Database (NCDB). Die Studien Krautz 2020 und Uttinger 2022 verwenden beide die Diagnosis-Related-Groups(DRG)-Daten in einem ähnlichen Zeitraum, somit ergab sich auch hier eine Überschneidung der Datenbasis. Abbildung 2 im Anhang D stellt die Datenbasis und den betrachteten Zeitraum aller Studien grafisch dar.

Rekrutierungsland, Zeitraum der Datenerhebung und Ziel der Studien

2 Studien stammten aus Deutschland (Krautz 2020, Uttinger 2022) und 8 Studien (Buettner 2016, Elshami 2023, Gani 2017, Hashimoto 2017, Hoerger 2023, Lee 2019, Shaw 2013, Zaydfudim 2018) wurden in den USA durchgeführt. Primäres Ziel fast aller Studien war es, den Zusammenhang zwischen der LM und der Behandlungsqualität bei Major-Leberresektion zu untersuchen. Lediglich eine Studie (Lee 2019) hatte die LM-Analyse als sekundäre Zielstellung.

Der Untersuchungszeitraum, über alle Studien hinweg betrachtet, lag zwischen 2000 (Buettner 2016, Hashimoto 2017) und 2017 (Elshami 2023, Hoerger 2023, Uttinger 2022) und die Dauer der Datenerhebung reichte von 1 Jahr (Zaydfudim 2018) bis zu 14 Jahren (Hashimoto 2017).

Wesentliche Einschlusskriterien der Studien

Die wesentlichen Einschlusskriterien der Studien werden in Tabelle 4 genannt. Das Alter der Patientinnen und Patienten, die onkologische Diagnose und der chirurgische Eingriff wurden häufig als Einschlusskriterien in den Studienpublikationen angegeben.

Angaben zur operativen Therapie

Alle Studien machen mit unterschiedlicher Präzision Angaben zur Leberresektion. Es wurden sehr allgemein partielle Hepatektomie, Lobektomie oder Leberresektion (Elshami 2023, Gani 2017, Hashimoto 2017, Shaw 2013) als Eingriffe genannt. In den Studien Buettner 2016 und Zaydfudim 2018 wird die Major-Leberresektion genannt, aber ebenfalls nicht weiter spezifiziert. Die Studie Hoerger 2023 stellt die Ergebnisse zur Major-Leberresektion und die Ergebnisse zur Major-Leberresektion und weiterer Leberresektionen (Minor-Leberresektionen) getrennt dar. Die deutschen Studien Krautz 2020 und Uttinger 2022 spezifizieren die Leberresektion in die Trisektorektomie, Hemihepatektomie, multiple Segmentektomie und Bisegmentektomie. Die Studie Krautz 2020 ordnet zusätzlich die Trisektorektomie und Hemihepatektomie der Major-Leberresektion und die multiple Segmentektomie und Bisegmentektomie der Minor-Leberresektion zu. Die Studie Lee 2019 unterteilt die Leberresektion in partielle Hepatektomie, Segmentresektion, Major-Lobektomie und erweiterte Hepatektomie. Die Studie Hashimoto 2017 schloss Patientinnen und Patienten ein, die eine Lobektomie erhielten.

Definition und Analyse der Leistungsmenge

Für 7 der 10 eingeschlossenen Studien (Elshami 2023, Gani 2017, Hoerger 2023, Krautz 2020, Lee 2019, Uttinger 2022, Zaydfudim 2018) wurde die LM ausschließlich als Anzahl der durchgeführten Eingriffe pro KH und Jahr definiert. Für die Studie Hashimoto 2017 wurde die LM ausschließlich als Anzahl der durchgeführten Eingriffe pro Ärztin / Arzt und Jahr definiert. Für 2 Studien (Buettner 2016, Shaw 2013) wurde die LM sowohl auf Ebene der KHs als auch auf Ebene der Eingriffe pro Ärztin / Arzt untersucht.

In den Studien Buettner 2016 und Gani 2017 wurde die LM in Terzilen angegeben.

In den Studien Elshami 2023, Lee 2019 und Zaydfudim 2018 wurden Schwellenwerte für die Leberresektionen festgelegt. Auch in der Studie Uttinger 2022 wurde zwischen KHs unterschieden, die die jährliche chirurgische Mindestfallzahl von 25 Leberresektionen gemäß den Zertifizierungskriterien der Deutschen Krebsgesellschaft im Durchschnitt erreicht hatten, und denen, die sie nicht erreicht hatten. Die Studie Hoerger 2023 gab die LM in Perzentilen an und stellte anschließend für die 90-Tage-Mortalität sowie die langfristige Mortalität (Gesamtüberleben) die Ergebnisse jeweils anhand dieser Perzentile getrennt dar. Für die übrigen Zielgrößen wurde lediglich zwischen KHs unterschieden, deren jährliche LM < 46 Leberresektionen (75. Perzentil) und KHs deren LM \geq 46 Leberresektionen betrug.

Alle Studienautorinnen und -autoren führten kategorielle Analysen der LM durch. In den Studien Hashimoto 2017 und Zaydfudim 2018 wurden zusätzlich kontinuierliche Analysen berichtet.

Angaben zur Studienpopulation

Die Stichprobengröße der eingeschlossenen 10 Studien reichte von 2256 (Lee 2019) bis 31 114 Patientinnen und Patienten (Krautz 2020). In 4 Studien (Buettner 2016, Gani 2017, Uttinger 2022, Zaydfudim 2018) wurde die Altersverteilung der Studienpopulation in Altersgruppen beschrieben; für die Studie Uttinger 2022 auch die Altersverteilung in Gruppen für die einzelnen LM-Kategorien. Bei den Studien Elshami 2023, Krautz 2020 und Lee 2019 beschränkte sich die Angabe jedoch auf den Anteil der 65-Jährigen und Älteren. Die Studie Hashimoto 2017 gab einen Mittelwert mit Standardabweichung für das Alter an und die Studie Shaw 2013 gab das mediane Alter an. Das Geschlechterverhältnis wurde für alle Studien außer für die Studie Zaydfudim 2018 berichtet. Dabei ist der Anteil der Männer, die eine Leberresektion erhielten, oftmals höher als der Anteil der Frauen. 7 der 10 eingeschlossenen Studien geben den Anteil der Patientinnen und Patienten für die spezifischen Resektionsverfahren an. Dabei unterscheiden die Studien Hoerger 2023 und Krautz 2020 in Minor- und Major-Resektionen und geben dafür auch die entsprechende Anzahl an Patientinnen und Patienten an, auch pro LM-Kategorie. Die Studie Krautz 2020 unterteilt die Resektionsverfahren noch detaillierter in Trisektorektomie, Hemihepatektomie sowie Bisegmentektomie und multiple Segmentresektion und geben entsprechend auch dafür die Anzahl der Patientinnen und Patienten an, die das jeweilige Resektionsverfahren erhalten haben. Diese Unterteilung wird ebenfalls in der Studie Uttinger 2022 angegeben. Die Häufigkeitsverteilungen wurden auch für die einzelnen LM-Kategorien in diesen Studien angegeben. Die Studien Elshami 2023, Lee 2019 und Shaw 2013 machten keine Angaben zu Häufigkeiten zu den Resektionsverfahren. Alle Studien beinhalten Angaben zu Komorbiditäten. Die Grunderkrankungen der Patientinnen und Patienten wurden in 8 Studien angegeben. Aber nur die Studien Elshami 2023, Gani 2017, Hoerger 2023, Krautz 2020, Lee 2019, Shaw 2013 und Uttinger 2022 gaben die Häufigkeitsverteilungen für die einzelnen Diagnosen an.

Die Charakteristika der Studienpopulation finden sich in Anhang B, Tabelle 17.

5.3 Bewertung der internen Validität der Studien

Die Bewertung der internen Validität der Studien ist in Tabelle 6 dargestellt, Details der methodischen Studienbewertung werden in Anhang E, Tabelle 19 dargestellt. Tabelle 7 zeigt eine Übersicht über die relevanten Kovariablen auf Ebene der Patientinnen und Patienten sowie der Ärztin oder des Arztes und des KH, für die in der jeweiligen Studie eine Adjustierung erfolgte.

Für die Studie Krautz 2020 wurde die interne Validität mit mäßig bewertet, alle anderen Studien wiesen eine niedrige interne Validität auf.

Tabelle 6: Interne Validität der Studien

Studie	Datenqualität	Statistische Modellierung	Publikationsqualität	Sonstige Aspekte	Interne Validität der Studie ^a
Buettner 2016	niedrig	niedrig	mäßig	nein	niedrig
Elshami 2023	niedrig	mäßig	hoch	nein	niedrig
Gani 2017	niedrig	hoch	mäßig	nein	niedrig
Hashimoto 2017	niedrig	mäßig	mäßig	nein	niedrig
Hoerger 2023	niedrig	mäßig	mäßig	nein	niedrig
Krautz 2020	hoch	hoch	mäßig	nein	mäßig
Lee 2019	niedrig	mäßig	mäßig	nein	niedrig
Shaw 2013	niedrig	niedrig	mäßig	nein	niedrig
Uttinger 2022	niedrig	niedrig	mäßig	nein	niedrig
Zaydfudim 2018	mäßig	mäßig	niedrig	nein	niedrig

a. Die Gesamtbewertung beruht maßgeblich auf der Datenqualität und der statistischen Modellierung (siehe auch Anhang E).

Tabelle 7: Kovariablen, für die eine Adjustierung erfolgte (mehrsseitige Tabelle)

Studie	Ebene der Adjustierung für Kovariablen																												
	Patientin / Patient																			Ärztin / Arzt		KH							
	Soziodemografisch						Gesundheitszustand		Indikation						Merkmale der Operation							Ausbildung / berufliche Laufbahn	LM	LM	Art des KH	Akademischer Status			
Alter	Geschlecht	Abstammung	Sozioökonomischer Status	Kostenträger / Art der Versicherung	Entfernung zum Krankenhaus	Morbidität	Gesundheitszustand / -verhalten	Schweregrad der Erkrankung	Jahr der Diagnose	Hauptdiagnose	Indikation für Operation	Dringlichkeit	Tumorstadium	Begleitbehandlungen	Jahr der Operation	Art des Resektionsverfahrens	Operationstechnik	Beurteilung des Resektionsrandes	Postoperative Komplikationen										
Büttner 2016	●	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	-	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	● ^a
Elshami 2023	●	●	●	●	●	●	-	-	●	-	-	-	●	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gani 2017	●	●	-	●	●	-	●	-	-	-	●	-	-	-	●	●	●	-	-	● ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hashimoto 2017	●	●	●	-	●	-	●	-	-	●	-	-	-	-	●	●	-	-	-	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-
Hoerger 2023	●	●	●	●	●	●	-	-	●	-	-	-	● ^b	● ^c	-	-	-	-	● ^d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krautz 2020	●	●	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lee 2019	●	●	●	-	●	●	-	-	-	-	-	-	-	●	● ^d	-	-	-	● ^d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Shaw 2013	●	●	●	-	●	-	-	-	●	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	● ^e	● ^e	-	-	-	-	-
Uttinger 2022	●	●	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zaydfudim 2018	●	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7: Kovariablen, für die eine Adjustierung erfolgte (mehreseitige Tabelle)

Studie	Ebene der Adjustierung für Kovariablen																							
	Patientin / Patient																Ärztin / Arzt		KH					
	Soziodemografisch						Gesundheitszustand		Indikation						Merkmale der Operation						Ausbildung / berufliche Laufbahn	LM	LM	Art des KH
Alter	Geschlecht	Abstammung	Sozioökonomischer Status	Kostenträger / Art der Versicherung	Entfernung zum Krankenhaus	Morbidität	Gesundheitszustand / -verhalten	Schweregrad der Erkrankung	Jahr der Diagnose	Hauptdiagnose	Indikation für Operation	Dringlichkeit	Tumorstadium	Begleitbehandlungen	Jahr der Operation	Art des Resektionsverfahrens	Operationstechnik	Beurteilung des Resektionsrandes	Postoperative Komplikationen					

●: Für diesen Faktor wurde bei der Studienauswertung adjustiert.
 –: Die Studien enthalten zu diesem Faktor keine Daten.
 a. nur für Versterben im Krankenhaus
 b. pathologic t-stage nur für Gesamtüberleben, pathologic n-stage nur für Gesamtüberleben bei ICC
 c. nur für Gesamtüberleben bei ICC
 d. nur für Gesamtüberleben
 e. LM pro Ärztin / Arzt und LM pro KH sind gemeinsam im Modell.
 ICC: intrahepatisches Cholangiokarzinom; KH: Krankenhaus; LM: Leistungsmenge

5.4 Übersicht über die bewertungsrelevanten Zielgrößen

Tabelle 8 gibt eine Übersicht über die verfügbaren Daten zu den relevanten Zielgrößen aus den eingeschlossenen Studien.

Tabelle 8: Matrix der bewertungsrelevanten Zielgrößen

Studie	Zielgrößen								
	Mortalität					Morbidität	Gesundheitsbezogene Lebensqualität (Instrument)	Weitere	
	Langfristig	Kurzfristig			Failure to rescue	Postoperative Komplikationen		KH-Aufenthaltsdauer	Wiedereinweisung
	Gesamt mortalität / Gesamtüberleben	Versterben im KH	30-Tage-Mortalität	90-Tage-Mortalität					
LM auf Krankenhausebene									
Buettner 2016	–	●	–	–	●	–	–	–	–
Elshami 2023	●	–	●	●	–	–	–	●	●
Gani 2017	–	●	–	–	○	●	–	–	–
Hoerger 2023	●	–	●	●	–	–	–	●	●
Krautz 2020	–	●	–	–	○	○	–	○	–
Lee 2019	●	–	●	●	–	–	–	●	●
Shaw 2013	–	●	–	–	–	●	–	–	●
Uttinger 2022	–	●	–	–	○	○	–	○	–
Zaydfudim 2018	–	●	–	–	–	–	–	–	–
LM auf Arzteebe									
Buettner 2016	–	●	–	–	●	–	–	–	–
Hashimoto 2017	–	●	–	–	–	–	–	–	–
Shaw 2013	–	●	–	–	–	●	–	–	●
<p>●: Daten wurden berichtet und waren verwertbar. ○: Daten wurden berichtet, waren aber für die Bewertung nicht verwertbar. –: Es wurden keine Daten berichtet (keine weiteren Angaben) / Die Zielgröße wurde nicht erhoben. KH: Krankenhaus; LM: Leistungsmenge</p>									

5.5 Ergebnisse zu relevanten Zielgrößen

Für die Ableitung eines Zusammenhangs zwischen LM und Qualität des Behandlungsergebnisses bei Major-Leberresektion wird ausschließlich auf adjustierte Studienergebnisse zurückgegriffen (siehe Tabelle 7). Nicht adjustierte Ergebnisse, z. B. Häufigkeitsverteilungen, werden in den Ergebnistabellen nur dargestellt, wenn für die entsprechende Publikation auch adjustierte Ergebnisse für dieselbe Zielgröße vorlagen. Für die Zielgrößen Versterben im KH, Failure to rescue, postoperative Komplikationen und Wiedereinweisung wurde die LM sowohl

auf der KH-Ebene als auch auf Arztebene untersucht. Für die gesundheitsbezogene Lebensqualität lagen in keiner Studie Ergebnisse vor.

5.5.1 Mortalität

5.5.1.1 Langfristige Mortalität (Gesamtmortalität / Gesamtüberleben)

3 von 10 eingeschlossenen Studien (Elshami 2023, Hoerger 2023, Lee 2019) berichteten Ergebnisse für die Zielgröße Gesamtüberleben (siehe Tabelle 9). Alle 3 Studien wiesen eine niedrige interne Validität auf. In Anhang F werden die Ergebnisse zu der Zielgröße Gesamtüberleben als Forest Plot dargestellt.

Ergebnisse auf KH-Ebene

Major-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Major-Leberresektion für die Zielgröße Gesamtüberleben auf KH-Ebene.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße Gesamtüberleben auf KH-Ebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

1 der 3 Studien (Hoerger 2023) berichtet statistisch signifikante Ergebnisse zugunsten höherer LM. Dabei gibt die Studie mehrere binäre Vergleiche mit Trennwert entsprechend des 10. / 25. / 50. / 75. Perzentils an. Für die Resektion bei hepatozellulärem Karzinom konnten, mit Ausnahme des Vergleichs für das 75. Perzentil (niedrig: < 46 ; hoch: ≥ 46), durchgehend statistisch signifikante Unterschiede zugunsten der höheren LM festgestellt werden. Die Ergebnisse für die Resektion bei intrahepatischem Cholangiokarzinom sind ausschließlich für den Vergleich des 10. Perzentils (niedrig: < 2 ; hoch: ≥ 2) statistisch signifikant zugunsten der höheren LM. In der Gesamtbetrachtung dieser Analysen der Studie Hoerger 2023 zeigt sich daher ein Zusammenhang zugunsten höherer LM.

Die beiden anderen Studien (Elshami 2023 und Lee 2019) berichten keine signifikanten Ergebnisse, wobei die Schätzer jeweils keine Tendenz zeigen und dem Ergebnis der Studie Hoerger 2023 nicht widersprechen.

Insgesamt wurde für Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, für die Zielgröße langfristige Mortalität ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 3 Studien mit niedriger interner Validität beruht.

Tabelle 9: Ergebnisse – Mortalität (Gesamtüberleben) (mehreseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Medianes Überleben [Monate]	Adjustiertes HR [95 %-KI]; p-Wert	
Elshami 2023 ★	Gesamtüberleben	LM pro KH und Jahr	2471		kategoriale Analyse	
		niedrig: < 7	2321	32,0	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 7	150	41,2	0,99 [0,81; 1,20]; 0,89	
Hoerger 2023 ★	Gesamtüberleben: Zeit ab Diagnose bis Versterben oder letzter Nachuntersuchung	LM pro KH und Jahr	17 833		kategoriale Analyse	
		Hepatozelluläres Karzinom (HCC)				
		Mehrere Aufteilungen gemäß dem 10. / 25. / 50. / 75. Perzentil				
		niedrig: < 2 (10. Perzentil)	k. A.	k. A.	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 2 (10. Perzentil)	k. A.	k. A.	0,83 [0,74; 0,91]; < 0,001	
		niedrig: < 7 (25. Perzentil)	k. A.	k. A.	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 7 (25. Perzentil)	k. A.	k. A.	0,82 [0,75; 0,91]; < 0,001	
		niedrig: < 26 (50. Perzentil)	k. A.	k. A.	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 26 (50. Perzentil)	k. A.	k. A.	0,83 [0,74; 0,93]; 0,002	
		niedrig: < 46 (75. Perzentil)	10 489	44,8	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 46 (75. Perzentil)	2577	57,3	0,84 [0,69; 1,01]; 0,061	
		Intrahepatisches Cholangiokarzinom (ICC)				
		Mehrere Aufteilungen gemäß dem 10. / 25. / 50. / 75. Perzentil				
		niedrig: < 2 (10. Perzentil)	k. A.	k. A.	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 2 (10. Perzentil)	k. A.	k. A.	0,86 [0,77; 0,97]; 0,013	
niedrig: < 7 (25. Perzentil)	k. A.	k. A.	Referenzkategorie			
hoch: ≥ 7 (25. Perzentil)	k. A.	k. A.	0,95 [0,86; 1,07]; 0,390			
niedrig: < 26 (50. Perzentil)	k. A.	k. A.	Referenzkategorie			
hoch: ≥ 26 (50. Perzentil)	k. A.	k. A.	0,91 [0,81; 1,03]; 0,132			
niedrig: < 46 (75. Perzentil)	3717	30,5	Referenzkategorie			
hoch: ≥ 46 (75. Perzentil)	1050	36,1	0,93 [0,78; 1,11]; 0,428			

Tabelle 9: Ergebnisse – Mortalität (Gesamtüberleben) (mehrsseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Medianes Überleben [Monate]	Adjustiertes HR [95 %-KI]; p-Wert
Lee 2019 ★	1 Jahr Gesamtüberleben: Monate ab Diagnose bis Versterben	LM pro KH und Jahr niedrig: < 11 hoch: ≥ 11	2256 k. A. k. A.	n (%) k. A. (76,8) k. A. (81,7)	kategoriale Analyse Referenzkategorie 0,95 [0,79; 1,14]; 0,59
<p>★: niedrige interne Validität ★★: mäßige interne Validität ★★★: hohe interne Validität</p> <p>HCC: hepatozelluläres Karzinom; ICC: intrahepatisches Cholangiokarzinom; k. A.: keine Angabe; HR: Hazard Ratio; KH: Krankenhaus; KI: Konfidenzintervall; LM: Leistungsmenge; N: Anzahl der ausgewerteten Patientinnen und Patienten; n: Anzahl der Patientinnen und Patienten mit einem Ereignis</p>					

5.5.1.2 Kurzfristige Mortalität (Versterben im KH)

7 von 10 eingeschlossenen Studien (Buettner 2016, Gani 2017, Hashimoto 2017, Krautz 2020, Shaw 2013, Uttinger 2022, Zaydfudim 2018) berichteten Ergebnisse für die Zielgröße Versterben im KH (siehe Tabelle 10). Eine Studie (Krautz 2020) wies eine mäßige und 6 Studien wiesen eine niedrige interne Validität auf. In Anhang G werden die Ergebnisse zu der Zielgröße kurzfristige Mortalität (Versterben im KH) als Forest Plot dargestellt.

Ergebnisse auf KH-Ebene

Major-Leberresektion

Für die Major-Leberresektionen konnte in der Studie Krautz 2020 für die Vergleiche von sehr niedriger LM (Referenzkategorie) mit mittlerer, hoher und sehr hoher LM jeweils statistisch signifikante Unterschiede zugunsten der jeweils höheren LM gezeigt werden.

Für die Studie Zaydfudim 2018 wurden zwar Effektschätzer vonseiten der Studienautorinnen und -autoren angegeben, diese wurden in dem vorliegenden Bericht jedoch nicht abgebildet, da sie für die unterschiedlichen Erhöhungen der LM in der kontinuierlichen Analyse inkonsistent erschienen. Insgesamt sprachen die Studienautorinnen und -autoren aber von einem nicht signifikanten Einfluss der LM auf das Versterben im KH.

Spezifisch für die Major-Leberresektion zeigte sich für die Zielgröße Versterben im KH ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM auf Basis von 1 Studie mit mäßiger und 1 Studie mit niedriger interner Validität.

Minor-Leberresektion

Die Studie Krautz 2020 zeigte für die Minor-Leberresektionen statistisch signifikante Unterschiede zugunsten der sehr hohen LM und der niedrigen LM im Vergleich zur sehr niedrigen LM (Referenzkategorie).

Für die Zielgröße Versterben im KH wurde für die Minor-Leberresektion ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 1 Studie mit mäßiger interner Validität beruht.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

In der Studie Buettner 2016 zeigt sich für den Vergleich niedrige LM vs. hohe LM (Referenzkategorie) ein statistisch signifikanter Unterschied zugunsten der hohen LM.

Die Studie Gani 2017 zeigte sowohl für die Vergleiche mittlere und hohe LM versus niedrige LM (Referenzkategorie) statistisch signifikante Unterschiede zugunsten der hohen LM.

Die Studie Shaw 2013 führte zwar 3 LM-Kategorien an, stellte jedoch lediglich für den Vergleich niedrige (Referenzkategorie) vs. hohe LM Ergebnisse dar, die einen statistisch signifikanten Unterschied ebenfalls zugunsten der hohen LM zeigten.

In der Studie Uttinger 2022 konnte kein signifikanter Unterschied gezeigt werden, wobei die Schätzung die anderen Ergebnisse nicht infrage stellt.

Für die Zielgröße Versterben im KH wurde für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 4 Studien mit niedriger interner Validität beruht.

Ergebnisse auf Arzzebene

Major-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Major-Leberresektion für die Zielgröße Versterben im KH auf Arzzebene.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße Versterben im KH auf Arzzebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Auch für die LM auf Arzzebene konnte die Studie Buettner 2016 für alle Vergleiche mit der hohen LM-Kategorie (Referenzkategorie) einen statistisch signifikanten Unterschied zugunsten der hohen LM zeigen.

Die Studie Shaw 2013 führte für die Arzzebene 3 LM-Kategorien an, stellte jedoch lediglich für den Vergleich niedrige (Referenzkategorie) versus hohe LM Ergebnisse dar, die einen statistisch signifikanten Unterschied ebenfalls zugunsten der hohen LM zeigten.

In der Studie Hashimoto 2017 konnte mit einer kontinuierlichen Analyse der LM kein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

Für die Zielgröße Versterben im KH wurde für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, ein Zusammenhang zwischen der LM pro Ärztin oder Arzt und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 3 Studien mit niedriger interner Validität beruht.

Tabelle 10: Ergebnisse – Mortalität (Versterben im Krankenhaus) (mehrsseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Mortalität, roh n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert	
Buettner 2016 ★	Versterben im KH	LM pro KH und Jahr	5075	162 ^a (3,2)	kategorielle Analyse	
		niedrig: ≤ 11	1824	82 ^a (4,5) ^b	1,82 [1,00; 3,30]; 0,049	
		mittel: > 11 bis < 45	1568	50 ^a (3,2) ^b	1,49 [0,81; 2,74]; 0,196	
		hoch: ≥ 46	1683	30 ^a (1,8) ^b	Referenzkategorie	
		LM pro Ärztin oder Arzt und Jahr				
		niedrig: ≤ 4	1722 ^a	81 ^a (4,7) ^b	3,04 [1,63; 5,59]; < 0,001	
		mittel: > 4 bis < 16	1720 ^a	58 ^a (3,4) ^b	2,34 [1,26; 4,32]; 0,007	
hoch: ≥ 16	1633 ^a	23 ^a (1,4) ^b	Referenzkategorie			
Gani 2017 ★	Versterben im KH: Versterben ab der Indexeinweisung	LM pro KH und Jahr	14 296	421 (3,0)	kategorielle Analyse	
		niedrig: < 12	4341	167 (3,9)	Referenzkategorie	
		mittel: 12–45	4608	134 (2,9)	0,78 [0,61; 0,99]; 0,044	
		hoch: > 45	5347	120 (2,2)	0,68 [0,51; 0,92]; 0,011	
Hashimoto 2017 ★	Versterben im KH: Versterben ab der Indexeinweisung	LM pro Ärztin oder Arzt und Jahr pro Anstieg um 10 Fälle pro Jahr	13 467	316 ^a (2,4)	kontinuierliche Analyse 0,94 [0,85; 1,05]; 0,259	
Krautz 2020 ★★	Versterben im KH: Versterben vor Entlassung	LM pro KH und Jahr	31 114	2334 ^a (7,5)	kategorielle Analyse	
		sehr niedrig: 1–10	9734	659 ^a (25,1) ^a	k. A.	
		niedrig: 11–20	4953	332 ^a (24,2) ^a	k. A.	
		mittel: 21–40	4648	325 ^a (25,6) ^a	k. A.	
		hoch: 41–100	6555	481 ^a (23,8) ^a	k. A.	
		sehr hoch: > 100	5224	394 ^a (21,9) ^a	k. A.	

Tabelle 10: Ergebnisse – Mortalität (Versterben im Krankenhaus) (mehreseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Mortalität, roh n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert
Krautz 2020 ★★	Versterben im KH: Versterben vor Entlassung	Minor-Leberresektion^c			
		sehr niedrig: 1–10	5526	247 (4,5)	Referenzkategorie
		niedrig: 11–20	2473	82 (3,3)	0,70 [0,5; 0,9]; k. A.
		mittel: 21–40	2002	60 (3,0)	0,69 [0,46; 1,05]; k. A. ^d
		hoch: 41–100	2156	93 (4,3)	0,79 [0,58; 1,07]; k. A. ^d
		sehr hoch: > 100	1684	57 (3,4)	0,68 [0,5; 0,9]; k. A.
		multiple Segmentresektion			
		sehr niedrig: 1–10	3308	151 (4,6)	k. A.
		niedrig: 11–20	1517	53 (3,5)	k. A.
		mittel: 21–40	1186	34 (2,9)	k. A.
		hoch: 41–100	1272	63 (5,0)	k. A.
		sehr hoch: > 100	1035	38 (3,7)	k. A.
		Bisegmentektomie			
		sehr niedrig: 1–10	2218	96 (4,3)	k. A.
		niedrig: 11–20	956	29 (3,0)	k. A.
		mittel: 21–40	816	26 (3,2)	k. A.
		hoch: 41–100	884	30 (3,4)	k. A.
		sehr hoch: > 100	649	19 (2,9)	k. A.
		Major-Leberresektion^d			
		sehr niedrig: 1–10	1684	488 (29,0)	Referenzkategorie
		niedrig: 11–20	2480	269 (10,8)	0,83 [0,67; 1,01]; k. A. ^b
		mittel: 21–40	2646	274 (10,4)	0,73 [0,6; 0,9]; k. A.
		hoch: 41–100	4399	406 (9,2)	0,65 [0,5; 0,8]; k. A.
sehr hoch: > 100	3540	755 (21,3)	0,59 [0,4; 0,9]; k. A.		

Tabelle 10: Ergebnisse – Mortalität (Versterben im Krankenhaus) (mehreseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Mortalität, roh n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert	
Krautz 2020 ★★	Versterben im KH: Versterben vor Entlassung	Trisektorektomie				
		sehr niedrig: 1–10	463	87 (18,8)	k. A.	
		niedrig: 11–20	393	77 (19,6)	k. A.	
		mittel: 21–40	515	83 (16,1)	k. A.	
		hoch: 41–100	989	144 (14,6)	k. A.	
		sehr hoch: > 100	926	138 (14,9)	k. A.	
		Hemihepatektomie				
		sehr niedrig: 1–10	3745	401 (10,7)	k. A.	
		niedrig: 11–20	2087	192 (9,2)	k. A.	
		mittel: 21–40	2131	191 (9,0)	k. A.	
hoch: 41–100	3410	262 (7,7)	k. A.			
sehr hoch: > 100	2614	211 (8,1)	k. A.			
Shaw 2013 ★	Versterben im KH: Überleben ab der Indexeinweisung	LM pro KH und Jahr	8962	k. A.	k. A.	kategorielle Analyse
		niedrig: < 40	k. A.	k. A.	(6)	Referenzkategorie
		mittel: 40–100	k. A.	k. A.	(4)	k. A.
		hoch: > 100	k. A.	k. A.	(2)	0,44 [0,13; 0,56]; k. A.
		LM pro Ärztin oder Arzt und Jahr				
		niedrig: < 12	2563 ^a	103 ^a	(4)	Referenzkategorie
		mittel: 12–38	3306 ^a	99 ^a	(3)	k. A.
hoch: > 38	3093 ^a	62 ^a	(2)	0,55 [0,33; 0,89]; k. A.		
Uttinger 2022^f ★	Versterben im KH	LM pro KH und Jahr	28 791	2094 (7,3)	kategorielle Analyse	
		niedrig: < 25	15 654	1100 (7,0)	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 25	13 137	994 (7,6)	0,87 [0,65; 1,17]; 0,351	

Tabelle 10: Ergebnisse – Mortalität (Versterben im Krankenhaus) (mehreseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Mortalität, roh n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert
Zaydfudim 2018 ★	Versterben im KH	LM pro KH und Jahr pro Anstieg um 5 Fälle pro Jahr	2750	135 (4,9)	kontinuierliche Analyse k. A. ^g
<p>a. eigene Berechnungen b. Die Zahlen werden von den Studienautorinnen / -autoren sowohl für die adjustierte als auch unadjustierte Analyse angegeben. c. Bisegmentektomie, multiple Segmentektomie d. abgelesen aus grafischer Darstellung e. Trisektorektomie, Hemihepatektomie f. Die Daten gelten für Minor- (multiple Segmentresektion, Bisegmentektomie) und Major-Leberresektion (Trisektorektomie, Hemihepatektomie). g. Die von den Studienautorinnen und -autoren dargestellten Effektschätzer für unterschiedliche Erhöhungen der LM erscheinen inkonsistent. Insgesamt zeigt sich gemäß Studienautorinnen und -autoren kein signifikanter Einfluss der KH-LM auf das Versterben im KH (p-Wert eines F-Tests p = 0,828). ★: niedrige interne Validität ★★: mäßige interne Validität ★★★: hohe interne Validität k. A.: keine Angabe; KH: Krankenhaus; KI: Konfidenzintervall; LM: Leistungsmenge; N: Anzahl der ausgewerteten Patientinnen und Patienten; n: Anzahl der Patientinnen und Patienten mit einem Ereignis; OR: Odds Ratio</p>					

5.5.1.3 Kurzfristige Mortalität (30-Tage-Mortalität)

3 von 10 eingeschlossenen Studien (Elshami 2023, Hoerger 2023, Lee 2019) berichteten Ergebnisse für die Zielgröße 30-Tage-Mortalität (siehe Tabelle 11). Alle 3 Studien wiesen eine niedrige interne Validität auf. In Anhang H werden die Ergebnisse zu der Zielgröße kurzfristige Mortalität (30-Tage-Mortalität) als Forest Plot dargestellt.

Ergebnisse auf KH-Ebene

Major-Leberresektion

Lediglich die Studie Hoerger 2023 untersucht den Zusammenhang zwischen LM und 30-Tage-Mortalität speziell für die Major-Leberresektion. Sie gibt statistisch signifikante Unterschiede zugunsten der hohen LM an.

Spezifisch für die Major-Leberresektion zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der 30-Tage-Mortalität zugunsten höherer LM auf Basis 1 Studie mit niedriger interner Validität.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße 30-Tage-Mortalität auf KH-Ebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Alle 3 Studien liefern Daten zum Zusammenhang zwischen LM und 30-Tage-Mortalität für Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen sind.

Die Studie Hoerger 2023 gibt für die Minor- und Major-Leberresektionen zusammenfassend statistisch signifikante Unterschiede zugunsten der hohen LM an (im Vergleich zur Referenzkategorie der niedrigen LM).

Die beiden anderen Studien (Elshami 2023, Lee 2019) berichten keine signifikanten Ergebnisse.

Für die Zielgröße 30-Tage-Mortalität wurde für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 3 Studien mit niedriger interner Validität beruht.

5.5.1.4 Kurzfristige Mortalität (90-Tage-Mortalität)

3 von 10 eingeschlossenen Studien (Elshami 2023, Hoerger 2023, Lee 2019) berichten Ergebnisse für die Zielgröße 90-Tage-Mortalität (siehe Tabelle 11). Alle 3 Studien wiesen eine

niedrige interne Validität auf. In Anhang I werden die Ergebnisse zu der Zielgröße kurzfristige Mortalität (90-Tage-Mortalität) als Forest Plot dargestellt.

Ergebnisse auf KH-Ebene

Major-Leberresektion

Die Studie Hoerger 2023 ist die einzige Studie, die Daten zum Zusammenhang zwischen LM und 90-Tage-Mortalität speziell für die Major-Leberresektion berichtet. Sie stellt mehrere binäre Vergleiche mit Trennwert entsprechend des 10. / 25. / 50. / 75. / 90. Perzentils dar. Die Ergebnisse für die Major-Leberresektion sind ausschließlich für den Vergleich des 75. Perzentils (niedrig: < 46 ; hoch: ≥ 46) statistisch signifikant zugunsten der höheren LM.

Spezifisch für die Major-Leberresektion zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der 90-Tage-Mortalität zugunsten höherer LM auf Basis 1 Studie mit niedriger interner Validität.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße 90-Tage-Mortalität auf KH-Ebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

2 der 3 Studien (Elshami 2023, Hoerger 2023) berichten statistisch signifikante Ergebnisse zugunsten höherer LM.

Dabei gibt die Studie Hoerger 2023 mehrere binäre Vergleiche mit Trennwert entsprechend des 10. / 25. / 50. / 75. / 90. Perzentils an und stellt Analysen für die Minor- und Major-Resektionen zusammen dar. Für die gemeinsame Betrachtung der Minor- und Major-Resektionen konnten, mit Ausnahme des Vergleichs für das 90. Perzentil, durchgehend statistisch signifikante Unterschiede zugunsten der höheren LM festgestellt werden. Empirisch weist der Vergleich für das 90. Perzentil ebenfalls auf einen Vorteil für die höhere LM hin.

Die Studie Elshami 2023 zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen KH mit niedriger LM (Referenzkategorie) und KH mit hoher LM zugunsten der KH mit höherer LM.

In der Studie Lee 2019 zeigt sich eine Tendenz zugunsten der hohen LM gegenüber der niedrigen LM, welche allerdings nicht statistisch signifikant ist.

Insgesamt wurde für die Zielgröße 90-Tage-Mortalität für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der 90-Tage-Mortalität zugunsten höherer LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 3 Studien mit niedriger interner Validität beruht.

Tabelle 11: Ergebnisse – Mortalität (kurzfristige Mortalität) (mehrsseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Mortalität roh n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert	
Elshami 2023 ★	90-Tage-Mortalität	LM pro KH und Jahr	2471	239 (9,7)	kategorielle Analyse	
		niedrig: < 7	2321	230 (9,9)	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 7	150	9 (6,0)	0,66 [0,49; 0,87]; 0,004	
	30-Tage-Mortalität	niedrig: < 7	2321	143 (5,8)	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 7	150	135 (5,8)	1,18 [0,86; 1,62]; 0,31	
				8 (5,3)		
Hoerger 2023 ★	90-Tage-postoperative Mortalität	LM pro KH und Jahr	17 833		kategorielle Analyse	
		Minor- und Major-Leberresektion				
		Mehrere Aufteilungen gemäß dem 10. / 25. / 50. / 75. / 90. Perzentil		1472 (9,1)		
		niedrig: < 2 (10. Perzentil)	k. A.	k. A.		Referenzkategorie
		hoch: ≥ 2 (10. Perzentil)	k. A.	k. A.		0,82 [0,67; 0,99]; k. A.
		niedrig: < 7 (25. Perzentil)	k. A.	k. A.		Referenzkategorie
		hoch: ≥ 7 (25. Perzentil)	k. A.	k. A.		0,72 [0,62; 0,84]; k. A.
		niedrig: < 26 (50. Perzentil)	k. A.	k. A.		Referenzkategorie
		hoch: ≥ 26 (50. Perzentil)	k. A.	k. A.		0,75 [0,63; 0,89]; k. A.
		niedrig: < 46 (75. Perzentil)	14 206	1251 (9,7)		Referenzkategorie
		hoch: ≥ 46 (75. Perzentil)	3627	221 (6,6)		0,67 [0,52; 0,87]; 0,003
		niedrig: < 59 (90. Perzentil)	k. A.	k. A.		Referenzkategorie
		hoch: ≥ 59 (90. Perzentil)	k. A.	k. A.		0,75 [0,47; 1,23]; k. A.
		30-Tage-postoperative Mortalität	niedrig: < 46	14 206	811 (5,0)	
hoch: ≥ 46	3627		707 (5,5)	104 (3,1)	0,55 [0,42; 0,73]; < 0,001	

Tabelle 11: Ergebnisse – Mortalität (kurzfristige Mortalität) (mehrsseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Mortalität roh n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert	
Hoerger 2023 ★	90-Tage-postoperative Mortalität	Major-Leberresektion				
		Mehrere Aufteilungen gemäß dem 10. / 25. / 50. / 75. / 90. Perzentil		744	(10,8)	
		niedrig: < 2 (10. Perzentil)	k. A.	k. A.		Referenzkategorie
		hoch: ≥ 2 (10. Perzentil)	k. A.	k. A.		0,79 [0,6; 1,05]; k. A.
		niedrig: < 7 (25. Perzentil)	k. A.	k. A.		Referenzkategorie
		hoch: ≥ 7 (25. Perzentil)	k. A.	k. A.		0,82 [0,68; 1,01]; k. A.
		niedrig: < 26 (50. Perzentil)	k. A.	k. A.		Referenzkategorie
		hoch: ≥ 26 (50. Perzentil)	k. A.	k. A.		0,82 [0,68; 1]; k. A.
		niedrig: < 46 (75. Perzentil)	5929	628	(11,6)	Referenzkategorie
		hoch: ≥ 46 (75. Perzentil)	1599	116	(7,9)	0,62 [0,49; 0,80]; < 0,001
30-Tage-postoperative Mortalität	niedrig: < 59 (90. Perzentil)	k. A.	k. A.		Referenzkategorie	
	hoch: ≥ 59 (90. Perzentil)	k. A.	k. A.		0,71 [0,5; 1,01]; k. A.	
	niedrig: < 46	5929	362	(6,1)	Referenzkategorie	
	hoch: ≥ 46	1599	58	(3,9)	0,58 [0,41; 0,75]; < 0,001	
Lee 2019 ★	90-Tage-Mortalität	LM pro KH und Jahr	2256		kategorielle Analyse	
		niedrig: < 11	k. A.	162 ^a	k. A.	
	hoch: ≥ 11	k. A.	92	(10,5)	Referenzkategorie	
	30-Tage-Mortalität	niedrig: < 11	k. A.	70	(7,7)	0,68 [0,46; 1,01]; 0,06
		hoch: ≥ 11	k. A.	85 ^a	k. A.	
niedrig: < 11		k. A.	52	(5,9)	Referenzkategorie	
hoch: ≥ 11	k. A.	33	(3,6)	0,68 [0,40; 1,16]; 0,16		

Tabelle 11: Ergebnisse – Mortalität (kurzfristige Mortalität) (mehrsseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Mortalität roh n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert
<p>a. eigene Berechnungen</p> <p>★: niedrige interne Validität</p> <p>★★: mäßige interne Validität</p> <p>★★★: hohe interne Validität</p> <p>k. A.: keine Angabe; KH: Krankenhaus; KI: Konfidenzintervall; LM: Leistungsmenge; N: Anzahl der ausgewerteten Patientinnen und Patienten; n: Anzahl der Patientinnen und Patienten mit einem Ereignis; OR: Odds Ratio</p>					

5.5.1.5 Failure to rescue

1 von 10 eingeschlossenen Studien (Buettner 2016) berichtete verwertbare Ergebnisse für die Zielgröße Failure to rescue (siehe Tabelle 12). Failure to rescue wurde definiert als Versterben aufgrund ≥ 1 aufgetretenen postoperativen Komplikationen. Die Studie Buettner 2016 wies eine niedrige interne Validität auf.

Ergebnisse auf KH-Ebene

Major-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Major-Leberresektion für die Zielgröße Failure to rescue auf KH-Ebene.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße Failure to rescue auf KH-Ebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Die Studie Buettner 2016 berichtet für die LM auf KH-Ebene keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

Da keine statistisch signifikanten Ergebnisse für die Zielgröße Failure to rescue für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, auf KH-Ebene vorlagen, konnte kein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und Failure to rescue abgeleitet werden.

Ergebnisse auf Arztebene

Major-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Major-Leberresektion für die Zielgröße Failure to rescue auf Arztebene.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße Failure to rescue auf Arztebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Lediglich für die LM auf Arztebene stellt die Studie Buettner 2016 einen statistisch signifikanten Unterschied zugunsten einer hohen LM für beide Vergleiche (hohe LM versus niedrige LM; hohe LM versus mittlere LM) dar.

Für die Zielgröße Failure to rescue wurde für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, ein Zusammenhang zwischen der LM pro Ärztin

oder Arzt und Failure to rescue zugunsten höherer LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 1 Studie mit niedriger interner Validität beruht.

Tabelle 12: Ergebnisse – Mortalität (Failure to rescue)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Versterben aufgrund einer Komplikation, roh n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert
Buettner 2016 ★	Failure to rescue:		1604 ^a	130 ^a (8,1)	kategorielle Analyse
	Versterben aufgrund ≥ 1 postoperativen Komplikation:	LM pro KH:	657 ^a	68 ^a (10,3)	1,73 [0,94; 3,21]; 0,079
	Lungenödem, respiratorische Insuffizienz, Pneumonie, Myokardinfarkt, Infektion der Operationsstelle, Venenthrombose, akutes Nierenversagen, gastrointestinale Blutungen	niedrig: ≤ 11	483 ^a	43 ^a (9,0)	1,49 [0,79; 2,84]; 0,222
		mittel: > 11 bis < 45	481 ^a	25 ^a (5,2)	Referenzkategorie
		hoch: ≥ 46	608 ^a	67 ^a (11,1)	3,49 [1,91; 6,39]; < 0,001
		LM pro Ärztin oder Arzt:	557 ^a	51 ^a (9,1)	2,71 [1,46; 5,01]; 0,002
		niedrig: ≤ 4	438 ^a	18 ^a (4,1)	Referenzkategorie
		mittel: > 4 bis < 16			
		hoch: ≥ 16			
a. eigene Berechnungen ★: niedrige interne Validität ★★: mäßige interne Validität ★★★: hohe interne Validität KH: Krankenhaus; KI: Konfidenzintervall; LM: Leistungsmenge; N: Anzahl der ausgewerteten Patientinnen und Patienten mit Komplikation; n: Anzahl der Patientinnen und Patienten mit einem Ereignis; OR: Odds Ratio					

5.5.2 Morbidität

5.5.2.1 Postoperative Komplikationen

2 von 10 eingeschlossenen Studien (Gani 2017, Shaw 2013) berichteten verwertbare Ergebnisse für die Zielgröße postoperative Komplikationen (siehe Tabelle 13). Beide Studien wiesen eine niedrige interne Validität auf. In Anhang J werden die Ergebnisse zu der Zielgröße postoperative Komplikationen als Forest Plot dargestellt.

Ergebnisse auf KH-Ebene

Major-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Major-Leberresektion für die Zielgröße postoperative Komplikationen auf KH-Ebene.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße postoperative Komplikationen auf KH-Ebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Beide Studien zeigen statistisch signifikante Unterschiede zugunsten einer höheren Leistungsmenge. Die Studie Shaw 2013 gibt 3 LM-Kategorien an, stellt allerdings nur für den Vergleich niedrige LM (Referenzkategorie) mit hoher LM ein Ergebnis dar.

Für die Zielgröße postoperative Komplikationen wurde ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten einer höheren LM für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 2 Studien mit niedriger interner Validität beruht.

Ergebnisse auf Arztebene

Major-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Major-Leberresektion für die Zielgröße postoperative Komplikationen auf Arztebene.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße postoperative Komplikationen auf Arztebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Auch für die Ergebnisse auf Arztebene berichtet die Studie Shaw 2013 Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen LM und dem Auftreten von postoperativen Komplikationen. Sie

berichtet ein statistisch signifikantes Ergebnis zugunsten einer höheren LM für den Vergleich niedrige LM (Referenzkategorie) mit hoher LM. Für die Analyse niedrige LM im Vergleich zur mittleren LM werden auch hier keine Ergebnisse in dieser Studie berichtet.

Für die Zielgröße postoperative Komplikationen wurde für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, ein Zusammenhang zwischen der LM pro Ärztin oder Arzt und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten einer höheren LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 1 Studie mit niedriger interner Validität beruht.

Tabelle 13: Ergebnisse – Morbidität (postoperative Komplikationen) (mehrseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	postoperative Komplikationen, roh n (%)		Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert
Gani 2017 ★	postoperative Morbidität Auftreten postoperativer Komplikationen: Atemstillstand, Pneumonie, akuter Myokardinfarkt, Herzstillstand, akutes Nierenversagen, Sepsis; Schlaganfall, Venenthrombose, gastrointestinale Blutungen, Infektion der Operationsstelle	LM pro KH und Jahr niedrig: < 12 mittel: 12–45 hoch: > 45	14 296 4341 4608 5347	4164 1402 1347 1415	(29,1) (32,3) (29,2) (26,5)	kategorielle Analyse Referenzkategorie 0,83 [0,74; 0,94]; 0,003 0,71 [0,59; 0,86]; < 0,001
Shaw 2013 ★	perioperative Morbidität Morbidität wurde definiert als das Auftreten einer der folgenden Komplikationen in der postoperativen Phase: verfahrensbedingte Perforation und/oder Rissbildung, Wiedereröffnung der Operationsstelle, mechanische Komplikation aufgrund eines medizinischen Instruments, Implantats oder Transplantats sowie Blutungen	LM pro KH und Jahr niedrig: < 40 mittel: 40–100 hoch: > 100 LM pro Ärztin oder Arzt und Jahr niedrig: < 12 mittel: 12–38 hoch: > 38	8962 k. A. k. A. k. A. 2563 ^a 3306 ^a 3094 ^a	k. A. k. A. k. A. k. A. 231 ^a 298 ^a 217 ^a	k. A. (13) (9) (7) (9) (9) (7)	kategorielle Analyse Referenzkategorie k. A. 0,53 [0,38; 0,71]; k. A. Referenzkategorie k. A. 0,56 [0,46; 0,80]; k. A.
<p>a. eigene Berechnungen ★: niedrige interne Validität ★★: mäßige interne Validität ★★★: hohe interne Validität</p> <p>k. A.: keine Angabe; KH: Krankenhaus; KI: Konfidenzintervall; LM: Leistungsmenge; N: Anzahl der ausgewerteten Patientinnen und Patienten; n: Anzahl der Patientinnen und Patienten mit einem Ereignis; OR: Odds Ratio</p>						

5.5.3 Weitere Zielgrößen

5.5.3.1 KH-Aufenthaltsdauer

3 der 10 eingeschlossenen Studien (Elshami 2023, Hoerger 2023, Lee 2019) gaben verwertbare Ergebnisse zur Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer an (siehe Tabelle 14). Die Studie Elshami 2023 unterscheidet zwischen KH-Aufenthaltsdauer als kontinuierliche Zielgröße und KH-Aufenthaltsdauer ≥ 7 Tagen als binäre Zielgröße. Die Studie Hoerger 2023 unterscheidet zwischen KH-Aufenthaltsdauer als kontinuierliche Zielgröße und (verlängerter) KH-Aufenthaltsdauer als binäre Zielgröße, ohne diese näher zu definieren. Die Studie Lee 2019 gab Ergebnisse ausschließlich zur KH-Aufenthaltsdauer ≥ 7 Tagen an. Alle 3 Studien wiesen eine niedrige interne Validität auf. In Anhang K werden die Ergebnisse zu der Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer als Forest Plot dargestellt.

Ergebnisse auf KH-Ebene

Major-Leberresektion

Die Studie Hoerger 2023 ist die einzige Studie, die Daten zum Zusammenhang zwischen LM und der KH-Aufenthaltsdauer speziell für die Major-Leberresektion berichtet. In der Studie konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zugunsten der hohen Leistungsmenge gezeigt werden.

Da keine statistisch signifikanten Ergebnisse für die Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer auf KH-Ebene gezeigt werden konnten, konnte kein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der KH-Aufenthaltsdauer für die Major-Leberresektion abgeleitet werden.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer auf KH-Ebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Alle 3 Studien liefern Daten zum Zusammenhang zwischen LM und KH-Aufenthaltsdauer für Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen sind. Lediglich eine der 3 Studien (Elshami 2023) berichtete statistisch signifikante Ergebnisse zugunsten der hohen Leistungsmenge im Vergleich zur niedrigen LM (Referenzkategorie) für die Aufenthaltsdauer ≥ 7 Tage. Die Studien von Hoerger 2023 und von Lee 2019 zeigen hingegen nur geringe Unterschiede zwischen niedriger und hoher LM, welche nicht statistisch signifikant sind.

Für die Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer wurde für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der KH-Aufenthaltsdauer zugunsten einer höheren LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 3 Studien mit niedriger interner Validität beruht.

Tabelle 14: Ergebnisse – Krankenhausaufenthaltsdauer (mehreseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Aufenthaltsdauer [Tage], Median (IQR)		Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert
Elshami 2023 ★	Krankenhausaufenthaltsdauer (in Tagen)	LM pro KH und Jahr	2471	8,0	(6,0–13,0)	kategoriale Analyse
		niedrig: < 7	2321	8,0	(6,0–13,0)	k. A.
		hoch: ≥ 7	150	7,5	(6,0–13,0)	k. A.
	KH-Aufenthaltsdauer ≥ 7 Tage		2471	1630	(66,0)	
		niedrig: < 7	2321	1538	(66,3)	Referenzkategorie
		hoch: ≥ 7	150	92	(61,3)	0,85 [0,75; 0,97]; 0,018
Hoerger 2023 ★	Minor- und Major-Leberresektion					
	Krankenhausaufenthaltsdauer	LM pro KH und Jahr	10 305 ^a	6	(4–8)	kategoriale Analyse
		niedrig: < 46	8277	6	(4–8)	k. A.
		hoch: ≥ 46	2028	6	(4–8)	k. A.
	verlängerte KH-Aufenthaltsdauer ^b		10 305 ^a	8215	(46,1)	
		niedrig: < 46	8277	6563	(46,2)	Referenzkategorie
hoch: ≥ 46		2028	1652	(45,6)	0,99 (0,72; 1,37); 0,956	

Tabelle 14: Ergebnisse – Krankenhausaufenthaltsdauer (mehreseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Aufenthaltsdauer [Tage], Median (IQR)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert	
Hoerger 2023 ★	Krankenhausaufenthaltsdauer verlängerte KH-Aufenthaltsdauer ^b	Major-Leberresektion				
		LM pro KH und Jahr	7528	6 (5–9)	kategoriale Analyse	
		niedrig: < 46	5929	6 (5–9)	k. A.	
		hoch: ≥ 46	1599	6 (5–9)	k. A.	
				n (%)		
			7528	4034 (53,6)		
	niedrig: < 46	5929	3206 (54,1)	Referenzkategorie		
	hoch: ≥ 46	1599	828 (51,8)	0,91 [0,65; 1,28]; 0,605		
Lee 2019 ★	Krankenhausaufenthaltsdauer ≥ 7 Tage	LM pro KH und Jahr	2256	n (%)	kategoriale Analyse	
		niedrig: < 11	k. A.	607 (55,9)	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 11	k. A.	608 (57,6)	1,06 [0,76; 1,47]; 0,73	
a. eigene Berechnung b. Die Studienautorinnen / -autoren geben nicht an, wie eine verlängerte KH-Aufenthaltsdauer definiert ist. ★: niedrige interne Validität ★★: mäßige interne Validität ★★★: hohe interne Validität IQR: Interquartilsabstand; k. A.: keine Angabe; KH: Krankenhaus; KI: Konfidenzintervall; LM: Leistungsmenge; N: Anzahl der ausgewerteten Patientinnen und Patienten; n: Anzahl der Patientinnen und Patienten mit einem Ereignis; OR: Odds Ratio						

5.5.3.2 Wiedereinweisung

4 der 10 eingeschlossenen Studien (Elshami 2023, Hoerger 2023, Lee 2019, Shaw 2013) beinhalteten verwertbare Ergebnisse zur Zielgröße Wiedereinweisung innerhalb von 30 Tagen (siehe Tabelle 15). Alle 4 Studien wiesen eine niedrige interne Validität auf. In Anhang L werden die Ergebnisse zu der Zielgröße Wiedereinweisung als Forest Plot dargestellt.

Ergebnisse auf KH-Ebene

Major-Leberresektion

Die Studie Hoerger 2023 untersuchte einen potenziellen Zusammenhang zwischen LM und Wiedereinweisung speziell für die Major-Leberresektion. Sie konnte keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen einer hohen LM und einer niedrigen LM zugunsten der hohen Leistungsmenge zeigen.

Da keine statistisch signifikanten Ergebnisse für die Zielgröße Wiedereinweisung auf KH-Ebene gezeigt werden konnten, konnte kein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Wiedereinweisung für die Major-Leberresektion abgeleitet werden.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße Wiedereinweisung auf KH-Ebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Alle 4 Studien berichten Ergebnisse zu einem potenziellen Zusammenhang zwischen LM und Wiedereinweisung für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren.

Nur eine der 4 Studien (Shaw 2013) zeigte einen statistisch signifikanten Unterschied zugunsten der hohen LM im Vergleich zur niedrigen LM (Referenzkategorie). Für die mittlere LM-Kategorie stellten die Studienautorinnen und -autoren keine Ergebnisse dar.

Die Studien Elshami 2023, Hoerger 2023 und Lee 2019 zeigen keine signifikanten Unterschiede, widersprechen dem Ergebnis von Shaw 2013 nicht.

Für die Zielgröße Wiedereinweisung und für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, wurde ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten einer höheren LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 4 Studien mit niedriger interner Validität beruht.

Ergebnisse auf Arzzebene

Major-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Major-Leberresektion für die Zielgröße Wiedereinweisung auf Arzzebene.

Minor-Leberresektion

Keine der eingeschlossenen Studien berichten Ergebnisse zur Minor-Leberresektion für die Zielgröße Wiedereinweisung auf Arzzebene.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Die Studie Shaw 2013 berichtet Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen LM und Wiedereinweisung auch auf Arzzebene. Sie zeigt einen statistisch signifikanten Unterschied zugunsten der hohen LM im Vergleich zur niedrigen LM (Referenzkategorie). Für die mittlere LM-Kategorie stellten die Studienautorinnen und -autoren keine Ergebnisse dar.

Für die Zielgröße Wiedereinweisung und für die Leberresektionen, die nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen waren, wurde ein Zusammenhang zwischen der LM pro Ärztin oder Arzt und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten einer höheren LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 1 Studie mit niedriger interner Validität beruht.

Tabelle 15: Ergebnisse – Wiedereinweisung (mehreseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Wiedereinweisung, roh; n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert	
Elshami 2023 ★	Wiedereinweisung innerhalb von 30 Tagen	LM pro KH und Jahr	2471	250 (10,1)	kategorielle Analyse	
		niedrig: < 7	2321	232 (10,0)	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 7	150	18 (12,0)	1,09 [0,59; 2,01]; 0,78	
Hoerger 2023 ★	ungeplante Wiedereinweisung innerhalb von 30 Tagen	Minor- und Major-Leberresektion				
		LM pro KH und Jahr	17 833	1034 (5,8)	kategorielle Analyse	
		niedrig: < 46	14 206	816 (5,7)	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 46	3627	218 (6,0)	1,08 [0,71; 1,63]; 0,718	
		Major-Leberresektion				
		LM pro KH und Jahr	7580 ^a	470 (6,2)	kategorielle Analyse	
		niedrig: < 46	5929	373 (6,3)	Referenzkategorie	
hoch: ≥ 46	1599	97 (6,1)	0,92 [0,62; 1,39]; 0,722			
Lee 2019 ★	Wiedereinweisung innerhalb von 30 Tagen	LM pro KH und Jahr	2256	175 ^a (7,8) ^a	kategorielle Analyse	
		niedrig: < 11	k. A.	76 (7,1)	Referenzkategorie	
		hoch: ≥ 11	k. A.	99 (9,4)	1,39 [0,73; 2,65]; 0,32	
Shaw 2013 ★	Wiedereinweisung innerhalb von 30 Tagen	LM pro KH und Jahr	8962	1193 ^a (13) ^a	kategorielle Analyse	
		niedrig: < 40	k. A.	k. A. (17)	Referenzkategorie	
		mittel: 40–100	k. A.	k. A. (13)	k. A.	
		hoch: > 100	k. A.	k. A. (12)	0,73 [0,64; 0,91]; k. A.	
		LM pro Ärztin oder Arzt und Jahr				
		niedrig: < 12	2563 ^a	359 ^a (14)	Referenzkategorie	
		mittel: 12–38	3306 ^a	463 ^a (14)	k. A.	
hoch: > 38	3094 ^a	371 ^a (12)	0,69 [0,56; 0,86]; k. A.			

Tabelle 15: Ergebnisse – Wiedereinweisung (mehrseitige Tabelle)

Studie Interne Validität	Zielgröße	Angabe zur Leistungsmenge	N	Wiedereinweisung, roh; n (%)	Adjustiertes OR [95 %-KI]; p-Wert
<p>a. eigene Berechnungen</p> <p>★: niedrige interne Validität</p> <p>★★: mäßige interne Validität</p> <p>★★★: hohe interne Validität</p> <p>k. A.: keine Angabe; KH: Krankenhaus; KI: Konfidenzintervall; LM: Leistungsmenge; N: Anzahl der ausgewerteten Patientinnen und Patienten; n: Anzahl der Patientinnen und Patienten mit einem Ereignis; OR: Odds Ratio</p>					

5.5.4 Metaanalysen

Eine metaanalytische Zusammenfassung der Ergebnisse wurde für keine der berichteten Zielgrößen durchgeführt, weil die Studien zu heterogen waren.

5.6 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

Insgesamt konnten 10 Studien identifiziert werden, die den Zusammenhang zwischen der LM auf der KH- oder der Arztebene und der Qualität des Behandlungsergebnisses bei anatomischen Leberresektionen untersuchten. Für keine der im Folgenden genannten Zielgrößen wurde der Zusammenhang zwischen der LM und der Qualität des Behandlungsergebnisses auf Ebene der Kombination der LM von KH und Ärztin oder Arzt untersucht. Für 8 Zielgrößen lagen verwertbare Ergebnisse vor. Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den Zielgrößen zusammengefasst (siehe Tabelle 16).

Major-Leberresektion

Spezifisch für die Major-Leberresektion zeigte sich für die Zielgröße Versterben im KH ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM auf Basis von 1 Studie mit mäßiger und 1 Studie mit niedriger interner Validität.

Sowohl für die 30- als auch 90-Tage-Mortalität zeigte sich spezifisch für die Major-Leberresektion ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM auf Basis 1 Studie mit niedriger interner Validität.

Für die Zielgröße Wiedereinweisung lagen keine statistisch signifikanten Ergebnisse vor, sodass für diese Zielgröße kein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses abgeleitet werden konnte. Für die Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer konnte ebenfalls kein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der KH-Aufenthaltsdauer abgeleitet werden, da keine statistisch signifikanten Ergebnisse vorlagen.

Minor-Leberresektion

Für die Zielgröße Versterben im KH wurde ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 1 Studie mit mäßiger interner Validität beruht.

Nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuzuordnen

Für die Zielgröße langfristige Mortalität (Gesamtüberleben) konnte ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet werden. Das Ergebnis beruht auf 3 Studien mit niedriger interner Validität.

Für die Zielgröße Versterben im KH konnte ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet werden, auf Basis von 4 Studien mit niedriger interner Validität. Auch für die LM pro Ärztin oder Arzt konnte insgesamt für diese Zielgröße ein Zusammenhang abgeleitet werden, auf Basis von 3 Studien mit niedriger interner Validität.

Sowohl für die 30- als auch die 90-Tage-Mortalität wurde ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM identifiziert. Für die 30-Tage-Mortalität beruhte dieses Ergebnis auf 3 Studien mit niedriger interner Validität und für die 90-Tage-Mortalität lagen 3 Studien mit niedriger interner Validität zugrunde.

Für die Zielgröße Failure to rescue konnte auf KH-Ebene kein Zusammenhang zwischen LM und Qualität des Behandlungsergebnisses abgeleitet werden. Allerdings zeigte sich auf Arzzebene ein Zusammenhang zugunsten höherer LM, basierend auf 1 Studie mit niedriger interner Validität.

Für die Zielgröße postoperative Komplikationen konnten sowohl auf KH-Ebene als auch auf Arzzebene ein Zusammenhang zwischen LM und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet werden. Auf KH-Ebene basiert dieses Ergebnis auf 2 Studien mit niedriger interner Validität und auf Arzzebene auf einer Studie mit niedriger interner Validität.

Auch für die weiteren Zielgrößen KH-Aufenthaltsdauer und Wiedereinweisung konnte ein Zusammenhang zugunsten höherer LM abgeleitet werden. Für die Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer wurde auf KH-Ebene auf Basis von 3 Studien mit niedriger interner Validität ein Zusammenhang abgeleitet. Für die Zielgröße Wiedereinweisung konnte sowohl auf KH- als auch auf Arzzebene dieser Zusammenhang auf Basis von 4 bzw. 1 Studie mit niedriger interner Validität identifiziert werden.

Eine Aussage zu den Effekten von für anatomische Leberresektionen eingeführten Mindestfallzahlen auf die Qualität des Behandlungsergebnisses konnte nicht getroffen werden, weil keine aussagefähigen Studien dazu identifiziert wurden.

Tabelle 16: Zusammenfassung der Ergebnisse (mehrseitige Tabelle)

Zielgrößenkategorie	KH	Ärztin oder Arzt	Kombination	Zusammenfassung
Zielgröße Patientengruppe				
Mortalität				
Gesamtüberleben				
anatomische Leberresektion ^a	↑★	–	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH-Ebene
Versterben im KH				
Major- Leberresektion	↑★★	–	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH-Ebene
Minor- Leberresektion	↑★★	–	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH-Ebene
anatomische Leberresektion ^a	↑★	↑★	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH- und Arztebene
30-Tage-Mortalität				
Major- Leberresektion	↑★	–	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH-Ebene
anatomische Leberresektion ^a	↑★	–	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH-Ebene
90-Tage-Mortalität				
Major- Leberresektion	↑★	–	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH-Ebene
anatomische Leberresektion ^a	↑★	–	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH-Ebene
Failure to rescue				
anatomische Leberresektion ^a	↔★	↑★	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf Arztebene
Morbidität				
postoperative Komplikationen				
anatomische Leberresektion ^a	↑★	↑★	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH- und Arztebene
Weitere Zielgrößen				
KH-Aufenthaltsdauer				
Major- Leberresektion	↔★	–	–	kein Zusammenhang ableitbar
anatomische Leberresektion ^a	↑★	–	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH-Ebene

Tabelle 16: Zusammenfassung der Ergebnisse (mehrseitige Tabelle)

Zielgrößenkategorie	KH	Ärztin oder Arzt	Kombination	Zusammenfassung
Zielgröße Patientengruppe				
Wiedereinweisung				
Major- Leberresektion	↔★	–	–	kein Zusammenhang ableitbar
anatomische Leberresektion ^a	↑★	↑★	–	Zusammenhang zugunsten einer höheren LM auf KH- und Arzzebene
<p>a. Anatomische Leberresektionen, die sich nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuordnen lassen. ↔: kein Zusammenhang ableitbar ↑: Zusammenhang zugunsten höherer LM ↓: Zusammenhang zuungunsten höherer LM Validität der zugrunde liegenden Studien: ★: Ergebnis basierend auf 1 oder mehreren Studien mit niedriger interner Validität ★★: Ergebnis basierend auf 1 oder mehreren Studien mit niedriger oder mäßiger interner Validität, darunter mindestens 1 mit mäßiger interner Validität ★★★: Ergebnis basierend auf 1 oder mehreren Studien, darunter mindestens 1 mit hoher interner Validität –: keine (verwertbaren) Ergebnisse KH: Krankenhaus; LM: Leistungsmenge</p>				

6 Diskussion

Die 10 in den Rapid Report eingeschlossenen Studien berichteten adjustierte Ergebnisse, aus denen ein Zusammenhang zwischen der LM und der Behandlungsqualität zugunsten höherer LM für 8 Zielgrößen auf KH- und / oder Arzt-Ebene abgeleitet wurde. Allerdings wurde der Zusammenhang ausschließlich auf der KH- und / oder Arzt-Ebene, nicht aber für die kombinierte Ebene der LM von Ärztin oder Arzt und KH untersucht, sodass zur Letzteren keine Aussage getroffen werden kann. Auch zu den Effekten von in die Versorgung eingeführten Mindestfallzahlen wurden keine Studien identifiziert.

In den Bericht konnten 8 Studien aus den USA und 2 deutsche Studien eingeschlossen werden. Die deutschen Studien nutzten bundesweite DRG-Daten für ihre Auswertungen.

Überschneidung der Datenbasis

Einige Studien verwenden die gleiche Datenbank sowie teilweise deutlich überlappende Zeiträume für die Datenerhebung (siehe Abschnitt 5.2). Aus diesem Grund kommt es bei diesen Studien zur Überschneidung der Datenbasis, die bei der Bewertung der in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse berücksichtigt werden muss.

Definition der Major-Leberresektion und Spezifizierung der Resektionsverfahren

Ziel des vorliegenden Rapid Reports ist die Untersuchung und Darstellung eines möglichen Zusammenhangs zwischen der Leistungsmenge und der Qualität des Behandlungsergebnisses bei Major-Leberresektion (drei oder mehr Segmenten) sowie auch allen sonstigen anatomischen Leberresektionen.

In 5 Studien (Gani 2017, Hoerger 2023, Krautz 2020, Uttinger 2022, Zaydfudim 2018) wurde spezifisch unterteilt in Minor- und / oder Major-Leberresektion. Die Studien Hoerger 2023, Krautz 2020 und Uttinger 2022 spezifizierten weiter in die Hemihepatektomie, Trisektorektomien (Major-Leberresektion) und in die multiple Segmentresektion sowie Bisegmentektomie (Minor-Leberresektion). Die anderen 5 Studien (Buettner 2016, Elshami 2023, Hashimoto 2017, Lee 2019, Shaw 2013) unterteilten in partielle Leberresektion und / oder (rechte / linke; erweiterte) Lobektomien.

Die Studien Hoerger 2023 und Krautz 2020 stellten adjustierte Ergebnisse für die in den Studien betrachteten Zielgrößen spezifisch für die Minor- und / oder Major-Resektionen dar. Hoerger 2023 stellt zusätzlich Ergebnisse differenziert nach hepatozellulärem Karzinom und intrahepatischem Cholangiokarzinom dar (siehe Abschnitt 5.5.1.1). Elshami 2023 stellt das perihiläre Cholangiokarzinom dar.

Da in der Literatur die (Major-)Leberresektion aufgrund der Anzahl von zu entnehmenden Segmenten unterschiedlich definiert wird, wäre eine detaillierte Darstellung, wie viele und

welche Segmente entnommen wurden, in den eingeschlossenen Studien für eine gezieltere Ergebnisdarstellung wünschenswert gewesen.

Die Studie Hashimoto 2017 hat sowohl Patientinnen und Patienten, die sich einer Lobektomie als auch einer Wedge-Resektion (atypische Resektion) unterzogen haben, eingeschlossen. Dabei geben die Studienautorinnen und -autoren an, dass die Mehrzahl der Patientinnen und Patienten eine Lobektomie erhielt. Für die relevante Analyse zur Zielgröße Versterben im KH (siehe Abschnitt 5.5.1.2) erfolgte keine getrennte Darstellung nach Lobektomie und Wedge-Resektion. Diese fehlende Trennung der beiden unterschiedlichen Interventionsarten muss bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Studie berücksichtigt werden.

Unterschiedliche Definitionen der LM-Kategorien

In den eingeschlossenen Studien werden jeweils unterschiedliche Grenzen der Leistungsmengenkategorien beschrieben, sodass die einzelnen Kategorien nicht immer in einer vergleichbaren Größenordnung liegen. Dies kann die Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit der Ergebnisse limitieren und damit die Aussagekraft für die Fragestellung des vorliegenden Berichts einschränken. Vor diesem Hintergrund fiel in der Studie Elshami 2023 auf, dass die hohe LM-Kategorie nur 2 Krankenhäuser beinhaltet. Im Vergleich dazu befinden sich 469 Krankenhäuser in der niedrigen LM-Kategorie. Bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Studie ist daher zu beachten, dass die Ergebnisse für die hohe LM-Kategorie auf dem Behandlungsergebnis von lediglich 2 KHs beruhen.

Ergebnisgesteuerte Bildung der LM-Kategorien

Aus allen Studien wurden die berichteten Konfidenzintervalle sowie Effektschätzer dargestellt. In der Studie Hoerger 2023 wurden für die Zielgrößen 90-Tage-Mortalität sowie für die langfristige Mortalität (Gesamtüberleben) für unterschiedliche Perzentile als Trennwert jeweils einzelne Modelle berechnet (Vergleich niedrige LM versus hohe LM anhand des jeweiligen Perzentils; siehe Tabelle 11 und Tabelle 9). Die Autorinnen und Autoren wählen die Aufteilung mit Trennwert entsprechend des 75. Perzentils als Hauptanalyse, da zu diesem Wert der Unterschied hinsichtlich 90-Tage-Mortalität maximiert wird. Diese Aufteilung gemäß des 75. Perzentil wurde für alle weiteren Endpunkte (30-Tage-Mortalität, KH-Aufenthaltsdauer und Wiedereinweisung) gewählt. Aufgrund dieses explorativen Vorgehens sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren und auch die Ergebnisse der einzelnen Analysen mit Trennwerten des 10. / 25. / 50. / 90. Perzentils (sofern in der Studie dargestellt) in die Ergebnisbewertung einzubeziehen.

7 Fazit

Im vorliegenden Bericht wurden 10 retrospektive Kohortenstudien, basierend auf Routinedaten, mit niedriger (9 Studien) und mäßiger (1 Studie) interner Validität eingeschlossen. In 5 Studien wurde spezifisch unterteilt in Minor- und /oder Major-Leberresektion. Die übrigen 5 Studien unterteilen in partielle Leberresektion und /oder (rechte / linke; erweiterte) Lobektomien. Für alle von den Studien untersuchten relevanten Zielgrößen konnten verwertbare Ergebnisse identifiziert werden.

Für die Major-Leberresektion konnte auf KH-Ebene für die Zielgröße kurzfristige Mortalität (Versterben im KH, 30- und 90-Tage-Mortalität) ein Zusammenhang zwischen der Leistungsmenge pro KH und der Behandlungsqualität zugunsten höherer LM abgeleitet werden. Dabei ist zu beachten, dass für die Zielgrößen 30- und 90-Tage-Mortalität jeweils nur 1 Studie vorlag. Für die Zielgrößen KH-Aufenthaltsdauer und Wiedereinweisung konnte auf KH-Ebene kein Zusammenhang abgeleitet werden.

Spezifisch für die Minor-Leberresektion konnte für die Zielgröße Versterben im KH ein Zusammenhang zwischen der LM pro KH und der Qualität des Behandlungsergebnisses zugunsten höherer LM abgeleitet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ableitung des Zusammenhangs auf den Ergebnissen von 1 Studie beruht.

Für alle übrigen anatomischen Leberresektionen, die sich nicht eindeutig einer Major-Leberresektion zuordnen ließen, konnte auf KH-Ebene für die Zielgrößen langfristige Mortalität (Gesamtüberleben), kurzfristige Mortalität (Versterben im KH, 30- und 90-Tage-Mortalität), postoperative Komplikationen, KH-Aufenthaltsdauer und Wiedereinweisung ein Zusammenhang zwischen der Leistungsmenge und der Behandlungsqualität zugunsten höherer Leistungsmenge abgeleitet werden. Dabei ist zu beachten, dass für die Zielgrößen kurzfristige Mortalität (30- und 90-Tage-Mortalität), postoperative Komplikationen, KH-Aufenthaltsdauer und Wiedereinweisung nur 1 beziehungsweise 2 Studien signifikante Ergebnisse zeigten. Auf der Arztebene konnte für die Zielgrößen kurzfristige Mortalität (Versterben im KH), Failure to rescue, postoperative Komplikationen und Wiedereinweisung ein Zusammenhang zwischen der Leistungsmenge und der Behandlungsqualität zugunsten höherer Leistungsmenge abgeleitet werden. Auch hier ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse auf 1 bis 3 Studien basieren. Für die Zielgröße Failure to rescue konnte auf KH-Ebene kein Zusammenhang abgeleitet werden.

Für die Effekte von in die Versorgung eingeführten Mindestfallzahlen wurde keine Studie identifiziert, sodass auch hier keine Aussage dazu getroffen werden kann.

8 Literatur

1. Bundesministerium der Justiz. Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V); Gesetzliche Krankenversicherung (Artikel 1 des Gesetzes v. 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477); § 137 Durchsetzung und Kontrolle der Qualitätsanforderungen des Gemeinsamen Bundesausschusses [online]. 1988 [Zugriff: 07.06.2023]. URL: https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/_137.html.
2. Gemeinsamer Bundesausschuss. Mindestmengenregelungen gemäß § 136b Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 SGB V [online]. 2023. URL: <https://www.g-ba.de/richtlinien/5/>.
3. Diermann J. Leberresektion [online]. 2022 [Zugriff: 08.05.2024]. URL: <https://www.pschyrembel.de/Leberresektion/KOCND>.
4. Scheele J. [Anatomical and atypical liver resections]. Chirurg 2001; 72(2): 113-124. <https://doi.org/10.1007/s001040051278>.
5. Moggia E, Rouse B, Simillis C et al. Methods to decrease blood loss during liver resection: a network meta-analysis. Cochrane Database Syst Rev 2016; 10(10): CD010683. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010683.pub3>.
6. Bhogal RH, Pericleous S, Khan AZ. Robotic liver surgery [online]. 2019 [Zugriff: 19.12.2024]. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/68250>.
7. Giulianotti PC, Coratti A, Angelini M et al. Robotics in general surgery: personal experience in a large community hospital. Arch Surg 2003; 138(7): 777-784. <https://doi.org/10.1001/archsurg.138.7.777>.
8. Zwart MJW, Gorgec B, Arabiyat A et al. Pan-European survey on the implementation of robotic and laparoscopic minimally invasive liver surgery. HPB (Oxford) 2022; 24(3): 322-331. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2021.08.939>.
9. Huber T, Huettl F, Hanke LI et al. Leberchirurgie 4.0: OP-Planung, Volumetrie, Navigation und virtuelle Realität. Zentralbl Chir 2022; 147: 361-368.
10. Filmann N, Walter D, Schadde E et al. Mortality after liver surgery in Germany. Br J Surg 2019. <https://doi.org/10.1002/bjs.11236>.
11. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. ICD-10-GM; Version 2024: systematisches Verzeichnis; Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision, German Modification [online]. 2023 [Zugriff: 19.12.2024]. URL: https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Kodiersysteme/klassifikationen/icd-10-gm/version2024/icd10gm2024syst-pdf_zip.html.

12. Liu R, Hilal AH, Wakabayashi G et al. International experts consensus guidelines on robotic liver resection in 2023. *World J Gastroenterol* 2023; 29(32): 4815-4830. <https://doi.org/10.3748/wjg.v29.i32.4815>.
13. Moosburner S, Kettler C, Hillebrandt KH et al. Minimal Invasive Versus Open Surgery for Colorectal Liver Metastases: A Multicenter German StuDoQ|Liver Registry-Based Cohort Analysis in Germany. *Ann Surg Open* 2023; 4(4): e350. <https://doi.org/10.1097/AS9.0000000000000350>.
14. Oldhafer KJ, Stavrou GA. Die Leberresektion (Teil1): anatomische Grundlagen, Indikationen und präoperative Planung. *Zentralbl Chir* 2006; 131: W22-W33.
15. Heimbach JK, Kulik LM, Finn RS et al. AASLD guidelines for the treatment of hepatocellular carcinoma. *Hepatology* 2018; 67(1): 358-380. <https://doi.org/10.1002/hep.29086>.
16. Mittelstaedt H, Kerger H. Perioperatives Management bei elektiven Leberresektionen. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 2004; 45: 403-413.
17. Bruns CJ. Komplikationen in der Leberchirurgie: Morbidität und Mortalität konnten deutlich gesenkt werden. *Chirurg* 2015; 86: 112-113. <https://doi.org/10.1007/s00104-014-2845-4>.
18. ICH Expert Working Group. ICH harmonised tripartite guideline; structure and content of clinical study reports; E3 [online]. 1995 [Zugriff: 06.10.2023]. URL: https://database.ich.org/sites/default/files/E3_Guideline.pdf.
19. Des Jarlais DC, Lyles C, Crepaz N et al. Improving the reporting quality of nonrandomized evaluations of behavioral and public health interventions: the TREND statement. *Am J Public Health* 2004; 94(3): 361-366. <https://doi.org/10.2105/ajph.94.3.361>.
20. Von Elm E, Altman DG, Egger M et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Ann Intern Med* 2007; 147(8): 573-577. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-8-200710160-00010>.
21. Shea BJ, Reeves BC, Wells G et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017; 358: j4008. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>.
22. Waffenschmidt S, Navarro-Ruan T, Hobson N et al. Development and validation of study filters for identifying controlled non-randomized studies in PubMed and Ovid MEDLINE. *Res Synth Methods* 2020; 11(5): 617-626. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1425>.
23. Bender R, Grouven U. Möglichkeiten und Grenzen statistischer Regressionsmodelle zur Berechnung von Schwellenwerten für Mindestmengen. *Z Arztl Fortbild Qualitatssich* 2006; 100(2): 93-98.

24. Wetzel H. Mindestmengen zur Qualitätssicherung: Konzeptionelle und methodische Überlegungen zur Festlegung und Evaluation von Fallzahlgrenzwerten für die klinische Versorgung. Z Arztl Fortbild Qualitatssich 2006; 100(2): 99-106.
25. Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. Zusammenhang zwischen Menge der erbrachten Leistungen und der Ergebnisqualität für die „Perkutane Transluminale Coronare Angioplastie (PTCA)“; Abschlussbericht [online]. 2006 [Zugriff: 06.10.2023]. URL: https://www.iqwig.de/download/q05-01b_abschlussbericht_zusammenhang_menge_erbrachter_leistung_und_ergebnisqualitaet_bei_ptca.pdf.
26. Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. Zusammenhang zwischen Menge der erbrachten Leistungen und der Ergebnisqualität für die Indikation “Elektiver Eingriff Bauchortenaneurysma”; Abschlussbericht [online]. 2006 [Zugriff: 06.10.2023]. URL: https://www.iqwig.de/download/q05-01a_abschlussbericht_menge_erbrachter_leistungen_und_qualitaet_der_behandlung_des_baa.pdf.
27. Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. Allgemeine Methoden; Version 7.0 [online]. 2023 [Zugriff: 06.10.2023]. URL: https://www.iqwig.de/methoden/allgemeine-methoden_version-7-0.pdf.
28. Olthof PB, Elfrink AKE, Marra E et al. Volume-outcome relationship of liver surgery: a nationwide analysis. Br J Surg 2020; 107(7): 917-926. <https://doi.org/10.1002/bjs.11586>.
29. El Amrani M, Lenne X, Clement G et al. Specificity of Procedure volume and its Association With Postoperative Mortality in Digestive Cancer Surgery: A Nationwide Study of 225,752 Patients. Ann Surg 2019; 270(5): 775-782. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000003532>.
30. Buettner S, Gani F, Amini N et al. The relative effect of hospital and surgeon volume on failure to rescue among patients undergoing liver resection for cancer. Surgery 2016; 159(4): 1004-1012. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2015.10.025>.
31. Elshami M, Hue JJ, Ahmed FA et al. Defining Facility Volume Threshold for Optimization of Short- and Long-Term Outcomes in Patients Undergoing Resection of Perihilar Cholangiocarcinoma. J Gastrointest Surg 2023; 27(4): 730-740. <https://doi.org/10.1007/s11605-022-05465-z>.
32. Gani F, Azoulay D, Pawlik TM. Evaluating Trends in the Volume-Outcomes Relationship Following Liver Surgery: Does Regionalization Benefit All Patients the Same? J Gastrointest Surg 2017; 21(3): 463-471. <https://doi.org/10.1007/s11605-016-3316-7>.

33. Hashimoto DA, Bababekov YJ, Mehtsun WT et al. Is Annual Volume Enough? The Role of Experience and Specialization on Inpatient Mortality After Hepatectomy. *Ann Surg* 2017; 266(4): 603-609. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000002377>.
34. Hoerger K, Hue JJ, Elshami M et al. Facility Volume Thresholds for Optimization of Short- and Long-Term Outcomes in Patients Undergoing Hepatectomy for Primary Liver Tumors. *J Gastrointest Surg* 2023; 27(2): 273-282. <https://doi.org/10.1007/s11605-022-05541-4>.
35. Krautz C, Gall C, Gefeller O et al. In-hospital mortality and failure to rescue following hepatobiliary surgery in Germany - a nationwide analysis. *BMC Surg* 2020; 20(1): 171. <https://doi.org/10.1186/s12893-020-00817-5>.
36. Lee GC, Gamblin TC, Fong ZV et al. Facility Type is Associated with Margin Status and Overall Survival of Patients with Resected Intrahepatic Cholangiocarcinoma. *Ann Surg Oncol* 2019; 26(12): 4091-4099. <https://doi.org/10.1245/s10434-019-07657-5>.
37. Shaw JJ, Santry HP, Shah SA. Specialization and utilization after hepatectomy in academic medical centers. *J Surg Res* 2013; 185(1): 433-440. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2013.04.072>.
38. Uttinger KL, Diers J, Baum P et al. Mortality, complications and failure to rescue after surgery for esophageal, gastric, pancreatic and liver cancer patients based on minimum caseloads set by the German Cancer Society. *Eur J Surg Oncol* 2022; 48(4): 924-932. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2021.12.006>.
39. Zaydfudim VM, Stukenborg GJ. Effects of patient factors on inpatient mortality after complex liver, pancreatic and gastric resections. *Bjs Open* 2017; 1(6): 191-201. <https://doi.org/10.1002/bjs5.33>.
40. Wong SS, Wilczynski NL, Haynes RB. Comparison of top-performing search strategies for detecting clinically sound treatment studies and systematic reviews in MEDLINE and EMBASE. *J Med Libr Assoc* 2006; 94(4): 451-455.

9 Studienlisten

9.1 Liste der gesichteten systematischen Übersichten

1. Franken LC, Schreuder AM, Roos E et al. Morbidity and mortality after major liver resection in patients with perihilar cholangiocarcinoma: A systematic review and meta-analysis. *Surgery* 2019; 165(5): 918-928. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2019.01.010>.
2. Koh YX, Zhao Y, Tan IE et al. The impact of hospital volume on liver resection: A systematic review and Bayesian network meta-analysis. *Surgery* 2024; 175(2): 393-403. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2023.10.034>.
3. Saulle R, Vecchi S, Cruciani F et al. The combined effect of surgeon and hospital volume on health outcomes: a systematic review. *Clin Ter* 2019; 170(2): e148-e161. <https://doi.org/10.7417/ct.2019.2125>.

9.2 Liste der ausgeschlossenen Publikationen mit Ausschlussgründen

Nicht E1

1. de Geus SW, Papageorge MV, Woods AP et al. A Rising Tide Lifts All Boats: Impact of Combined Volume of Complex Cancer Operations on Surgical Outcomes in a Low-Volume Setting. *J Am Coll Surg* 2022; 234(6): 981-988. <https://doi.org/10.1097/xcs.000000000000228>.
2. El Amrani M, Lenne X, Clement G et al. Specificity of Procedure volume and its Association With Postoperative Mortality in Digestive Cancer Surgery: A Nationwide Study of 225,752 Patients. *Ann Surg* 2019; 270(5): 775-782. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000003532>.
- 3 Endo Y, Sasaki K, Moazzam Z et al. The Impact of a Liver Transplant Program on the Outcomes of Hepatocellular Carcinoma. *Ann Surg* 2023; 278(2): 230-238. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000005849>.
4. Froněk J, Chlupac J. Transplantation Surgery Department at IKEM Hospital, Prague, Czech Republic: Increasing Volume and Improving Outcomes Through Innovative Clinical Strategies and Technical Approaches. *Transplantation* 2023; 107(11): 2285-2289. <https://doi.org/10.1097/tp.0000000000004633>.
5. Goetze TO, Paolucci V. Influence of high- and low-volume liver surgery in gallbladder carcinoma. *World J Gastroenterol* 2014; 20(48): 18445-18451. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i48.18445>.
6. Grat M, Lewandowski Z, Patkowski W et al. Individual Surgeon Experience Yields Bimodal Effects on Patient Outcomes After Deceased-Donor Liver Transplant: Results of a Quantile Regression for Survival Data. *Experimental & Clinical Transplantation: Official Journal of the Middle East Society for Organ Transplantation* 2018; 16(4): 425-433. <https://doi.org/10.6002/ect.2017.0027>.

7. Guglielmi A, Tripepi M, Salmaso L et al. Trends in hospital volume and operative mortality in hepato-biliary surgery in Veneto region, Italy. *Updates Surg* 2023; 75(7): 1949-1959. <https://doi.org/10.1007/s13304-023-01574-9>.
8. Idrees JJ, Johnston FM, Canner JK et al. Cost of Major Complications After Liver Resection in the United States: Are High-volume Centers Cost-effective? *Ann Surg* 2019; 269(3): 503-510. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000002627>.
9. Khalil M, Tsilimigras DI, Endo Y et al. Association of Textbook Outcome and Hospital Volume with Long-Term Survival Following Resection for Hepatocellular Carcinoma: What Matters More? *J Gastrointest Surg* 2023; 27(12): 2763-2770. <https://doi.org/10.1007/s11605-023-05880-w>.
10. Mokdad AA, Zhu H, Marrero JA et al. Hospital Volume and Survival After Hepatocellular Carcinoma Diagnosis. *Am J Gastroenterol* 2016; 111(7): 967-975. <https://doi.org/10.1038/ajg.2016.181>.
11. Mustafa M, Akhtar N, Naz S et al. The Impact of Surgeon Volume on Patient Outcomes in Complex Surgical Procedures. *Neuroquantology* 2023; 21(6): 55-60. <https://doi.org/10.48047/nq.2023.21.6.NQ23008>.
12. Tsilimigras DI, Hyer JM, Chen Q et al. Inter-surgeon variability is associated with likelihood to undergo minimally invasive hepatectomy and postoperative mortality. *HPB (Oxford)* 2021; 23(6): 840-846. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2020.11.003>.

Nicht E2

1. Adair RA, Young AL, Toogood GJ. Advances in hepatobiliary surgery. *Trends in Anaesthesia and Critical Care* 2011; 1(3): 141-146. <https://doi.org/10.1016/j.tacc.2010.10.004>.
2. Altieri MS, Yang J, Groves D et al. Academic status does not affect outcome following complex hepato-pancreato-biliary procedures. *Surg Endosc* 2018; 32(5): 2355-2364. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5931-0>.
3. Anderson JE, Hemming AW, Chang DC et al. Surgical management trends for cholangiocarcinoma in the USA 1998-2009. *J Gastrointest Surg* 2012; 16(12): 2225-2232. <https://doi.org/10.1007/s11605-012-1980-9>.
4. Beal EW, Mehta R, Merath K et al. Outcomes After Resection of Hepatocellular Carcinoma: Intersection of Travel Distance and Hospital Volume. *J Gastrointest Surg* 2019; 23(7): 1425-1434. <https://doi.org/10.1007/s11605-019-04233-w>.
5. Bhandari RS, Riddiough G, Muralidharan V, Christophi C. Early Outcome of Liver Resections in Octogenarians. *Kathmandu Univ Med J* 2015; 13(49): 19-23. <https://doi.org/10.3126/kumj.v13i1.13747>.

6. Bhayani NH, Hamed OH, Gupta A et al. Do patients' outcomes suffer when surgical fellows are involved in hepatic resection? *Surgery* 2013; 154(5): 1024-1030.
<https://doi.org/10.1016/j.surg.2013.05.024>.
7. Bonner SN, Ibrahim AM, Kunnath N et al. Neighborhood Deprivation, Hospital Quality, and Mortality After Cancer Surgery. *Ann Surg* 2023; 277(1): 73-78.
<https://doi.org/10.1097/sla.0000000000005712>.
8. Bouras AF, Liddo G, Marx-Deseure A et al. Accessible laparoscopic liver resection performed in low volume centers: Is it time for democratization? *J Visc Surg* 2020; 157(3): 193-197. <https://doi.org/10.1016/j.jviscsurg.2019.10.003>.
9. Cappelle M, Aghayan DL, van der Poel MJ et al. A multicenter cohort analysis of laparoscopic hepatic caudate lobe resection. *Langenbecks Arch Surg* 2020; 405(2): 181-189.
<https://doi.org/10.1007/s00423-020-01867-2>.
10. Chichevatov DA, Kalentjev VV, Glukhov AE et al. Early and Long-Term Outcomes of Liver Resections: A Single Specialized Center Experience. *Siberian Journal of Oncology* 2023; 22(3): 90-98. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2023-22-3-90-98>.
11. Coon C, Berger N, Eastwood D et al. Primary Liver Cancer: An NCDB Analysis of Overall Survival and Margins After Hepatectomy. *Ann Surg Oncol* 2020; 27(4): 1156-1163.
<https://doi.org/10.1245/s10434-019-07843-5>.
12. Corkum KS, Baumann LM, Lautz TB. Complication Rates for Pediatric Hepatectomy and Nephrectomy: A Comparison of NSQIP-P, PHIS, and KID. *J Surg Res* 2019; 240: 182-190.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.03.005>.
13. Dageforde LA, Vachharajani N, Tabrizian P et al. Multi-Center Analysis of Liver Transplantation for Combined Hepatocellular Carcinoma-Cholangiocarcinoma Liver Tumors. *J Am Coll Surg* 2021; 232(4): 361-371. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2020.11.017>.
14. de Ridder JA, Lemmens VE, Overbeek LI et al. Liver Resection for Metastatic Disease; A Population-Based Analysis of Trends. *Dig Surg* 2016; 33(2): 104-113.
<https://doi.org/10.1159/000441802>.
15. de Santibanes M, Dietrich A, Busnelli VC et al. Associated liver and multivisceral resections: should we extend the frontiers of resectability? *Updates Surg* 2015; 67(1): 11-17.
<https://doi.org/10.1007/s13304-015-0280-9>.
16. Diaz A, Beane JD, Hyer JM et al. Impact of hospital quality on surgical outcomes in patients with high social vulnerability: Association of textbook outcomes and social vulnerability by hospital quality. *Surgery* 2022; 171(6): 1612-1618.
<https://doi.org/10.1016/j.surg.2021.10.021>.

17. Diaz A, Hyer JM, Azap R et al. Association of social vulnerability with the use of high-volume and Magnet recognition hospitals for hepatopancreatic cancer surgery. *Surgery* 2021; 170(2): 571-578. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2021.02.038>.
18. Farges O, Vibert E, Cosse C et al. "Surgeons' intuition" versus "prognostic models": predicting the risk of liver resections. *Ann Surg* 2014; 260(5): 923-928; discussion 928-930. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000000961>.
19. Gagniere J, Dupre A, Gholami SS et al. Is Hepatectomy Justified for BRAF Mutant Colorectal Liver Metastases?: A Multi-institutional Analysis of 1497 Patients. *Ann Surg* 2020; 271(1): 147-154. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000002968>.
20. Garancini M, Nespoli S, Romano F et al. Surgical management of hepatocellular carcinoma within and beyond BCLC indications in a middle volume center. *J Visc Surg* 2018; 155(4): 275-282. <https://doi.org/10.1016/j.jviscsurg.2017.12.001>.
21. Garbarino GM, Marchese U, Tobome R et al. Laparoscopic versus open unisegmentectomy in two specialized centers. Feasibility and short-term results. *HPB (Oxford)* 2020; 22(5): 750-756. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2019.09.017>.
22. Gholami S, Judge SJ, Lee SY et al. Is minimally invasive surgery of lesions in the right superior segments of the liver justified? A multi-institutional study of 245 patients. *J Surg Oncol* 2020; 122(7): 1428-1434. <https://doi.org/10.1002/iso.26154>.
23. Giuliani F, Ardito F, Aldrighetti L et al. Liver resection for perihilar cholangiocarcinoma: Impact of biliary drainage failure on postoperative outcome. Results of an Italian multicenter study. *Surgery* 2021; 170(2): 383-389. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2021.01.021>.
24. Goh BK, Chan CY, Wong JS et al. Factors associated with and outcomes of open conversion after laparoscopic minor hepatectomy: initial experience at a single institution. *Surg Endosc* 2015; 29(9): 2636-2642. <https://doi.org/10.1007/s00464-014-3981-0>.
25. Haak F, Soysal S, Deutschmann E et al. Incidence of Liver Resection Following the Introduction of Caseload Requirements for Liver Surgery in Switzerland. *World J Surg* 2022; 46(6): 1457-1464. <https://doi.org/10.1007/s00268-022-06509-w>.
26. Hallet J, Jerath A, Turgeon AF et al. Association Between Anesthesiologist Volume and Short-term Outcomes in Complex Gastrointestinal Cancer Surgery. *JAMA Surgery* 2021; 156(5): 479-487. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2021.0135>.
27. Hammond JS, Humphries S, Simson N et al. Adherence to enhanced recovery after surgery protocols across a high-volume gastrointestinal surgical service. *Dig Surg* 2014; 31(2): 117-122. <https://doi.org/10.1159/000362097>.

28. Hobeika C, Nault JC, Barbier L et al. Influence of surgical approach and quality of resection on the probability of cure for early-stage HCC occurring in cirrhosis. *JHEP Reports : Innovation in Hepatology / EASL* 2020; 2(6): 100153. <https://doi.org/10.1016/j.jhepr.2020.100153>.
29. Hyder O, Sachs T, Ejaz A et al. Impact of hospital teaching status on length of stay and mortality among patients undergoing complex hepatopancreaticobiliary surgery in the USA. *J Gastrointest Surg* 2013; 17(12): 2114-2122. <https://doi.org/10.1007/s11605-013-2349-4>.
30. Idrees JJ, Bagante F, Gani F et al. Population level outcomes and costs of single stage colon and liver resection versus conventional two-stage approach for the resection of metastatic colorectal cancer. *HPB (Oxford)* 2019; 21(4): 456-464. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2018.08.007>.
31. Ithemelandu C, Zheng C, Hall E et al. Multimorbidity and access to major cancer surgery at high-volume hospitals in a regionalized era. *Am J Surg* 2016; 211(4): 697-702. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2015.09.017>.
32. Ivanics T, Claasen MP, Patel MS et al. Long-term outcomes of laparoscopic liver resection for hepatocellular carcinoma: A propensity score matched analysis of a high-volume North American center. *Surgery* 2022; 171(4): 982-991. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2021.10.017>.
33. Kasivisvanathan R, Abbassi-Ghadi N, Prout J et al. A prospective cohort study of intrathecal versus epidural analgesia for patients undergoing hepatic resection. *HPB (Oxford)* 2014; 16(8): 768-775. <https://doi.org/10.1111/hpb.12222>.
34. Kluger MD, Vigano L, Barroso R, Cherqui D. The learning curve in laparoscopic major liver resection. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2013; 20(2): 131-136. <https://doi.org/10.1007/s00534-012-0571-1>.
35. Koea J, Chao P, Srinivasa S, Gurney J. Upper gastrointestinal and hepatopancreaticobiliary surgery in New Zealand: Balancing the volume-outcome relationship with accessibility in a surgically low volume country. *World J Surg* 2024; 48(6): 1481-1491. <https://doi.org/10.1002/wjs.12174>.
36. Krul MF, Elfrink AKE, Buis CI et al. Hospital variation and outcomes of simultaneous resection of primary colorectal tumour and liver metastases: a population-based study. *HPB (Oxford)* 2022; 24(2): 255-266. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2021.06.422>.
37. Laurent A, Dokmak S, Nault JC et al. European experience of 573 liver resections for hepatocellular adenoma: a cross-sectional study by the AFC-HCA-2013 study group. *HPB (Oxford)* 2016; 18(9): 748-755. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2016.06.011>.

38. Levi Sandri GB, Spoletini G, Vennarecci G et al. Laparoscopic liver resection for large HCC: short- and long-term outcomes in relation to tumor size. *Surg Endosc* 2018; 32(12): 4772-4779. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6225-x>.
39. Lindquister WS, Dhangana R, Pinter J et al. Percutaneous ablation versus surgical ablation and resection of liver tumors: medicare volume and physician reimbursement trends from 2010 to 2018. *Abdominal Radiology* 2021; 46(8): 4056-4061. <https://doi.org/10.1007/s00261-021-03054-3>.
40. Liu JB, Pusic AL, Hall BL et al. Combining Surgical Outcomes and Patient Experiences to Evaluate Hospital Gastrointestinal Cancer Surgery Quality. *J Gastrointest Surg* 2019; 23(9): 1900-1910. <https://doi.org/10.1007/s11605-018-4015-3>.
41. Lu S, Khatri R, Tanner B et al. Short term outcomes and unintended benefits of establishing a HPB program at a university-affiliated community hospital. *Am J Surg* 2019; 218(5): 946-951. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2019.03.015>.
42. Madrigal J, Hadaya J, Lee C et al. Association of Frailty with Perioperative Outcomes Following Hepatic Resection: A National Study. *J Am Med Dir Assoc* 2022; 23(4): 684-689.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2022.02.004>.
43. Marino R, Olthof PB, Shi HJ et al. Minimally Invasive Liver Surgery: A Snapshot from a Major Dutch HPB and Transplant Center. *World J Surg* 2022; 46(12): 3090-3099. <https://doi.org/10.1007/s00268-022-06754-z>.
44. Martin SP, Drake J, Wach MM et al. Laparoscopic Approach to Intrahepatic Cholangiocarcinoma is Associated with an Exacerbation of Inadequate Nodal Staging. *Ann Surg Oncol* 2019; 26(6): 1851-1857. <https://doi.org/10.1245/s10434-019-07303-0>.
45. Mayo SC, Shore AD, Nathan H et al. Refining the definition of perioperative mortality following hepatectomy using death within 90 days as the standard criterion. *HPB (Oxford)* 2011; 13(7): 473-482. <https://doi.org/10.1111/j.1477-2574.2011.00326.x>.
46. Mclsaac DI, Wijesundera DN, Huang A et al. Association of the Hospital Volume of Frail Surgical Patients Cared for with Outcomes after Elective, Major Noncardiac Surgery: A Retrospective Population-based Cohort Study. *Anesthesiology* 2017; 126(4): 602-613. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000001536>.
47. Mehta R, Tsilimigras DI, Pawlik TM. Assessment of Magnet status and Textbook Outcomes among medicare beneficiaries undergoing hepato-pancreatic surgery for cancer. *J Surg Oncol* 2021; 124(3): 334-342. <https://doi.org/10.1002/jso.26521>.
48. Merkow RP, Bentrem DJ, Chung JW et al. Differences in patients, surgical complexity, and outcomes after cancer surgery at National Cancer Institute-designated cancer centers compared to other hospitals. *Med Care* 2013; 51(7): 606-613. <https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e3182928f44>.

49. Mosteanu BI, Han HS, Cho JY, Lee B. When should we choose a laparoscopic approach? A high-volume center recommendation score. *Surg Oncol* 2020; 34: 208-211.
<https://doi.org/10.1016/j.suronc.2020.04.024>.
50. Narita M, Oussoultzoglou E, Bachellier P et al. Post-hepatectomy liver failure in patients with colorectal liver metastases. *Surg Today* 2015; 45(10): 1218-1226.
<https://doi.org/10.1007/s00595-015-1113-7>.
51. Narula N, Aloia TA. Portal vein embolization in extended liver resection. *Langenbecks Arch Surg* 2017; 402(5): 727-735. <https://doi.org/10.1007/s00423-017-1591-8>.
52. Nguyen-Khac V, Brustia R, Rhaïem R et al. Liver resection for single large hepatocellular carcinoma: a prognostic factors study. *Ann Hepatol* 2022; 27(6): 100739.
<https://doi.org/10.1016/j.aohep.2022.100739>.
53. Nygard IE, Lassen K, Kjaeve J, Revhaug A. Mortality and survival rates after elective hepatic surgery in a low-volume centre are comparable to those of high-volume centres. *Isrn Surgery Print* 2012; 2012: 783932. <https://doi.org/10.5402/2012/783932>.
54. Onur A, Akbulut S, Dirican A et al. Life-threatening or nearly life-threatening complications in living liver donors. *Clin Transplant* 2018; 32(6): e13262.
<https://doi.org/10.1111/ctr.13262>.
55. Pearce NW, Di Fabio F, Teng MJ et al. Laparoscopic right hepatectomy: a challenging, but feasible, safe and efficient procedure. *Am J Surg* 2011; 202(5): e52-58.
<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2010.08.032>.
56. Qi Y, LeVan TD, Haynatzki G et al. Thirty-day unplanned readmission and its effect on 90-day mortality in hepatocellular carcinoma patients undergoing partial hepatectomy. *Journal of Gastroenterology and Hepatology Research* 2020; 9(5): 3330-3339.
<https://doi.org/10.17554/j.issn.2224-3992.2020.09.973>.
57. Ramia JM, Aparicio-Lopez D, Asencio-Pascual JM et al. Applicability and reproducibility of the validated intraoperative bleeding severity scale (VIBe scale) in liver surgery: A multicenter study. *Surgery (United States)* 2022; 172(4): 1141-1146.
<https://doi.org/10.1016/j.surg.2022.05.022>.
58. Raouf M, Jutric Z, Haye S et al. Systematic failure to operate on colorectal cancer liver metastases in California. *Cancer Medicine* 2020; 9(17): 6256-6267.
<https://doi.org/10.1002/cam4.3316>.
59. Ratti F, Casadei-Gardini A, Cipriani F et al. Laparoscopic Surgery for Intrahepatic Cholangiocarcinoma: A Focus on Oncological Outcomes. *J Clin Med* 2021; 10(13).
<https://doi.org/10.3390/jcm10132828>.

60. Rodriguez A, Gumbs AA. Laparoscopic left hepatectomy for liver metastases at a national cancer center. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2011; 21(4): 353-354. <https://doi.org/10.1089/lap.2010.0321>.
61. Roife D, Santamaria-Barria JA, Kao LS et al. Surrogate indicators of quality are associated with survival following surgical treatment for hepatocellular carcinoma. *J Surg Oncol* 2018; 118(3): 463-468. <https://doi.org/10.1002/jso.25190>.
62. Ronge R. Liver resection: Preoperative determination of the remaining liver volume improves patient selection. [German]. *Z Gastroenterol* 2010; 48(2): 237.
63. Sasaki K, Nair A, Moro A et al. A chronological review of 500 minimally invasive liver resections in a North American institution: overcoming stagnation and toward consolidation. *Surg Endosc* 2022; 36(8): 6144-6152. <https://doi.org/10.1007/s00464-022-09182-1>.
64. Schadde E, Ardiles V, Slankamenac K et al. ALPPS offers a better chance of complete resection in patients with primarily unresectable liver tumors compared with conventional-staged hepatectomies: results of a multicenter analysis. *World J Surg* 2014; 38(6): 1510-1519. <https://doi.org/10.1007/s00268-014-2513-3>.
65. Seshadri RM, Baker EH, Templin M et al. Outcomes of surgical resection and loco-regional therapy in patients with stage 3A hepatocellular carcinoma: a retrospective review from the national cancer database. *HPB (Oxford)* 2015; 17(11): 964-968. <https://doi.org/10.1111/hpb.12466>.
66. Shin SY, Jang EJ, Kang SH et al. Advancing treatment for perihilar cholangiocarcinoma: role of hepatopancreaticoduodenectomy in small-volume centers. *Frontiers in Surgery* 2024; 11: 1406508. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1406508>.
67. Song Y, Tieniber AD, Roses RE et al. National trends in centralization and perioperative outcomes of complex operations for cancer. *Surgery* 2019; 166(5): 800-811. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2019.03.025>.
68. Sundbom M, Hedberg J. Geographical differences in upper abdominal resectional surgery and high-volume procedures in Sweden during 2009-2011. *Scand J Gastroenterol* 2014; 49(2): 246-252. <https://doi.org/10.3109/00365521.2013.865786>.
69. Swaid F, Geller DA. Minimally Invasive Primary Liver Cancer Surgery. *Surg Oncol Clin N Am* 2019; 28(2): 215-227. <https://doi.org/10.1016/j.soc.2018.11.002>.
70. Tsilimigras DI, Mehta R, Paredes AZ et al. Overall Tumor Burden Dictates Outcomes for Patients Undergoing Resection of Multinodular Hepatocellular Carcinoma Beyond the Milan Criteria. *Ann Surg* 2020; 272(4): 574-581. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000004346>.

71. Turco C, Hobeika C, Allard MA et al. Open Versus Laparoscopic Right Hepatectomy for Hepatocellular Carcinoma Following Sequential TACE-PVE: A Multicentric Comparative Study. *Ann Surg Oncol* 2023; 30(11): 6615-6625. <https://doi.org/10.1245/s10434-023-13752-5>.
72. van der Poel MJ, Barkhatov L, Fuks D et al. Multicentre propensity score-matched study of laparoscopic versus open repeat liver resection for colorectal liver metastases. *Br J Surg* 2019; 106(6): 783-789. <https://doi.org/10.1002/bjs.11096>.
73. van der Poel MJ, Fichtinger RS, Bemelmans M et al. Implementation and outcome of minor and major minimally invasive liver surgery in the Netherlands. *HPB (Oxford)* 2019; 21(12): 1734-1743. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2019.05.002>.
74. Varley PR, Tohme ST, Chidi AP et al. Dissemination of Minimally Invasive Liver Resection for Primary Malignancy: Reevaluating Effectiveness. *Ann Surg Oncol* 2018; 25(3): 808-817. <https://doi.org/10.1245/s10434-017-6308-2>.
75. Viganò L, Torzilli G, Aldrighetti L et al. Stratification of Major Hepatectomies According to Their Outcome: Analysis of 2212 Consecutive Open Resections in Patients Without Cirrhosis. *Ann Surg* 2020; 272(5): 827-833. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000004338>.
76. Weinberg L, Ianno D, Churilov L et al. Goal directed fluid therapy for major liver resection: A multicentre randomized controlled trial. *Annals of Medicine & Surgery* 2019; 45: 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2019.07.003>.
77. Yeh J, Palamuthusingam P, Cameron D, Avramovic J. Impact of establishing a specialized hepatobiliary unit on liver resections in a non-specialized tertiary centre in regional Australia. *ANZ J Surg* 2022; 92(4): 769-773. <https://doi.org/10.1111/ans.17383>.
78. Yeow MWX, Pang NQ, Bonney GK et al. Living donor hepatectomy in medium volume liver transplant centre has comparable outcomes to high volume centres: validation of donabedian quality assurance framework. *HPB (Oxford)* 2022; 24(4): 516-524. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2021.08.946>.
79. Zafar SN, Shah AA, Channa H et al. Comparison of Rates and Outcomes of Readmission to Index vs Nonindex Hospitals After Major Cancer Surgery. *JAMA Surgery* 2018; 153(8): 719-727. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2018.0380>.
80. Zhang XF, Xue F, Weiss M et al. Lymph Node Examination and Patterns of Nodal Metastasis Among Patients with Left- Versus Right-Sided Intrahepatic Cholangiocarcinoma After Major Curative-Intent Resection. *Ann Surg Oncol* 2023; 30(3): 1424-1433. <https://doi.org/10.1245/s10434-022-12797-2>.

Nicht E3

1. Diaz A, Cloyd JM, Manilchuk A et al. Travel Patterns among Patients Undergoing Hepatic Resection in California: Does Driving Further for Care Improve Outcomes? *J Gastrointest Surg* 2021; 25(6): 1471-1478. <https://doi.org/10.1007/s11605-019-04501-9>.

Nicht E4

1. Beard RE, Wang Y, Khan S et al. Laparoscopic liver resection for hepatocellular carcinoma in early and advanced cirrhosis. *HPB (Oxford)* 2018; 20(6): 521-529. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2017.11.011>.

2. Carpenter D, Liou P, Mathur A. Management of Patients with Cirrhosis and Portal Hypertension Requiring Surgery. *Digestive Disease Interventions* 2020; 4(2): 168-179. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713370>.

3. Charnley RM, Paterson-Brown S. Surgeon volumes in oesophagogastric and hepatopancreatobiliary resectional surgery. *Br J Surg* 2011; 98(7): 891-893. <https://doi.org/10.1002/bjs.7564>.

4. Kabir T, Syn N, Goh BKP. Current status of laparoscopic liver resection for the management of colorectal liver metastases. *J Gastrointest Oncol* 2020; 11(3): 526-539. <https://doi.org/10.21037/jgo.2020.02.05>.

5. Mittler J, McGillicuddy JW, Chavin KD. Laparoscopic Liver Resection in the Treatment of Hepatocellular Carcinoma. *Clin Liver Dis* 2011; 15(2): 371-384. <https://doi.org/10.1016/j.cld.2011.03.009>.

6. Morris E, Treasure T. Surgical management and outcomes of colorectal cancer liver metastases. *Cancer Epidemiol* 2018; 52: 160-161. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2017.12.010>.

7. Nicolazzi M, Di Martino M, Baroffio P, Donadon M. 6,126 hepatectomies in 2022: current trend of outcome in Italy. *Langenbecks Arch Surg* 2024; 409(1): 211. <https://doi.org/10.1007/s00423-024-03398-6>.

8. Wang J, Lu P, Armstrong M et al. Advancing minimally invasive hepato-pancreato-biliary surgery: ensuring safety with implementation. *Surg Endosc* 2024. <https://doi.org/10.1007/s00464-024-10957-x>.

Nicht E5a

1. de Graaff MR, Hendriks TE, Wouters M et al. Assessing quality of hepato-pancreato-biliary surgery: nationwide benchmarking. *Br J Surg* 2024; 111(5). <https://doi.org/10.1093/bjs/znae119>.

2. Hunger R, Mantke A, Herrmann C, Mantke R. [Investigations on fatalities due to liver resection in Germany : Evaluation of the German Society for General and Visceral Surgery certification regulations for liver centers based on routine diagnosis-related groups data]. *Chirurg* 2020; 91(8): 662-669. <https://doi.org/10.1007/s00104-019-1012-3>.
3. Kohn GP, Nikfarjam M. The effect of surgical volume and the provision of residency and fellowship training on complications of major hepatic resection. *J Gastrointest Surg* 2010; 14(12): 1981-1989. <https://doi.org/10.1007/s11605-010-1310-z>.
4. Kopp F, Ardelt M, Settmacher U. [Comparison of the outcome of laparoscopic liver resection from high-volume centres with low-volume centres]. *Chirurg* 2021; 92(9): 848. <https://doi.org/10.1007/s00104-021-01490-x>.
5. Munir MM, Alaimo L, Moazzam Z et al. Textbook oncologic outcomes and regionalization among patients undergoing hepatic resection for intrahepatic cholangiocarcinoma. *J Surg Oncol* 2023; 127(1): 81-89. <https://doi.org/10.1002/jso.27102>.

Nicht E5b

1. Ardito F, Famularo S, Aldrighetti L et al. The Impact of Hospital Volume on Failure to Rescue after Liver Resection for Hepatocellular Carcinoma: Analysis from the HE.RC.O.LE.S. Italian Registry. *Ann Surg* 2020; 272(5): 840-846. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000004327>.
2. Chapman BC, Paniccia A, Hosokawa PW et al. Impact of Facility Type and Surgical Volume on 10-Year Survival in Patients Undergoing Hepatic Resection for Hepatocellular Carcinoma. *J Am Coll Surg* 2017; 224(3): 362-372. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2016.11.011>.
3. Chen Q, Olsen G, Bagante F et al. Procedure-Specific Volume and Nurse-to-Patient Ratio: Implications for Failure to Rescue Patients Following Liver Surgery. *World J Surg* 2019; 43(3): 910-919. <https://doi.org/10.1007/s00268-018-4859-4>.
4. Colavita PD, Tsirlina VB, Belyansky I et al. Regionalization and outcomes of hepato-pancreato-biliary cancer surgery in USA. *J Gastrointest Surg* 2014; 18(3): 532-541. <https://doi.org/10.1007/s11605-014-2454-z>.
5. de Geus SW, Woods AP, Papageorge MV et al. Combined Hepatopancreaticobiliary Volume and Hepatectomy Outcomes in Hepatocellular Carcinoma Patients at Low-Volume Liver Centers. *J Am Coll Surg* 2021; 232(6): 864-871. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2021.01.017>.
6. Dhar VK, Wima K, Lee TC et al. Perioperative blood transfusions following hepatic lobectomy: A national analysis of academic medical centers in the modern era. *HPB (Oxford)* 2019; 21(6): 748-756. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2018.10.022>.

7. Diggs LP, Aversa JG, Wiemken TL et al. Patient Comorbidities Drive High Mortality Rates Associated with Major Liver Resections Irrespective of Hospital Volume. *Am Surg* 2021; 87(7): 1163-1170. <https://doi.org/10.1177/0003134820973368>.
8. Endo Y, Moazzam Z, Woldesenbet S et al. Hospital Volume and Textbook Outcomes in Minimally Invasive Hepatectomy for Hepatocellular Carcinoma. *J Gastrointest Surg* 2023; 27(5): 956-964. <https://doi.org/10.1007/s11605-023-05609-9>.
9. Farges O, Goutte N, Bendersky N, Falissard B. Incidence and risks of liver resection: an all-inclusive French nationwide study. *Ann Surg* 2012; 256(5): 697-704; discussion 704-695. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31827241d5>.
10. Filmann N, Walter D, Schadde E et al. Mortality after liver surgery in Germany. *Br J Surg* 2019; 106(11): 1523-1529. <https://doi.org/10.1002/bjs.11236>.
11. Gorgec B, Fichtinger RS, Ratti F et al. Comparing practice and outcome of laparoscopic liver resection between high-volume expert centres and nationwide low-to-medium volume centres. *Br J Surg* 2021; 108(8): 983-990. <https://doi.org/10.1093/bjs/znab096>.
12. Holliday EB, Allen PK, Elhalawani H, Abdel-Rahman O. Treatment at a high-volume centre is associated with improved survival among patients with non-metastatic hepatocellular carcinoma. *Liver Int* 2018; 38(4): 665-675. <https://doi.org/10.1111/liv.13561>.
13. Huiskens J, Schadde E, Lang H et al. Avoiding postoperative mortality after ALPPS- development of a tumor-specific risk score for colorectal liver metastases. *HPB (Oxford)* 2019; 21(7): 898-905. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2018.11.010>.
14. Hunger R, Mantke A, Herrmann C et al. Hospital volume and mortality in liver resections for colorectal metastasis using population-based administrative data. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2019; 26(12): 548-556. <https://doi.org/10.1002/jhbp.680>.
15. Idrees JJ, Merath K, Gani F et al. Trends in centralization of surgical care and compliance with National Cancer Center Network guidelines for resected cholangiocarcinoma. *HPB (Oxford)* 2019; 21(8): 981-989. <https://doi.org/10.1016/j.hpb.2018.11.013>.
16. Lau K, Salami A, Barden G et al. The effect of a regional hepatopancreaticobiliary surgical program on clinical volume, quality of cancer care, and outcomes in the Veterans Affairs system. *JAMA Surgery* 2014; 149(11): 1153-1161. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2014.1711>.
17. Magnin J, Bernard A, Cottenet J et al. Impact of hospital volume in liver surgery on postoperative mortality and morbidity: nationwide study. *Br J Surg* 2023; 110(4): 441-448. <https://doi.org/10.1093/bjs/znac458>.
18. McColl RJ, Shaheen AA, Brar B et al. Survival after hepatic resection: impact of surgeon training on long-term outcome. *Can J Surg* 2013; 56(4): 256-262. <https://doi.org/10.1503/cjs.023611>.

19. Nassar A, Tzedakis S, Marchese U et al. Impact of COVID-19 lockdowns on postoperative morbidity after hepatectomy: A propensity-score matching study on a national French database. *Surgery (United States)* 2023; 174(2): 196-202.
<https://doi.org/10.1016/j.surg.2023.03.008>.
20. Olthof PB, Elfrink AKE, Marra E et al. Volume-outcome relationship of liver surgery: a nationwide analysis. *Br J Surg* 2020; 107(7): 917-926. <https://doi.org/10.1002/bjs.11586>.
21. Qi Y, LeVan TD, Haynatzki G et al. Development of an Integer-based Risk Score to Predict 90-Day Mortality After Hepatectomy in Patients With Hepatocellular Carcinoma. *Am J Clin Oncol* 2020; 43(9): 640-647. <https://doi.org/10.1097/coc.0000000000000724>.
22. Romatoski KS, Chung SH, de Geus SWL et al. Combined High-Volume Common Complex Cancer Operations Safeguard Long-Term Survival in a Low-Volume Individual Cancer Operation Setting. *Ann Surg Oncol* 2023; 30(9): 5352-5360. <https://doi.org/10.1245/s10434-023-13680-4>.
23. Sahara K, Merath K, Hyer JM et al. Impact of Surgeon Volume on Outcomes and Expenditure Among Medicare Beneficiaries Undergoing Liver Resection: the Effect of Minimally Invasive Surgery. *J Gastrointest Surg* 2020; 24(7): 1520-1529.
<https://doi.org/10.1007/s11605-019-04323-9>.
24. Sanaiha Y, Juo YY, Aguayo E et al. Incidence and trends of cardiac complications in major abdominal surgery. *Surgery* 2018; 164(3): 539-545.
<https://doi.org/10.1016/j.surg.2018.04.030>.
25. Serradilla-Martin M, Villodre C, Falgueras-Verdaguer L et al. Feasibility and Short-Term Outcomes in Liver-First Approach: A Spanish Snapshot Study (the RENACI Project). *Cancers (Basel)* 2024; 16(9). <https://doi.org/10.3390/cancers16091676>.
26. Shaikh CF, Woldesenbet S, Munir MM et al. Is surgical treatment of hepatocellular carcinoma at high-volume centers worth the additional cost? *Surgery* 2024; 175(3): 629-636.
<https://doi.org/10.1016/j.surg.2023.06.044>.
27. Skipworth RJ, Parks RW, Stephens NA et al. The relationship between hospital volume and post-operative mortality rates for upper gastrointestinal cancer resections: Scotland 1982-2003. *Eur J Surg Oncol* 2010; 36(2): 141-147.
<https://doi.org/10.1016/j.ejso.2009.10.004>.
28. Spolverato G, Ejaz A, Hyder O et al. Failure to rescue as a source of variation in hospital mortality after hepatic surgery. *Br J Surg* 2014; 101(7): 836-846.
<https://doi.org/10.1002/bjs.9492>.
29. Sutton JM, Hoehn RS, Ertel AE et al. Cost-Effectiveness in Hepatic Lobectomy: the Effect of Case Volume on Mortality, Readmission, and Cost of Care. *J Gastrointest Surg* 2016; 20(2): 253-261. <https://doi.org/10.1007/s11605-015-2964-3>.

30. Tsilimigras DI, Chatzipanagiotou O, Woldesenbet S et al. Practice Patterns and Outcomes Among Surgical Oncology Fellowship Graduates Performing Complex Cancer Surgery in the United States Across Different Career Stages. *Ann Surg Oncol* 2024; 31(8): 4873-4881.
<https://doi.org/10.1245/s10434-024-15436-0>.
31. Uhlig J, Sellers CM, Khan SA et al. Hepatocellular carcinoma: Impact of academic setting and hospital volume on patient survival. *Surg Oncol* 2019; 31: 111-118.
<https://doi.org/10.1016/j.suronc.2019.10.009>.
32. van der Geest LG, van Meer S, Schrier JG et al. Survival in relation to hospital type after resection or sorafenib treatment for hepatocellular carcinoma in The Netherlands. *Clinics & Research in Hepatology & Gastroenterology* 2015; 39(6): 725-735.
<https://doi.org/10.1016/j.clinre.2015.02.004>.
33. Vigano L, Cimino M, Aldrighetti L et al. Multicentre evaluation of case volume in minimally invasive hepatectomy. *Br J Surg* 2020; 107(4): 443-451.
<https://doi.org/10.1002/bjs.11369>.
34. Wanis KN, Linecker M, Madenci AL et al. Variation in complications and mortality following ALPPS at early-adopting centers. *HPB (Oxford)* 2021; 23(1): 46-55.
<https://doi.org/10.1016/j.hpb.2020.04.009>.
35. Wasif N, Etzioni DA, Habermann EB et al. Does Improved Mortality at Low- and Medium-Volume Hospitals Lead to Attenuation of the Volume to Outcomes Relationship for Major Visceral Surgery? *J Am Coll Surg* 2018; 227(1): 85-93.e9.
<https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2018.02.011>.
36. Zwintscher NP, Azarow KS, Horton JD. Morbidity and mortality associated with liver resections for primary malignancies in children. *Pediatr Surg Int* 2014; 30(5): 493-497.
<https://doi.org/10.1007/s00383-014-3492-z>.

Nicht E9

1. Chan YC, Li WF, Lin TL et al. Lin's clamp revisited: A safe model for training in liver resection. *Formosan Journal of Surgery* 2013; 46(2): 42-47.
<https://doi.org/10.1016/j.fjs.2013.02.001>.
2. Cheung TT, Dai WC, Tsang SH et al. Pure Laparoscopic Hepatectomy Versus Open Hepatectomy for Hepatocellular Carcinoma in 110 Patients With Liver Cirrhosis: A Propensity Analysis at a Single Center. *Ann Surg* 2016; 264(4): 612-620.
<https://doi.org/10.1097/sla.0000000000001848>.
3. Cheung TT, Poon RT. Synchronous resections of primary colorectal tumor and liver metastasis by laparoscopic approach. *World J Hepatol* 2013; 5(6): 298-301.
<https://doi.org/10.4254/wjh.v5.i6.298>.

4. Chin KM, Linn YL, Cheong CK et al. Minimally invasive versus open right anterior sectionectomy and central hepatectomy for central liver malignancies: a propensity-score-matched analysis. *ANZ J Surg* 2021; 91(4): E174-E182. <https://doi.org/10.1111/ans.16719>.
5. Chiu CC, Lee KT, Lee HH et al. Comparison of Models for Predicting Quality of Life After Surgical Resection of Hepatocellular Carcinoma: a Prospective Study. *J Gastrointest Surg* 2018; 22(10): 1724-1731. <https://doi.org/10.1007/s11605-018-3833-7>.
6. Goh BKP, Teo JY, Lee SY et al. Critical appraisal of the impact of individual surgeon experience on the outcomes of laparoscopic liver resection in the modern era: collective experience of multiple surgeons at a single institution with 324 consecutive cases. *Surg Endosc* 2018; 32(4): 1802-1811. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5864-7>.
7. Guro H, Cho JY, Han HS et al. Outcomes of major laparoscopic liver resection for hepatocellular carcinoma. *Surg Oncol* 2018; 27(1): 31-35. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2017.11.006>.
8. Hasegawa Y, Nitta H, Sasaki A et al. Laparoscopic left lateral sectionectomy as a training procedure for surgeons learning laparoscopic hepatectomy. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2013; 20(5): 525-530. <https://doi.org/10.1007/s00534-012-0591-x>.
9. Jin B, Yang M, Wang Y et al. Safety and Perioperative Outcomes of Laparoscopic vs. Open Hepatectomy of Central-Located Liver Lesions: A Multicenter, Propensity Score-Matched, Retrospective Cohort Study. *J Clin Med* 2023; 12(6). <https://doi.org/10.3390/jcm12062164>.
10. Krenzien F, Schmelzle M, Pratschke J et al. Propensity Score-Matching Analysis Comparing Robotic Versus Laparoscopic Limited Liver Resections of the Posterosuperior Segments: An International Multicenter Study. *Ann Surg* 2024; 279(2): 297-305. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000006027>.
11. Liu Q, Zhang W, Zhao JJ et al. Propensity-score Matched and Coarsened-exact Matched Analysis Comparing Robotic and Laparoscopic Major Hepatectomies: An International Multicenter Study of 4822 Cases. *Ann Surg* 2023; 278(6): 969-975. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000005855>.
12. Lu CC, Chiu CC, Wang JJ et al. Volume-outcome associations after major hepatectomy for hepatocellular carcinoma: a nationwide Taiwan study. *J Gastrointest Surg* 2014; 18(6): 1138-1145. <https://doi.org/10.1007/s11605-014-2513-5>.
13. Mehrotra S, Lalwani S, Nundy S. Management strategies for patients with hilar cholangiocarcinomas: Challenges and solutions. *Hepat Med* 2020; 12: 1-13. <https://doi.org/10.2147/hmer.S223022>.
14. Talukdar A, Banno S, Purkayastha J et al. A study of outcomes, technical safety, and feasibility of D-2 lymphadenectomy in gastric cancer. *JGH Open* 2020; 4(6): 1114-1118. <https://doi.org/10.1002/jgh3.12402>.

15. Troisi RI, Cho HD, Giglio MC et al. Robotic and laparoscopic right lobe living donation compared to the open approach: A multicenter study on 1194 donor hepatectomies. *Liver Transpl* 2024; 30(5): 484-492. <https://doi.org/10.1097/lt.000000000000304>.

Anhang A Suchstrategien

Suche nach systematischen Übersichten

1. MEDLINE

Suchoberfläche: Ovid

- Ovid MEDLINE(R) ALL 1946 to May 20, 2024

Es wurde folgender Filter übernommen:

- Systematische Übersicht: Wong [40]– High specificity strategy (adaptiert)

#	Searches
1	(liver resection or hepatectomy).mp.
2	((minim* or high* or low or patient or outcome* or importance*) adj3 (volume* or caseload)).ab,ti.
3	((hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon* or provider* or physician*) adj2 (factor* or effect*)).ab,ti.
4	((hospital* or center* or centre* or unit*) adj5 (type or level or small* or size)).ab,ti.
5	((hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon* or surgical* or physician* or provider*) adj2 (volume* or caseload* or experience* or characteristic* or performance*)).ab,ti.
6	((improve* adj2 outcome*) and (hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon*)).ti,ab.
7	((surgeon* or surgical* or physician* or provider* or specialist*) adj3 outcome*).ti,ab.
8	(referral* adj3 (selective* or volume* or rate*)).ti,ab.
9	or/2-8
10	and/1,9
11	cochrane database of systematic reviews.jn.
12	(search or MEDLINE or systematic review).tw.
13	(meta analysis or systematic review).pt.
14	or/11-13 [Wong - High specificity strategy]
15	14 not (exp animals/ not humans.sh.)
16	and/10,15
17	16 and (english or german or multilingual or undetermined).lg.
18	..l/ 16 yr=2019-Current

2. International HTA Database

Suchoberfläche: INAHTA

#	Searches
1	liver resection or hepatectomy
2	((minimum* OR hospital*) AND volume*)
3	#2 AND #1

Suche nach Primärstudien

1. MEDLINE

Suchoberfläche: Ovid

- Ovid MEDLINE(R) ALL 1946 to July 15, 2024

#	Searches
1	Hepatectomy/
2	((liver* or hepatic* or hepato*) adj3 (resection* or lobectom*)).ti,ab.
3	hepatectom*.ti,ab.
4	or/1-3
5	((minim* or high* or low or patient or outcome* or importance*) adj3 (volume* or caseload)).ab,ti.
6	((hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon* or provider* or physician*) adj2 (factor* or effect*)).ab,ti.
7	((hospital* or center* or centre* or unit*) adj5 (type or level or small* or size)).ab,ti.
8	((hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon* or surgical* or physician* or provider*) adj2 (volume* or caseload* or experience* or characteristic* or performance*)).ab,ti.
9	((improve* adj2 outcome*) and (hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon*)).ti,ab.
10	((surgeon* or surgical* or physician* or provider* or specialist*) adj3 outcome*).ti,ab.
11	(referral* adj3 (selective* or volume* or rate*)).ti,ab.
12	or/5-11
13	and/4,12
14	(animals/ not humans/) or comment/ or editorial/ or exp review/ or meta analysis/ or consensus/ or exp guideline/
15	hi.fs. or case report.mp.
16	or/14-15
17	13 not 16
18	17 and (english or german or multilingual or undetermined).lg.
19	18 and 2010:3000.(dp).

2. Embase

Suchoberfläche: Ovid

- Embase 1974 to 2024 July 15

#	Searches
1	exp hepatectomy/
2	liver resection/
3	((liver* or hepatic* or hepato*) adj3 (resection* or lobectom*)).ti,ab.
4	hepatectom*.ti,ab.
5	or/1-4
6	((minim* or high* or low or patient or outcome* or importance*) adj3 (volume* or caseload)).ab,ti.
7	((hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon* or provider* or physician*) adj2 (factor* or effect*)).ab,ti.
8	((hospital* or center* or centre* or unit*) adj5 (type or level or small* or size)).ab,ti.
9	((hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon* or surgical* or physician* or provider*) adj2 (volume* or caseload* or experience* or characteristic* or performance*)).ab,ti.
10	((improve* adj2 outcome*) and (hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon*)).ti,ab.
11	((surgeon* or surgical* or physician* or provider* or specialist*) adj3 outcome*).ti,ab.
12	(referral* adj3 (selective* or volume* or rate*)).ti,ab.
13	or/6-12
14	and/5,13
15	14 not medline.cr.
16	15 not (exp animal/ not exp human/)
17	16 not (Conference Abstract or Conference Review or Editorial).pt.
18	17 not ((afrikaans or albanian or arabic or armenian or azerbaijani or basque or belorussian or bosnian or bulgarian or catalan or chinese or croatian or czech or danish or dutch or english or esperanto or estonian or finnish or french or gallegan or georgian or german or greek or hebrew or hindi or hungarian or icelandic or indonesian or irish gaelic or italian or japanese or korean or latvian or lithuanian or macedonian or malay or norwegian or persian or polish or polyglot or portuguese or pushto or romanian or russian or scottish gaelic or serbian or slovak or slovene or spanish or swedish or thai or turkish or ukrainian or urdu or uzbek or vietnamese) not (english or german)).lg.
19	limit 18 to yr="2010 -Current"

3. The Cochrane Library

Suchoberfläche: Wiley

- Cochrane Central Register of Controlled Trials: Issue 7 of 12, July 2024

#	Searches
#1	[mh ^Hepatectomy]
#2	((liver* OR hepatic* OR hepato*) NEAR/3 (resection* OR lobectom*)):ti,ab
#3	hepatectom*:ti,ab
#4	#1 OR #2 OR #3
#5	((minim* or high* or low or patient or outcome* or importance*) NEAR/3 (volume* or caseload)):ti,ab
#6	((hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon* or provider* or physician*) NEAR/2 (factor* or effect*)):ti,ab
#7	((hospital* or center* or centre* or unit*) NEAR/5 (type or level or small* or size)):ti,ab
#8	((hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon* or surgical* or physician* or provider*) NEAR/2 (volume* or caseload* or experience* or characteristic* or performance*)):ti,ab
#9	((improve* NEAR/2 outcome*) and (hospital* or center* or centre* or unit* or surgeon*)):ti,ab
#10	((surgeon* or surgical* or physician* or provider* or specialist*) NEAR/3 outcome*):ti,ab
#11	(referral* NEAR/3 (selective* or volume* or rate*)):ti,ab
#12	#5 or #6 or #7 or #8 or #9 or #10 or #11
#13	#4 and #12
#14	#13 not (*clinicaltrial*gov* or *who*trialssearch* or *clinicaltrialsregister*eu* or *anzctr*org*au* or *trialregister*nl* or *irct*ir* or *isrctn* or *controlled*trials*com* or *drks*de*):so
#15	#14 not ((language next (afr or ara or aze or bos or bul or car or cat or chi or cze or dan or dut or es or est or fin or fre or gre or heb or hrv or hun or ice or ira or ita or jpn or ko or kor or lit or nor or peo or per or pol or por or pt or rom or rum or rus or slo or slv or spa or srp or swe or tha or tur or ukr or urd or uzb)) not (language near/2 (en or eng or english or ger or german or mul or unknown)))
#16	#15 with Publication Year from 2010 to 2024, in Trials

Anhang B Patientencharakteristika

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehrseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Buettner 2016						
LM-Kategorie pro KH und Jahr		niedrig: ≤ 11	mittel: > 11 bis < 45 ^a	hoch: ≥ 46		
Anzahl der Patientinnen / Patienten	5075	1824	1568	1683		
partielle Hepatektomie, n (%)	3097 (61,0 ^b)					
Lobektomie, n (%)	1978 (39,0 ^b)					
Alter [Jahre], n (%) ^c						
< 50	921 (18,2)					
50–59	1362 (26,8)					
60–69	1509 (29,7)					
≥ 70	1282 (25,3)					
Geschlecht [w / m], %	45 ^a / 55					
Charlson-Comorbidity-Score > 6, n (%) ^d	1042 (20,5)					
LM-Kategorie pro Ärztin / Arzt und Jahr		niedrig: ≤ 4	mittel: > 4 bis < 16	hoch: ≥ 16		
Anzahl der Patientinnen / Patienten	5075	1722 ^b	1720 ^b	1633 ^b		
Grunderkrankung						
primäres Leberkarzinom	k. A.					
Lebermetastasen	k. A.					

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehreseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Elshami 2023						
LM-Kategorie pro KH und Jahr		niedrig: < 7	hoch: ≥ 7			
Anzahl der Patientinnen / Patienten	2471	2321	150			
Alter [Jahre], Median (IQR)	k. A.	66 (58–73)	65 (58–71)			
Alter ≥ 65 Jahre, n (%)	1383 (56,0) ^b	1306 (56,3)	77 (51,3)			
Geschlecht [w / m], %	57 ^b / 43 ^d	56 ^b / 44	65 ^b / 35			
Charlson-Deyo-Score, n (%)						
0	1729 (70,0) ^b	1617 (69,7)	112 (74,7)			
1	542 (21,9) ^b	510 (22,0)	32 (21,3)			
≥ 2	200 (8,1) ^b	194 (8,3)	6 (4,0)			
Grunderkrankung, n						
perihiliäres Cholangiokarzinom	2471					

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehrseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Gani 2017						
LM-Kategorie pro KH und Jahr		niedrig: < 12	mittel: 12 – 45	hoch: > 45		
Anzahl der Patientinnen / Patienten	14 296	4341	4608	5347		
Major-Hepatektomie, n (%)	4789 (33,5)	1389 (32,0) ^b	1695 (36,8) ^b	1705 (31,9) ^b		
partielle Lobektomie, n (%)	9507 (66,5)	2952 (68,0) ^b	2913 (63,2) ^b	3642 (68,1) ^b		
Alter [Jahre], Median (IQR)	61 (52–70)					
Alter [Jahre], n (%)						
18–44	1477 (10,1)					
45–64	6996 (48,9)					
65–74	3885 (27,2)					
> 75	1968 (13,8)					
Geschlecht [w / m], %	46 / 54					
Charlson-Comorbidity-Score, n (%)						
2	1300 (9,1)					
3–5	1783 (12,5)					
6	7992 (55,9)					
> 6	3221 (22,5)					
Grunderkrankung, n (%)						
primäres Leberkarzinom	3693 (25,8)					
Lebermetastasen	10 603 (74,2)					

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehreseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Hashimoto 2017^e						
LM-Kategorie pro Arzt und Jahr						
Anzahl der Patientinnen / Patienten	13 467					
Lobektomie, n (%)	3757 (27,9) ^b					
Wedge-Resektion, n (%)	9710 (72,1) ^b					
Alter [Jahre], MW (SD)	58,0 (14,3) ^b					
Geschlecht [k. A. / k. A.], %	51 ^{d, f} / 49 ^{d, f}					
Charlson-Comorbidity-Score, Median (IQR)	6 ^b (k. A. ^g)					
Grunderkrankung	k. A.					
Hoerger 2023						
LM-Kategorie pro KH und Jahr		niedrig: < 46	hoch: ≥ 46			
Anzahl der Patientinnen / Patienten	17 833	14 206	3627			
Minor-Hepatektomie, n (%)	10 305 (57,8) ^b	8277 (58,3)	2028 (55,9)			
Major-Hepatektomie, n (%)	7528 (42,2) ^b	5929 (41,7)	1599 (44,1)			
Alter [Jahre], Median (IQR)	k. A.	66 (58–73)	64 (57–71)			
Geschlecht [w / m], %	35 ^b / 65 ^b	36 ^b / 64	34 ^b / 66			
Charlson-Deyo-Comorbidity-Score, n (%)						
0–1	14 728 (82,6) ^b	11 633 (81,9)	3095 (85,3)			
≥ 2	3105 (17,4) ^b	2573 (18,1)	532 (14,7)			
Grunderkrankung, n (%)						
HCC	13 066 (73,3) ^b	10 489 (73,8)	2577 (71,1)			
ICC	4767 (26,7) ^b	3717 (26,2)	1050 (28,9)			

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehreseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Krautz 2020						
LM-Kategorie pro KH und Jahr		sehr niedrig: 1–10	niedrig: 11–20	mittel: 21–40	hoch: 41–100	sehr hoch: > 100
Anzahl der Patientinnen / Patienten	31 114 ^b	9734	4953	4648	6555	5224
Major-Resektion, n (%)	17 273 (55,5 ^b)	4208 (43,2)	2480 (50,1)	2646 (56,9)	4399 (67,1)	3540 (67,8)
Trisektorektomie ^h	3286 (10,6 ^b)	463 (4,8)	393 (7,9)	515 (11,1)	989 (15,1)	926 (17,7)
Hemihepatektomie ^h	13 987 (45,0 ^b)	3745 (38,5)	2087 (42,1)	2131 (45,9)	3410 (52,0)	2614 (50,0)
Alter [Jahre], MW ⁱ	62,8 ^b	65,0	64,1	63,1	61,6	60,6
Alter ≥ 65 Jahre, n (%)	8863 (51,3) ^b	2455 (58,3)	1369 (55,2)	1385 (52,3)	2092 (47,6)	1562 (44,1)
Geschlecht [w / m], %	43 ^b / 57 ^b	42 / 58 ^b	41 / 59 ^b	42 / 58 ^b	43 / 57 ^b	45 / 55 ^b
Minor-Resektion, n (%)	13 841 (44,5 ^b)	5526 (56,8)	2473 (49,9)	2002 (43,1)	2156 (32,9)	1684 (32,2)
Bisegmentektomie	5523 (17,8 ^b)	2218 (22,8)	956 (19,3)	816 (17,6)	884 (13,5)	649 (12,4)
multiple Segmentektomie	8318 (26,7 ^b)	3308 (34,0)	1517 (30,6)	1186 (25,5)	1272 (19,4)	1035 (19,8)
Alter [Jahre], MW ⁱ	63,4 ^b	65,2	64,5	62,6	61,2	59,9
Alter ≥ 65 Jahre, n (%)	7423 (53,6) ^b	3228 (58,4)	1416 (57,3)	1034 (51,7)	1006 (46,7)	739 (43,9)
Geschlecht [w / m], %	44 ^b / 56 ^b	45 / 55 ^b	44 / 56 ^b	42 / 58 ^b	44 / 56 ^b	48 / 52 ^b
Komorbidität, n (%)						
koronare Herzkrankheit	3266 (10,5) ^b	1152 (11,8)	573 (11,6)	466 (10,0)	569 (8,7)	506 (9,7)
Bluthochdruck	13 844 (44,5) ^b	4656 (47,8)	2197 (44,4)	1980 (42,6)	2767 (42,2)	2244 (43,0)
periphere Gefäßerkrankungen	459 (1,5) ^b	167 (1,7)	71 (1,4)	57 (1,2)	90 (1,4)	74 (1,4)
COPD	2011 (6,5) ^b	737 (7,6)	299 (6,0)	301 (6,5)	347 (5,3)	327 (6,3)
chronische Lebererkrankung	3643 (11,7) ^b	947 (9,7)	514 (10,4)	541 (11,6)	843 (12,9)	798 (15,3)
schwere Nierenerkrankung	2263 (7,3) ^b	853 (8,8)	383 (7,8)	355 (7,6)	414 (6,3)	258 (4,9)
Diabetes mellitus	6414 (20,6) ^b	1969 (20,2)	978 (19,7)	851 (18,3)	1151 (17,6)	1465 (28,0)

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehreseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Adipositas	2442 (7,8) ^b	767 (7,9)	383 (7,7)	321 (6,9)	494 (7,5)	477 (9,1)
Koagulopathie	351 (1,1) ^b	109 (1,1)	67 (1,4)	69 (1,5)	79 (1,2)	27 (0,5)
Grunderkrankung, n (%)						
Metastasen	14 009 (45,0) ^b	4664 (47,9)	2439 (49,2)	2221 (47,8)	2764 (42,2)	1921 (36,8)
maligne hepatobiliäre Neoplasie	10 011 (32,2) ^b	2553 (26,2)	1442 (29,1)	1444 (31,1)	2362 (36,0)	2210 (42,3)
benigne hepatobiliäre Erkrankung	2456 (7,9) ^b	711 (7,3)	344 (6,9)	366 (7,9)	583 (8,9)	452 (8,7)
andere	4638 (14,9) ^b	1806 (18,6)	728 (14,7)	617 (13,3)	846 (12,9)	641 (12,3)
Lee 2019						
LM-Kategorie pro KH und Jahr		niedrig: < 11	hoch: ≥ 11			
Anzahl der Patientinnen / Patienten	2256					
Alter ≥ 65 Jahre, n (%)	1112 (49,3) ^b					
Geschlecht [w / m], %	54 ^b / 46 ^b					
Charlson-Deyo-Comorbidity-Score, n (%)						
0	1516 (67,2) ^b					
1	512 (22,7) ^b					
≥ 2	228 (10,1) ^b					
Grunderkrankung, n (%)						
ICC Stadium I	766 (34,0) ^b					
ICC Stadium II	425 (18,8) ^b					
ICC Stadium III	218 (9,7) ^b					
Stadium unbekannt	844 (37,4) ^b					

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehreseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Shaw 2013						
LM-Kategorie pro KH und Jahr		niedrig: < 40	mittel: 40 – 100	hoch: ≥ 100		
LM-Kategorie pro Ärztin / Arzt und Jahr		niedrig: < 12	mittel: 12 – 38	hoch: > 38		
Anzahl der Patientinnen / Patienten	8962	2563 ^b	3306 ^b	3093 ^b		
Alter [Jahre], Median (IQR)	57 (k. A.)					
Geschlecht [w / m], %	53 ^b / 47 ^b					
Komorbidität, n (%)	k. A.					
Grunderkrankung, n (%)						
primäre maligne Erkrankung	2035 (22,7) ^b					
sekundäre maligne Erkrankung	5628 (62,8) ^b					
gutartige Erkrankung	1299 (14,5) ^b					

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehreseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Uttinger 2022						
LM-Kategorie pro KH und Jahr		niedrig: < 25	hoch: ≥ 25			
Anzahl der Patientinnen / Patienten ^k	28 791	15 654	13 137			
Trisektorektomie, n (%)	3367 (11,7)	1186 (7,6)	2181 (16,6)			
Hemihepatektomie, n (%)	13 116 (45,6)	6807 (43,5)	6309 (48,0)			
mehrfache Segmentresektion, n (%)	7522 (26,1)	4878 (31,2)	2644 (20,1)			
Bisegmentektomie, n (%)	4084 (14,2)	2660 (17,0)	1424 (10,8)			
Alter [Jahre], MW (SD)	64,3 (12,2)	66,0 (11,0)	62,3 (13,1)			
Alter [Jahre], n (%)						
≤ 59	8725 (30,3)	4031 (25,8)	4694 (35,7)			
60–74	14 417 (50,1)	7975 (50,9)	6442 (49,0)			
≥ 75	5649 (19,6)	3648 (23,3)	2001 (15,2)			
Geschlecht [w / m], %	39 / 61 ^b	40 / 60 ^b	39 / 61 ^b			
Charlson-Comorbidity-Score, MW (SD)	103,6 (5,8)	103,4 (5,6)	103,8 (6,0)			
Grunderkrankung, n (%)						
Leberkarzinom	10 246 (35,6)	4820 (30,8)	5426 (41,3)			
Gallenblasenkarzinom	865 (3,0)	518 (3,3)	347 (2,6)			
Cholangiokarzinom	1346 (4,7)	412 (2,6)	934 (7,1)			
sekundäre Neoplasien	16 334 (56,7)	9904 (63,3)	6430 (49,0)			

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehrseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Zaydfudim 2018						
LM pro KH und Jahr						
MW; Median; gew. Spannweite	23,6; 15; 5-900					
Anteil KH mit LM > 5, %	73,4					
Anzahl der Patientinnen / Patienten	2750					
Alter [Jahre], n (%)						
< 40	450 (16,4)					
40-49	390 (14,2)					
50-59	660 (24,0)					
60-69	695 (25,3)					
70-79	445 (16,2)					
80-89	110 (4,0)					
Geschlecht [m / w], %	k. A. / k. A.					
Komorbidität, wie:						
Alkoholmissbrauch/-abhängigkeit	70 (2,5)					
COPD	360 (13,1)					
Koagulopathie	350 (12,7)					
Diabetes mellitus (ohne Komplikationen)	390 (14,2)					
Diabetes mellitus mit chronischen Komplikationen	35 (1,3)					
Drogenabhängigkeit	40 (1,5)					
Bluthochdruck	1205 (43,8)					
Lebererkrankung	380 (13,8)					

Tabelle 17: Charakterisierung der Studienpopulationen (mehrseitige Tabelle)

Studie Charakteristikum Kategorie	Gesamt	LM-Kategorie 1	LM-Kategorie 2	LM-Kategorie 3	LM-Kategorie 4	LM-Kategorie 5
Metastasen	395 (14,4)					
Adipositas	265 (9,6)					
periphere Gefäßerkrankungen	80 (2,9)					
solider Tumor ohne Metastasen	390 (14,2)					
Grunderkrankung	k. A.					
<p>a. entsprechend den Angaben der Studienautorinnen / -autoren übernommen b. eigene Berechnung c. Eine Patientin / ein Patient fehlt. d. Ein Charlson-Score > 6 wurde als hohe Komorbidität eingestuft. e. Die Angaben zu den Patientencharakteristika beziehen sich in der Publikation auf Lobektomie und Wedge-Hepatektomie. f. Die in der Publikation angegebenen Daten lassen nicht erkennen, welchem Geschlecht die Anzahl zugeordnet werden kann. g. IQR liegt differenziert nach Karrierestand der Ärztin / des Arztes zwischen 3-8 und 3-9. h. Die in der Publikation angegebenen Daten sind in Abbildung 1 und Tabelle 2 unterschiedlich dargestellt. Hier wird die Darstellung aus Tabelle 2 übernommen. i. Die in der Publikation berichteten Standardabweichungen sind unplausibel. j. IQR unterscheidet sich zwischen „General surgeon“ und „Specialist surgeon“ zwischen 46-67 und 46-66. k. In der Publikation wurde als weiteres Verfahren die Transplantation mit einer Gesamtzahl von 702 (2,4 %) Patientinnen und Patienten angegeben (niedrige LM 123 (0,8 %) und hohe LM 579 (4,4 %) der Patientinnen und Patienten).</p> <p>HCC: hepatozelluläres Karzinom; ICC: intrahepatisches Cholangiokarzinom; IQR: Interquartilsabstand; KH: Krankenhaus; k. A.: keine Angabe; LM: Leistungsmenge; m: männlich; MW: Mittelwert; n: Anzahl der Patientinnen und Patienten in einer Kategorie; SD: Standardabweichung; w: weiblich</p>						

Anhang C Interventionen- und Prozeduren-Codes

Tabelle 18 Interventionen- und Prozeduren-Codes (mehrseitige Tabelle)

Studie Studien- zeitraum	Leistung ^a	Interventionen- / Prozeduren-Codes (Bedeutung ^b)	Ausgeschlossene Leistungen	Anmerkungen
Buettner 2016 01.01.2000– 31.12.2009	<ul style="list-style-type: none"> ▪ major liver surgery ▪ liver resection for a primary diagnosis of cancer (lobectomy and partial hepatectomy) 	ICD-9-CM <ul style="list-style-type: none"> ▪ 5022 (partielle Hepatektomie: Leberteilektomie) ▪ 5033 (Lobektomie der Leber) ▪ 1550 (bösartige Neubildung der Leber und der intrahepatischen Gallengänge: Leber und primärer Sitz) ▪ 1997 (bösartiges Neoplasma der Leber) 	k. A.	
Elshami 2023 2010–2017	<ul style="list-style-type: none"> ▪ intrahepatic bile duct excision with / without partial hepatectomy ▪ extended right or left lobectomy 	ICD for Oncology (3rd edition) histology codes <ul style="list-style-type: none"> ▪ 8010 (nicht spezifizierte Karzinome) ▪ 8140 (Adenokarzinom) ▪ 8160 (Gallengangsadenom, intrahepatisches Cholangiokarzinom) ▪ 8162 (Klatskin-Tumor) 	nicht onkologische Verfahren lokoregionärer therapeutischer Prozeduren: <ul style="list-style-type: none"> ▪ lokale Exzisionen ▪ Ablation ▪ Kryochirurgie ▪ Laserchirurgie ▪ photo-dynamische Therapie 	

Tabelle 18 Interventionen- und Prozeduren-Codes (mehrseitige Tabelle)

Studie Studien- zeitraum	Leistung ^a	Interventionen- / Prozeduren-Codes (Bedeutung ^b)	Ausgeschlossene Leistungen	Anmerkungen
Gani 2017 2001–2011	<ul style="list-style-type: none"> ▪ liver resection for primary liver cancer ▪ liver resection for a secondary metastatic liver lesion 	ICD-9-CM <ul style="list-style-type: none"> ▪ 50.22 (partielle Hepatektomie) ▪ 50.3 (Lobektomie der Leber) ▪ 155 (Bösartige Neubildung der Gallenblase und intrahepatischen Gallengänge) ▪ 155.0 (Leber, primärer Sitz) ▪ 155.1 (intrahepatische Gallengänge) ▪ 155.2 (Leber, ohne Angabe, ob primärer oder sekundärer Sitz) ▪ 197.7 (Sekundäre bösartige Neubildung der Atmungs- und Verdauungsorgane: Leber) 	Notoperationen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leberresektion wird unterteilt in Major-Hepatektomie und Lobektomie. ▪ Es werden offen chirurgische und minimalinvasive Verfahren berücksichtigt.
Hashimoto 2017 2000–2014	<ul style="list-style-type: none"> ▪ wedge hepatectomy ▪ lobectomy 	ICD-9-CM <ul style="list-style-type: none"> ▪ 50.22 (partielle Hepatektomie) ▪ 50.3 (Lobektomie der Leber) 	Trauma- oder Empfänger-Hepatektomie (z. B. Transplantation)	
Hoerger 2023 2004–2017	minor or major hepatectomy for primary liver tumors (HCC, ICC)	ICD for Oncology (3rd edition) code <ul style="list-style-type: none"> ▪ 8170 (Leberzelladenom, hepatozelluläres Karzinom o. n. A.) ▪ 8171 (fibrolamelläres Leberzellkarzinom) ▪ 8172 (szirrhöses hepatozelluläres Karzinom) ▪ 8173 (spindelzelliges hepatozelluläres Karzinom) ▪ 8174 (larzelliges hepatozelluläres Karzinom) ▪ 8175 (pleomorphes hepatozelluläres Karzinom) ▪ 8160 (Gallengangsadnom, intrahepatisches Cholangiokarzinom) 	Transplantation (61 und 75)	

Tabelle 18 Interventionen- und Prozeduren-Codes (mehreseitige Tabelle)

Studie Studien- zeitraum	Leistung ^a	Interventionen- / Prozeduren-Codes (Bedeutung ^b)	Ausgeschlossene Leistungen	Anmerkungen
Krautz 2020 2009–2015	<ul style="list-style-type: none"> ▪ major resection: <ul style="list-style-type: none"> ▫ trisectionectomy ▫ hemihepatectomy ▪ minor resection: <ul style="list-style-type: none"> ▫ multiple segmental resection ▫ bisegmentectomy 	<p>OPS-Codes</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 55021 (Hemihepatektomie links (Resektion der Segmente 2, 3, 4a und 4b)) ▪ 55022 (Hemihepatektomie rechts (Resektion der Segmente 5 bis 8)) ▪ 55023 (Trisektorektomie (Resektion der Segmente 4 bis 8)) ▪ 55024 (Bisegmentektomie (Lobektomie links) (Resektion der Segmente 2 und 3)) ▪ 55025 (Resektion sonstiger Segmentkombinationen Mit diesem Kode ist auch die Resektion mehrerer nicht zusammenhängender Segmente zu codieren) ▪ 55026 (Trisektorektomie (Resektion der Segmente 1 und 4 bis 8)) <p>ICD-10-GM</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ C77 (Sekundäre und nicht näher bezeichnete bösartige Neubildung der Lymphknoten) ▪ C78 (Sekundäre bösartige Neubildung der Atmungs- und Verdauungsorgane) ▪ C79 (Sekundäre bösartige Neubildung an sonstigen und nicht näher bezeichneten Lokalisationen) ▪ C22 (Bösartige Neubildung der Leber und der intrahepatischen Gallengänge) ▪ C23 (Bösartige Neubildung der Gallenblase) ▪ C24 (Bösartige Neubildung sonstiger und nicht näher bezeichneter Teile der Gallenwege) ▪ B670 (Echinococcus-granulosus-Infektion (zystische Echinokokkose) der Leber) ▪ B673 (Echinococcus-granulosus-Infektion (zystische Echinokokkose) an mehreren und sonstigen Lokalisationen) ▪ B674 (Echinococcus-granulosus-Infektion (zystische Echinokokkose), nicht näher bezeichnet Hundebandwurm [Infektion]) 	atypische Resektionen	

Tabelle 18 Interventionen- und Prozeduren-Codes (mehrseitige Tabelle)

Studie Studien- zeitraum	Leistung ^a	Interventionen- / Prozeduren-Codes (Bedeutung ^b)	Ausgeschlossene Leistungen	Anmerkungen
Krautz 2020 2009–2015	major resection: <ul style="list-style-type: none"> ▫ trisectionectomy ▫ hemihepatectomy minor resection: <ul style="list-style-type: none"> ▫ multiple segmental resection ▫ bisegmentectomy 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ B675 (Echinococcus-multilocularis-Infektion (alveoläre Echinokokkose) der Leber) ▪ B676 (Echinococcus-multilocularis-Infektion (alveoläre Echinokokkose) an mehreren und sonstigen Lokalisationen) ▪ B677 (Echinococcus-multilocularis-Infektion (alveoläre Echinokokkose), nicht näher bezeichnet) ▪ B678 (Nicht näher bezeichnete Echinokokkose der Leber) ▪ B679 (Sonstige und nicht näher bezeichnete Echinokokkose Echinokokkose o. n. A.) ▪ D134 (Gutartige Neubildung sonstiger und ungenau bezeichneter Teile des Verdauungssystems: Leber) ▪ D135 (Gutartige Neubildung sonstiger und ungenau bezeichneter Teile des Verdauungssystems: extrahepatische Gallengänge und Gallenblase) ▪ D376 (Neubildung unsicheren oder unbekanntes Verhaltens der Mundhöhle und der Verdauungsorgane: Leber, Gallenblase und Gallengänge Ampulla hepatopancreatica (Ampulla Vateri)) ▪ D3778 (Neubildung unsicheren oder unbekanntes Verhaltens der Mundhöhle und der Verdauungsorgane: sonstige Verdauungsorgane) ▪ D015 (Carcinoma in situ sonstiger und nicht näher bezeichneter Verdauungsorgane) 	atypische Resektionen	

Tabelle 18 Interventionen- und Prozeduren-Codes (mehrseitige Tabelle)

Studie Studien- zeitraum	Leistung ^a	Interventionen- / Prozeduren-Codes (Bedeutung ^b)	Ausgeschlossene Leistungen	Anmerkungen
Krautz 2020 2009–2015	major resection: <ul style="list-style-type: none"> ▫ trisectionectomy ▫ hemihepatectomy minor resection: <ul style="list-style-type: none"> ▫ multiple segmental resection ▫ bisegmentectomy 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ K768 (Sonstige näher bezeichnete Krankheiten der Leber: <ul style="list-style-type: none"> ▫ Einfache Leberzyste ▫ Erworbener intrahepatischer vaskulärer Shunt ▫ Fokale noduläre Hyperplasie der Leber ▫ Hepatoptose Exkl.: Vorhandensein eines transjugulären intrahepatischen portosystemischen Shunts) ▪ Q446 (Zystische Leberkrankheit (Zystenleber) Fibrozystische Leberkrankheit) ▪ K750 (Leberabszess: <ul style="list-style-type: none"> ▫ cholangitisch ▫ hämatogen ▫ lymphogen ▫ pylephlebitisch ▫ o. n. A. Exkl.: <ul style="list-style-type: none"> ▫ Cholangitis ohne Leberabszess ▫ Leberabszess durch Amöben ▫ Pylephlebitis ohne Leberabszess) 	atypische Resektionen	
Lee 2019 2004–2014	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hepatectomy: <ul style="list-style-type: none"> ▫ segmental resection ▫ hepatic lobectomy ▫ extended hepatic lobectomy 	k. A.	Lebertransplantation	

Tabelle 18 Interventionen- und Prozeduren-Codes (mehreseitige Tabelle)

Studie Studien- zeitraum	Leistung ^a	Interventionen- / Prozeduren-Codes (Bedeutung ^b)	Ausgeschlossene Leistungen	Anmerkungen
Shaw 2013 2007–2010	elective hepatectomy	ICD-9-CM <ul style="list-style-type: none"> ▪ 50.22 (partielle Hepatektomie) ▪ 50.3 (Lobektomie der Leber) 	k. A.	
Uttinger 2022 2009–2017	liver resections: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trisectionectomy ▪ Hemihepatectomy ▪ multiple segmental resection ▪ Bisegmentectomy 	ICD-Codes <ul style="list-style-type: none"> ▪ C22 (Bösartige Neubildung der Leber und der intrahepatischen Gallengänge) ▪ C23 (Bösartige Neubildung der Gallenblase) ▪ C24 (Bösartige Neubildung sonstiger und nicht näher bezeichneter Teile der Gallenwege) ▪ C78 (Sekundäre bösartige Neubildung der Atmungs- und Verdauungsorgane) OPS-Codes <ul style="list-style-type: none"> ▪ 55021 (Hemihepatektomie links (Resektion der Segmente 2, 3, 4a und 4b)) ▪ 55022 (Hemihepatektomie rechts (Resektion der Segmente 5 bis 8)) ▪ 55023 (Trisektorektomie (Resektion der Segmente 4 bis 8)) ▪ 55024 (Bisegmentektomie (Lobektomie links) (Resektion der Segmente 2 und 3)) ▪ 55025 (Resektion sonstiger Segmentkombinationen Mit diesem Code ist auch die Resektion mehrerer nicht zusammenhängender Segmente zu codieren) ▪ 55026 (Trisektorektomie (Resektion der Segmente 1 und 4 bis 8)) ▪ 5504 (Lebertransplantation) ▪ 55040 (Transplantation: komplett (gesamtes Organ)) ▪ 55041 (Transplantation: partiell (Split-Leber)) ▪ 55042 (Transplantation: auxiliär (linker Leberlappen zusätzlich zum eigenen Organ)) ▪ 55043 (Retransplantation, komplett (gesamtes Organ) während desselben 	k. A.	

Tabelle 18 Interventionen- und Prozeduren-Codes (mehrseitige Tabelle)

Studie Studien- zeitraum	Leistung ^a	Interventionen- / Prozeduren-Codes (Bedeutung ^b)	Ausgeschlossene Leistungen	Anmerkungen
Uttinger 2022 2009–2017	liver resections: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trisectionectomy ▪ Hemihepatectomy ▪ multiple segmental resection ▪ Bisegmentectomy 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ stationären Aufenthaltes Inkl.: Simultaner Hepatektomie) ▪ 55044 (Retransplantation, partiell (Split-Leber) während desselben stationären Aufenthaltes) ▪ 55045 (Retransplantation, auxiliär (linker Leberlappen zusätzlich zum vorhandenen Organ) während desselben stationären Aufenthaltes) 		
Zaydfudim 2018 2012	major hepatic lobectomy	ICD-9-CM <ul style="list-style-type: none"> ▪ 50.3 (Lobektomie der Leber) 	k. A.	

a. Die Leistung wird im Originalwortlaut der Studie angegeben.
b. Bedeutung der Prozedurencodes, wie von den Autorinnen und Autoren in der Publikation oder einem Anhang dazu oder in einer anderen zitierten Publikation angegeben.

ICD: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems; ICD-9-CM: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 9. Revision, clinical modification; ICD-10-GM: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 10. Revision, German Modification; k. A.: keine Angabe; o. n. A.: ohne nähere Angaben; OPS: Operationen- und Prozedurenschlüssel

Anhang D Datenbasis und Zeitraum der eingeschlossenen Studien

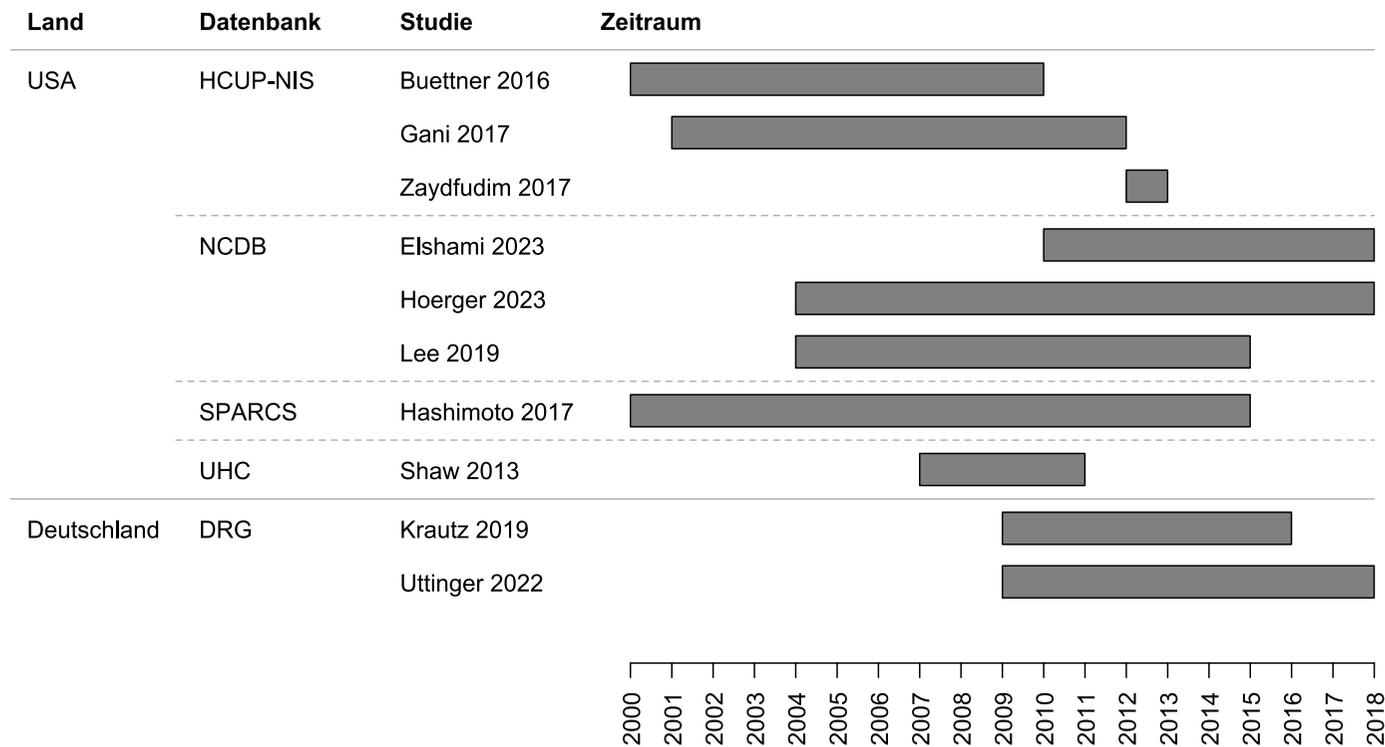


Abbildung 2: Datenbasis und Zeitraum der eingeschlossenen Studien. Wenn der Zeitraum der Datenerhebung ganzjährig angegeben wurde, wird davon ausgegangen, dass die Erhebung über das komplette Kalenderjahr erfolgte.

Anhang E Interne Validität der eingeschlossenen Studien (ausführliche Darstellung)

Tabelle 19: Interne Validität der Studien (ausführliche Darstellung) (mehrsseitige Tabelle)

Studie	Datenqualität			Statistische Modellierung					Publikationsqualität					Gesamtbewertung ^d
	Qualität der individuellen Daten	Adäquater Patientenfluss	Gesamtbewertung Datenqualität ^a	Adjustierung für Risikofaktoren	Adäquater Umgang mit fehlenden Daten	Plausible Bestimmung der Mengengrenzen	Angaben zur Modellgüte / Modellvalidierung	Gesamtbewertung statistische Modellierung ^b	Eindeutige Definition der Endpunkte	Ausreichende Angaben zur Bewertung der Volume-Outcome-Fragestellung	Ausreichende Angaben zu Patientencharakteristika	Adäquate Berichterstattung relevanter Aspekte	Gesamtbewertung Publikationsqualität ^c	
Buettner 2016	★	★	★	★★	?	+	-	★	+/-	+	+/-	?	★★	★
Elshami 2023	★	★	★	★★★	?	?	-	★★	+	+	+	?	★★★	★
Gani 2017	★	★★★	★	★★★	+	+	+/-	★★★	+	+/-	+	+	★★	★
Hashimoto 2017	★★	★	★	★★★	?	+	-	★★	-	+	+/-	+	★★	★
Hoerger 2023	★	★★	★	★★★	+	+/-	-	★★	+	+/-	+	+	★★	★
Krautz 2020	★★★	★★★	★★★	★★★	+	?	-	★★★	+/-	+/-	+	+	★★	★★
Lee 2019	★	★	★	★★★	-	+	-	★★	+/-	+	+/-	+	★★	★
Shaw 2013	★	★	★	★★	?	+	-	★	+/-	+	+/-	+	★★	★
Uttinger 2022	★★	★	★	★	?	+	-	★	+/-	+/-	+/-	+	★★	★
Zaydfudim 2018	★★	★★	★★	★★	+	+	+	★★	-	+/-	+/-	+	★	★

Tabelle 19: Interne Validität der Studien (ausführliche Darstellung) (mehrsseitige Tabelle)

Studie	Datenqualität			Statistische Modellierung				Publikationsqualität				Gesamtbewertung ^d
	Qualität der individuellen Daten	Adäquater Patientenfluss	Gesamtbewertung Datenqualität ^a	Adjustierung für Risikofaktoren	Adäquater Umgang mit fehlenden Daten	Plausible Bestimmung der Mengengrenzen	Angaben zur Modellgüte / Modellvalidierung	Gesamtbewertung statistische Modellierung ^b	Eindeutige Definition der Endpunkte	Ausreichende Angaben zur Bewertung der Volume-Outcome-Fragestellung	Ausreichende Angaben zu Patientencharakteristika	
<p>a. Die Gesamtbewertung der Datenqualität orientiert sich an der schlechtesten Bewertung in dieser Domäne. b. Für die Gesamtbewertung der statistischen Modellierung ist vor allem die Adjustierung maßgeblich. c. Für die Gesamtbewertung der Publikationsqualität sind vor allem eine klare und eindeutige Definition der relevanten Endpunkte, das Vorliegen ausreichender Angaben zur Einschätzung des Zusammenhangs sowie der Patientencharakteristika maßgeblich. d. Die Gesamtbewertung beruht maßgeblich auf der Datenqualität und der statistischen Modellierung.</p> <p>★: niedrige Qualität ★★: mäßige Qualität ★★★: hohe Qualität +: ja -: nein ?: unklar +/-: teilweise</p>												

Anhang F Forest Plot zur Zielgröße Gesamtüberleben

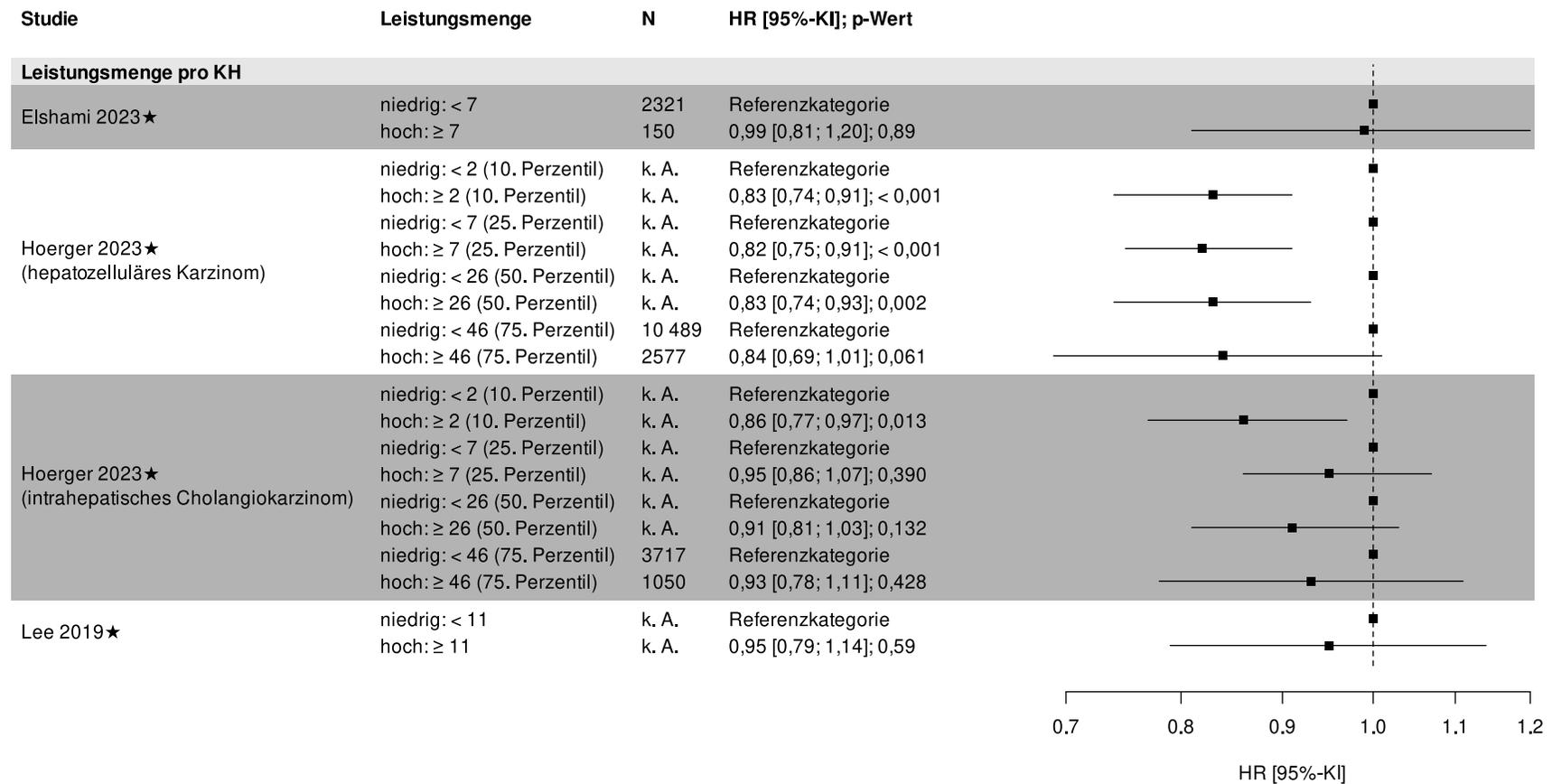


Abbildung 3: Forest Plot zur Zielgröße Gesamtüberleben

Anhang G Forest Plot zur Zielgröße kurzfristige Mortalität (Versterben im Krankenhaus)

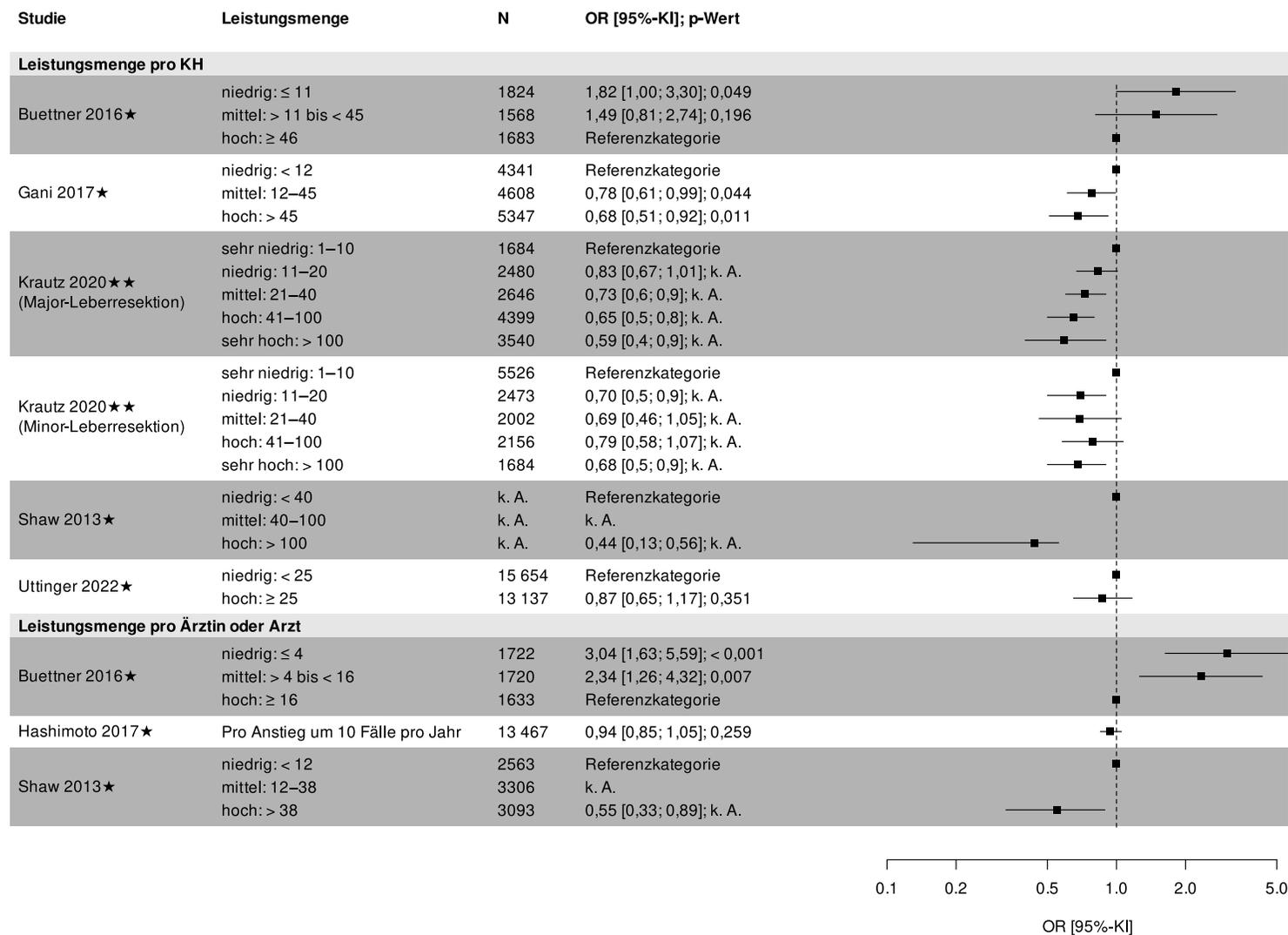


Abbildung 4: Forest Plot zur Zielgröße Versterben im Krankenhaus

Anhang H Forest Plot zur Zielgröße kurzfristige Mortalität (30-Tage-Mortalität)

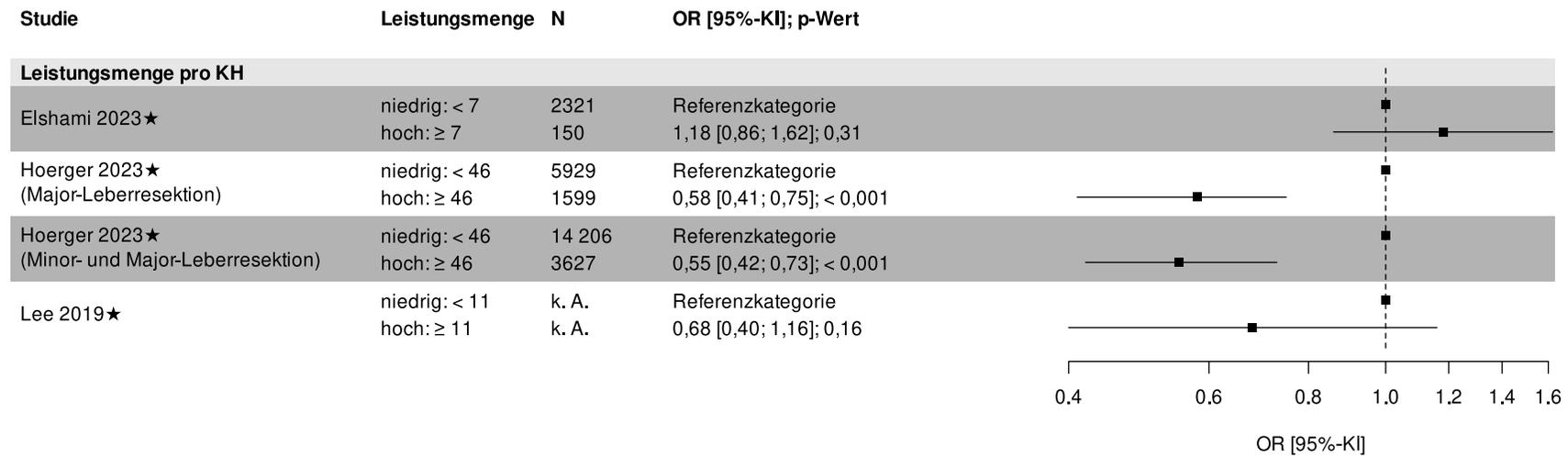


Abbildung 5: Forest Plot zur Zielgröße 30-Tage-Mortalität

Anhang I Forest Plot zur Zielgröße kurzfristige Mortalität (90-Tage-Mortalität)

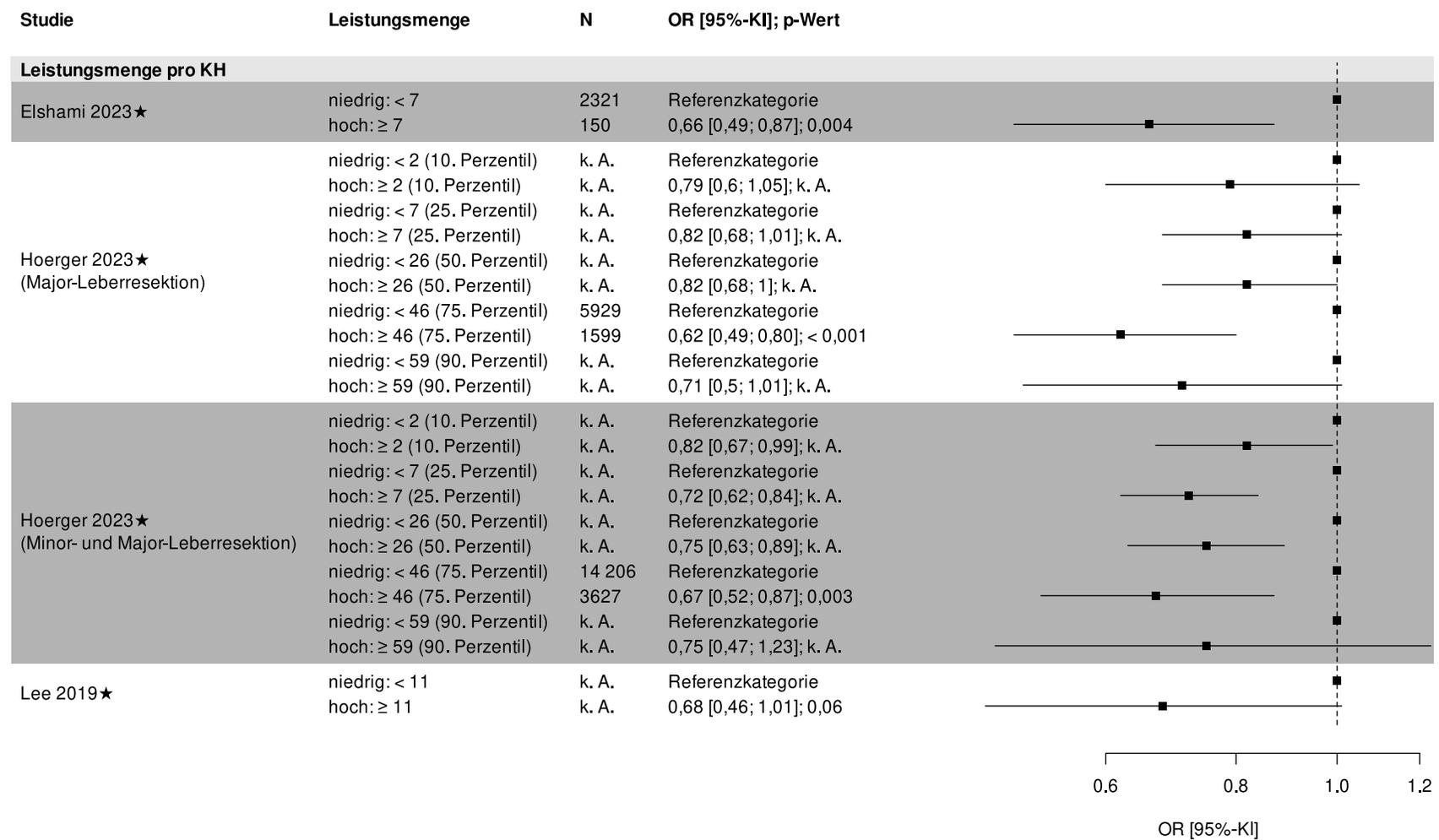


Abbildung 6: Forest Plot zur Zielgröße 90-Tage-Mortalität

Anhang J Forest Plot zur Zielgröße postoperative Komplikationen

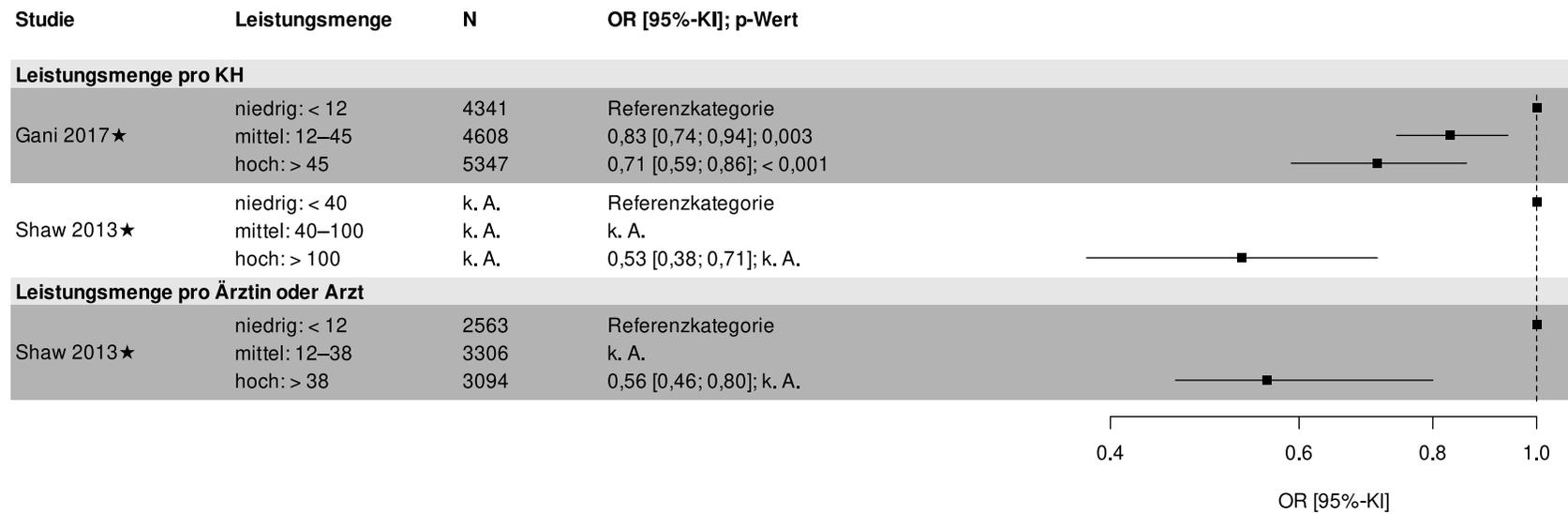


Abbildung 7: Forest Plot zur Zielgröße postoperative Komplikationen

Anhang K Forest Plot zur Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer

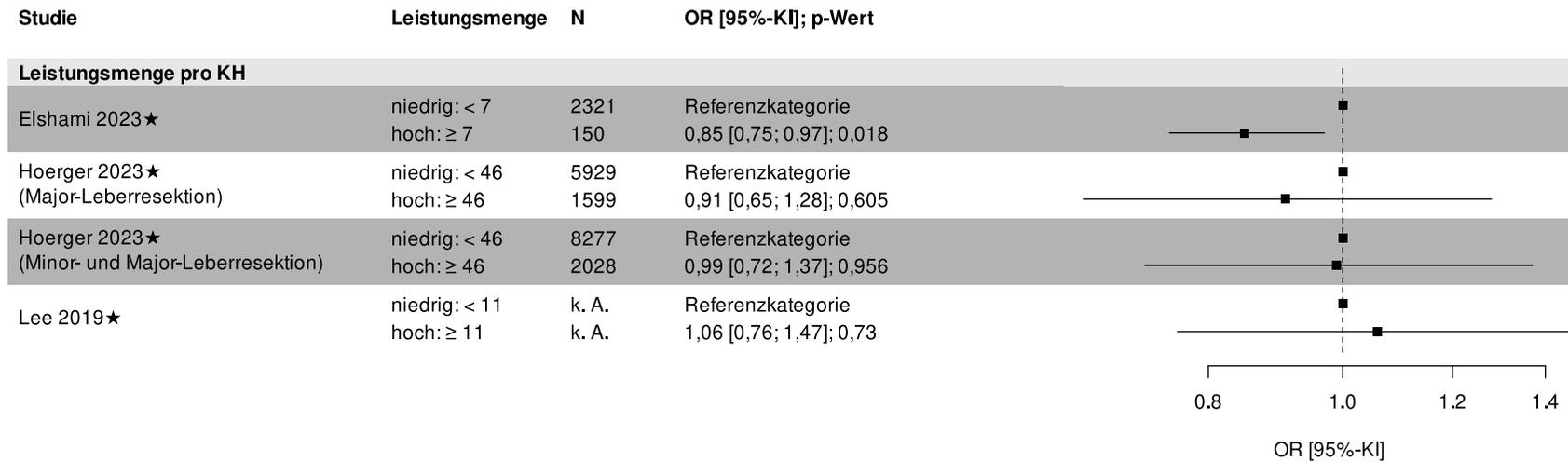


Abbildung 8: Forest Plot zur Zielgröße KH-Aufenthaltsdauer

Anhang L Forest Plot zur Zielgröße Wiedereinweisung

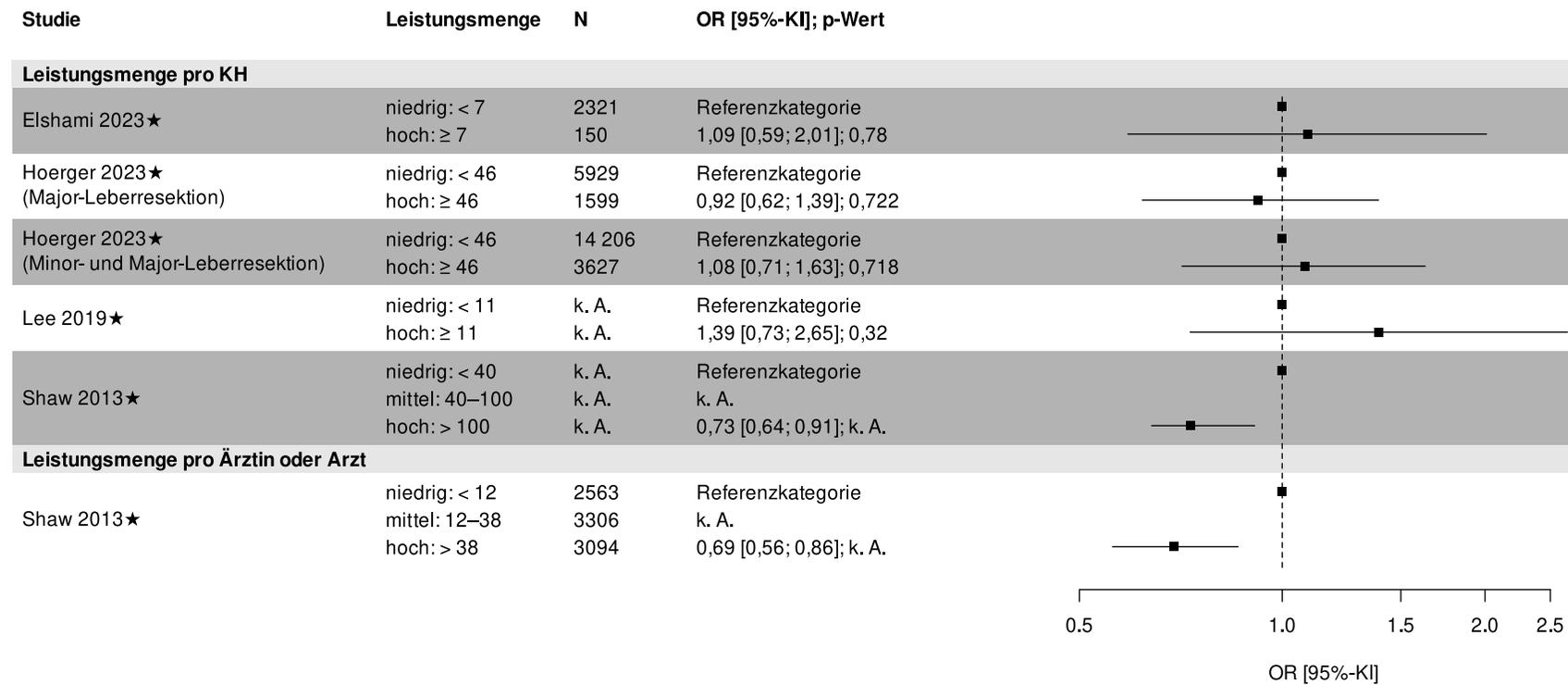


Abbildung 9: Forest Plot zur Zielgröße Wiedereinweisung

Anhang M Offenlegung von Beziehungen

Im Folgenden sind die Beziehungen des externen Sachverständigen und externen Reviewer zusammenfassend dargestellt. Alle Informationen beruhen auf Selbstangaben der einzelnen Personen anhand des „Formblatts zur Offenlegung von Beziehungen“. Die in diesem Formblatt aufgeführten Fragen finden sich im Anschluss an diese Zusammenfassung.

Externer Sachverständiger – medizinisch fachliche Beratung

Name	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7
Thomas, Michael	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Externer Reviewer

Name	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7
Treckmann, Jürgen-Walter	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein

Im „Formblatt zur Offenlegung von Beziehungen“ wurden folgende 7 Fragen gestellt:

Frage 1: Sind oder waren Sie innerhalb des laufenden Jahres und der 3 Kalenderjahre davor bei einer Einrichtung des Gesundheitswesens (z. B. einer Klinik, einer Einrichtung der Selbstverwaltung, einer Fachgesellschaft, einem Auftragsforschungsinstitut), einem pharmazeutischen Unternehmen, einem Medizinproduktehersteller oder einem industriellen Interessenverband angestellt oder für diese / dieses / diesen selbstständig oder ehrenamtlich tätig bzw. sind oder waren Sie freiberuflich in eigener Praxis tätig?

Frage 2: Beraten Sie oder haben Sie innerhalb des laufenden Jahres und der 3 Kalenderjahre davor eine Einrichtung des Gesundheitswesens (z. B. eine Klinik, eine Einrichtung der Selbstverwaltung, eine Fachgesellschaft, ein Auftragsforschungsinstitut), ein pharmazeutisches Unternehmen, einen Medizinproduktehersteller oder einen industriellen Interessenverband beraten (z. B. als Gutachter/-in, Sachverständige/r, in Zusammenhang mit klinischen Studien als Mitglied eines sogenannten Advisory Boards / eines Data Safety Monitoring Boards [DSMB] oder Steering Committees)?

Frage 3: Haben Sie innerhalb des laufenden Jahres und der 3 Kalenderjahre davor direkt oder indirekt von einer Einrichtung des Gesundheitswesens (z. B. einer Klinik, einer Einrichtung der Selbstverwaltung, einer Fachgesellschaft, einem Auftragsforschungsinstitut), einem pharmazeutischen Unternehmen, einem Medizinproduktehersteller oder einem industriellen Interessenverband Honorare erhalten (z. B. für Vorträge, Schulungstätigkeiten, Stellungnahmen oder Artikel)?

Frage 4: Haben Sie oder hat Ihr Arbeitgeber bzw. Ihre Praxis oder die Institution, für die Sie ehrenamtlich tätig sind, innerhalb des laufenden Jahres und der 3 Kalenderjahre davor von einer Einrichtung des Gesundheitswesens (z. B. einer Klinik, einer Einrichtung der Selbstverwaltung, einer Fachgesellschaft, einem Auftragsforschungsinstitut), einem pharmazeutischen Unternehmen, einem Medizinproduktehersteller oder einem industriellen Interessenverband sogenannte Drittmittel erhalten (d. h. finanzielle Unterstützung z. B. für Forschungsaktivitäten, die Durchführung klinischer Studien, andere wissenschaftliche Leistungen oder Patentanmeldungen)? Sofern Sie in einer größeren Institution tätig sind, genügen Angaben zu Ihrer Arbeitseinheit, z. B. Klinikabteilung, Forschungsgruppe.

Frage 5: Haben Sie oder hat Ihr Arbeitgeber bzw. Ihre Praxis oder die Institution, für die Sie ehrenamtlich tätig sind, innerhalb des laufenden Jahres und der 3 Kalenderjahre davor sonstige finanzielle oder geldwerte Zuwendungen, z. B. Ausrüstung, Personal, Unterstützung bei der Ausrichtung einer Veranstaltung, Übernahme von Reisekosten oder Teilnahmegebühren für Fortbildungen / Kongresse erhalten von einer Einrichtung des Gesundheitswesens (z. B. einer Klinik, einer Einrichtung der Selbstverwaltung, einer Fachgesellschaft, einem Auftragsforschungsinstitut), einem pharmazeutischen Unternehmen,

einem Medizinproduktehersteller oder einem industriellen Interessenverband? Sofern Sie in einer größeren Institution tätig sind, genügen Angaben zu Ihrer Arbeitseinheit, z. B. Klinikabteilung, Forschungsgruppe.

Frage 6: Besitzen Sie Aktien, Optionsscheine oder sonstige Geschäftsanteile einer Einrichtung des Gesundheitswesens (z. B. einer Klinik, einem Auftragsforschungsinstitut), eines pharmazeutischen Unternehmens, eines Medizinprodukteherstellers oder eines industriellen Interessenverbands? Besitzen Sie Anteile eines sogenannten Branchenfonds, der auf pharmazeutische Unternehmen oder Medizinproduktehersteller ausgerichtet ist? Besitzen Sie Patente für ein pharmazeutisches Erzeugnis, ein Medizinprodukt, eine medizinische Methode oder Gebrauchsmuster für ein pharmazeutisches Erzeugnis oder ein Medizinprodukt?

Frage 7: Sind oder waren Sie jemals an der Erstellung einer medizinischen Leitlinie oder klinischen Studie beteiligt, die eine mit diesem Projekt vergleichbare Thematik behandelt/e? Gibt es sonstige Umstände, die aus Sicht von unvoreingenommenen Betrachtenden als Interessenkonflikt bewertet werden können, z. B. Aktivitäten in gesundheitsbezogenen Interessengruppierungen bzw. Selbsthilfegruppen, politische, akademische, wissenschaftliche oder persönliche Interessen?