

# Eine systematische Analyse nosokomialer Ausbrüche von Infektionskrankheiten in der gastrointestinalen Endoskopie

## A systematic analysis of nosocomial outbreaks of nosocomial infections after gastrointestinal endoscopy



Autorinnen/Autoren

Paulina Marie Scholz<sup>1</sup>, Martha Maria Kirstein<sup>2</sup>, Philipp Christoph Solbach<sup>2</sup>, Ralf-Peter Vonberg<sup>1</sup>

### Institute

- 1 Insitute for Medical Microbiology and Hospital Epidemiology, Hannover Medical School, Hannover, Germany
- 2 1st Department of Medicine, University Medical Center Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, Lübeck, Germany

### Schlüsselwörter

Ausbruch, Endoskopie, Transmission, Infektion, Hygiene, Prävention

### Key words

Outbreak, Endoscopy, Transmission, Infection, Hygiene, Prevention

eingereicht 11.01.2022

akzeptiert nach Revision 06.10.2022

Artikel online veröffentlicht 10.01.2023

### Bibliografie

Z Gastroenterol 2023; 61: 536–543

DOI 10.1055/a-1983-4100

ISSN 0044-2771

© 2023. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,  
70469 Stuttgart, Germany

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Ralf-Peter Vonberg  
Insitute for Medical Microbiology and Hospital Epidemiology  
Hannover Medical School, Carl-Neuberg-Str. 1,  
30625 Hannover, Germany  
vonberg.ralf@mh-hannover.de



Zusätzliches Material finden Sie unter <https://doi.org/10.1055/a-1983-4100>.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Ösophagogastroduodenoskopie (ÖGD), die endoskopische retrograde Cholangiopankreatikografie (ERCP) sowie die Koloskopie (KOLO) bergen stets das Risiko einer Transmission von Erregern. Leider gibt es bislang nur wenige Daten zu den Ursachen und Erregerspektren für diese Ereignisse.

In einer systematischen Literaturrecherche der Worldwide Outbreak Database, der PubMed und der Embase wurden entsprechende Ausbrüche hinsichtlich der Ausbruchursache, des Erregerspektrums, der Attack Rate und Letalität sowie der daraufhin eingeleiteten Hygienemaßnahmen evaluiert.

Es wurden insgesamt 73 Ausbrüche (ÖGD: 24; ERCP: 42; KOLO: 7) eingeschlossen mit Attack Rates in Höhe von 3,5 %, 7,1 % und 12,8 %. Die zugehörigen Letalitäten betragen 6,3 %, 12,7 % und 10,0 %. Im Rahmen der ÖGD ereigneten sich vor allem Transmissionen von Enterobakterien mit einem großen Anteil multiresistenter Isolate. Via ERCP wurden überwiegend Nonfermenter übertragen. Die häufigste Ursache für die akzidentelle Verwendung kontaminierter Endoskope war menschliches Versagen während der Endoskopaufbereitung. Dem Anwender sollte das Risiko einer Übertragung stets bewusst sein, um diese frühestmöglich erkennen und fortan unterbinden zu können. Darüber hinaus müssen Mitarbeiter regelmäßig in der Aufbereitung von Medizinprodukten geschult werden. Die Verwendung von Einmalendoskopen senkt zwar das Übertragungsrisiko von Erregern, erhöht jedoch andererseits die Abfallmenge und ggf. auch die Kosten.

### ABSTRACT

Esophagogastroduodenoscopy (EGD), endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) and colonoscopy (CLN) come with a potential risk of pathogen transmission. Unfortunately, up to now data on the causes and the distribution of pathogens is rather sparse.

We performed a systematic review of the medical literature using the Worldwide Outbreak Database, the PubMed, and Embase. We then checked so-retrieved articles for potential sources of the outbreak, the spectrum of pathogens, the attack rates, mortality and infection control measures.

In total 73 outbreaks (EGD: 24, ERCP: 42; CLN: 7) got included. The corresponding attack rates were 3.5 %, 7.1 % and 12.8 %

and mortality rates were 6.3%, 12.7% and 10.0% respectively. EGD was highly associated with transmission of enterobacteria including a large proportion of multi-drug resistant strains. ERCP led primarily to transmission of non-fermenting gram-negative rods. The most frequent cause was human failure during reprocessing regardless of the type of endoscope. Staff working in the field of endoscopy should always be aware of the possibility of pathogen transmission in order to

detect and terminate those events at the early most time point. Furthermore, proper ongoing education of staff involved in the reprocessing and maintenance of endoscopes is crucial. Single-use devices may be an alternative option and lower the risk of pathogen transmission, but on the downside may also increase costs and waste.

---

## Einleitung

Endoskopische Verfahren werden täglich in großer Anzahl sowohl zu diagnostischen als auch zu therapeutischen Zwecken eingesetzt. Insbesondere Endoskope der Gastroenterologie werden dabei in Körperarealen mit einer physiologischerweise hohen Erregerlast verwendet. Daher werden gastrointestinale Endoskope bei ihrer Anwendung üblicherweise regelhaft mit einer großen Anzahl an Bakterien, Viren und Pilzen kontaminiert. In den meisten Fällen kommen in der Gastroenterologie wiederverwendbare Endoskope zum Einsatz, die dann nach ihrer Anwendung am Patienten vor einer erneuten Nutzung aufbereitet werden müssen. Aufgrund des komplexen Aufbaus dieser Medizinprodukte erfordert die Endoskopaufbereitung jedoch besondere Expertise und einen möglichst standardisierten Arbeitsablauf, um das Risiko für eine unzureichende Aufbereitung zu minimieren [1, 2].

Trotz großer Sorgfalt bei der Reinigung und Desinfektion im Rahmen der Aufbereitung werden jedoch seit Jahrzehnten immer wieder Übertragungen von Erregern durch Endoskope beschrieben [3, 4, 5]. Dabei ist davon auszugehen, dass es hier noch eine große Dunkelziffer gibt, da einzelne Transmissionen von Erregern der physiologischen Flora häufig unerkannt bleiben dürften. Lediglich die Häufung von Erregernachweisen (nosokomialer Ausbruch; NA) bzw. der Nachweis von Erregern mit einem besonders auffälligen Resistenzprofil hat eine reelle Chance, überhaupt erkannt und dann auch publiziert zu werden [6].

Für die Sicherheit von Patienten sind Kenntnisse der Anwender über die Ursachen und Folgen solcher Ereignisse jedoch zweifelsohne von großer Wichtigkeit. Die vorliegende Arbeit soll dazu beitragen, eventuelle Wissenslücken zu schließen.

## Material und Methodik

### Datenbanken

Als primäre Datenquelle für das vorliegende systematische Review diente die Worldwide Outbreak Database [7, 8]. Es handelt sich dabei um die größte Sammlung von Beschreibungen von NA aller Art mit derzeit mehr als 3700 Artikeln, die darin standardisiert und katalogisiert abgelegt werden. Diese Datenbank wurde am 9. September 2022 anhand folgender Suchbegriffe abgefragt: „MEDICAL EQUIPMENT/DEVICES“ als „SOURCE“. Als sekundäre Literaturquellen zur Vervollständigung der Suche dienten anschließend die PubMed sowie die Embase mit folgender Verknüpfung von MESH-Suchbegriffen:

- [NOSOCOMIAL]

AND

- [OUTBREAK] OR [TRANSMISSION] OR [INFECTION]

AND

- [ENDOSCOPE] OR [ENDOSCOPY] OR [ESOPHAGOGASTRODUODENOSCOPY] OR [GASTROSCOPY] OR [DUODENOSCOPY] OR [ERCP] OR [ENDOSCOPIC RETROGRADE CHOLANGIOPANCREATOGRAPHIE] OR [ENTEROSCOPY] OR [COLONOSCOPY] OR [SIGMOIDOSCOPY] OR [RECTOSCOPY] OR [PROCTOSCOPY] OR [ANOSCOPY]

Abschließend wurden die Literaturverzeichnisse aller auf diese Weise eingeschlossenen Artikel abermals auf das Vorliegen weiterer, bislang nicht gefundener Artikel geprüft.

### Einschluss- und Ausschlusskriterien

Artikel wurden dann in die weitere Analyse eingeschlossen, wenn sie in einer begutachteten Zeitschrift erschienen waren, einen klar abgrenzbar beschriebenen und durch phänotypische und/oder genotypische Verfahren gesicherten NA mit Übertragungen von Erregern auf Patienten im Rahmen einer ÖGD, einer ERCP oder KOLO beinhalteten und in englischer oder deutscher Sprache publiziert worden waren. Es gab keine Einschränkungen hinsichtlich des Zeitraums der Publikation bzw. des Ausbruches selbst.

Ergebnisse aus anderen Übersichtsarbeiten wurden nicht übernommen, da dies mit dem Risiko einer versehentlich mehrfachen Berücksichtigung einzelner NA einhergeht und damit einen Selektionsbias darstellen könnte.

### Datenakquise

Die folgenden Parameter stellen die wichtigsten Charakteristika in NA dar und wurden von allen eingeschlossenen Artikeln erhoben:

- **Setting:** Land, Jahr des NA, Dauer des NA, medizinische Fachrichtung, Art der Endoskopie, Anzahl an behandelten Patienten
- **Patienten:** Kolonisationen inklusive Ort des Erregernachweises, Art der nosokomialen Infektion, Häufigkeit eines tödlichen Verlaufs
- **Erreger:** Spezies, ggf. Nachweis auffälliger Resistenzmechanismen
- **Geräte:** Hersteller und Modell des Endoskops sowie der zur Aufbereitung verwendeten Reinigungs- und Desinfektionsgeräte (RDGs), Art der Aufbereitung (manuell vs. automatisch)

► **Tab. 1** Nosokomiale Ausbrüche nach gastrointestinaler Endoskopie.

	ÖDG	ERCP	KOLO
Ausbrüche [n]	24	42	7
Ausbrüche durch multiresistente Erreger [n; %]	7; 29,2%	25; 59,5%	0; 0,0%
Exponierte Patienten [n]	4,103	3,172	78
Patienten mit nachgewiesenen Übertragungen [n]	247	449	12
Letalität [%]	9/143 (6,3%)	26/205 (12,7%)	1/10 (10,0%)
Attack rate [%]	143/4,103 (3,5%)	205/2,898 (7,1%)	10/78 (12,8%)
Art der Wiederaufbereitung			
Manuelle Aufbereitung [n; %]	12; 50,0%	8; 19,0%	3; 42,9%
Maschinelle Aufbereitung [n; %]	5; 20,8%	21; 50,0%	2; 28,6%
Keine Angabe [n; %]	7; 29,2%	13; 31,0%	2; 28,6%
Ursache für Übertragungen			
a) Fehler in der Aufbereitung/menschliches Versagen [n; %]	11; 45,8%	12; 28,6%	4; 57,1%
b) Schäden am Endoskop/technisches Versagen [n; %]	1; 4,2%	8; 19,0%	0; 0,0%
Fehler aus beiden Kategorien [n; %]	3; 12,5%	9; 21,4%	1; 14,3%
Andere Ursachen [n; %]	9; 37,5%	13; 31,0%	2; 28,6%

- **Ursache:** Fehler bei der Anwendung, Fehler bei der Aufbereitung, technisches Versagen, menschliches Versagen
- **Hygienemaßnahmen:** Allgemeine Maßnahmen, spezifische Maßnahmen in Abhängigkeit von der mutmaßlichen oder gesicherten Ursache des NA

Die Datensammlung wurde zunächst von einem Autor (P.M.S.) durchgeführt. Unklare Sachverhalte wurden anschließend unabhängig von mehreren Autoren (P.M.S., P.C.S. und R.-P.V.) bewertet und anschließend bis zum Erreichen eines Konsenses diskutiert.

### Begriffsdefinitionen

- **Nosokomialer Ausbruch (NA):** Abweichend von der für Deutschland in IfSG § 6 Abs. 3 Satz 1 aufgeführten Meldepflicht für das vermehrte Auftreten nosokomialer Infektionen (!) mit mutmaßlichem epidemiologischem Zusammenhang wurde in der vorliegenden Arbeit ein Ausbruch auch bereits durch die alleinige Übertragung von Erregern auf Patienten im Rahmen einer Endoskopie als solcher gewertet, da dies bereits auf das Vorliegen eines hygiene relevanten Problems hinweist.
- **Attack Rate (syn: Befallsrate):** Beschreibt den Anteil tatsächlich Erkrankter an der Gesamtzahl aller Patienten, die exponiert waren. Die Berechnung der Attack Rate erfolgte nur für die Untergruppe derjenigen Studien, in denen alle dafür erforderlichen Angaben von den jeweiligen Autoren benannt wurden.
- **Letalität:** Beschreibt den Anteil Verstorbener an der Gesamtzahl der Erkrankten. Die Berechnung der Letalität erfolgte nur für die Untergruppe derjenigen Studien, in denen alle dafür erforderlichen Angaben von den jeweiligen Autoren benannt wurden.

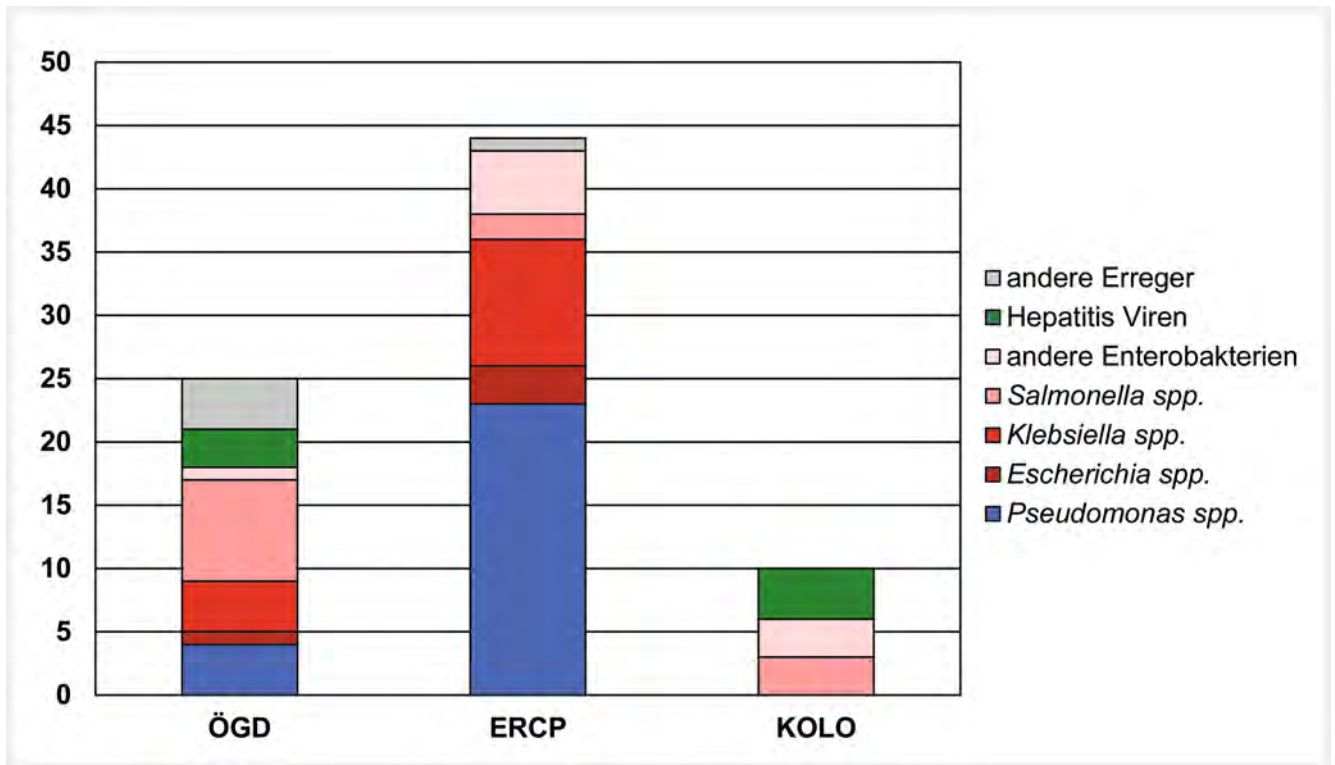
### Statistische Auswertung

Die Prüfung auf Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen wurde mittels SPSS 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) durchgeführt (Autor M.M.K.). Unterschiede in kategorischen Variablen wurden mit dem Pearson's- $\chi^2$ -Test ermittelt. Mediane wurden mittels Wilcoxon-Rangsummen-Test verglichen. Für signifikante Unterschiede wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) von  $<0,05$  gefordert.

### Ergebnisse

Insgesamt wurden 73 NA in dieses systematische Review eingeschlossen, darunter 24 NA nach ÖDG, 42 NA nach ERCP und 7 NA nach KOLO. Eine Übersicht über alle NA wird in der Ergänzungstabelle im Supplement vorgehalten. Die ► **Tab. 1** gibt einen Überblick über die demografischen Daten aller ausgewerteten NA. Der größte Anteil betroffener Patienten ergab sich nach KOLO (Attack Rate = 12,8%), gefolgt von 7,1% nach ERCP und 3,5% nach GÖD ( $p > 0,05$ ). NA nach einer ERCP wiesen jedoch mit 12,7% die höchste Letalität auf, gefolgt von 10,0% Letalität durch Infektionen nach KOLO und 6,3% nach ÖDG ( $p > 0,05$ ).

Die ► **Abb. 1** sowie die ► **Tab. 2** zeigen die Verteilung des Erregerspektrums in NA nach gastrointestinaler Endoskopie, mitunter wurden dabei auch mehrere Erreger durch ein einzelnes Endoskop zeitgleich übertragen. Die darin aufgeführten Verteilungen der Erreger waren in Abhängigkeit von der Art des Endoskops hoch signifikant verschieden ( $p < 0,001$ ). Bei den durch ÖDG übertragenen Erregern handelte es sich zu einem großen Teil um Enterobakterien. Im Gegensatz dazu kam es via ERCP vermehrt zur Transmission von Nonfermentern wie Pseudomonaden. Bemerkenswert erscheint der vergleichsweise hohe Anteil an multiresis-



► **Abb. 1** Anzahl nosokomialer Ausbrüche nach gastrointestinaler Endoskopie stratifiziert nach Art des übertragenen Erregers.

► **Tab. 2** Erregernachweise in nosokomialen Ausbrüchen nach gastrointestinaler Endoskopie.

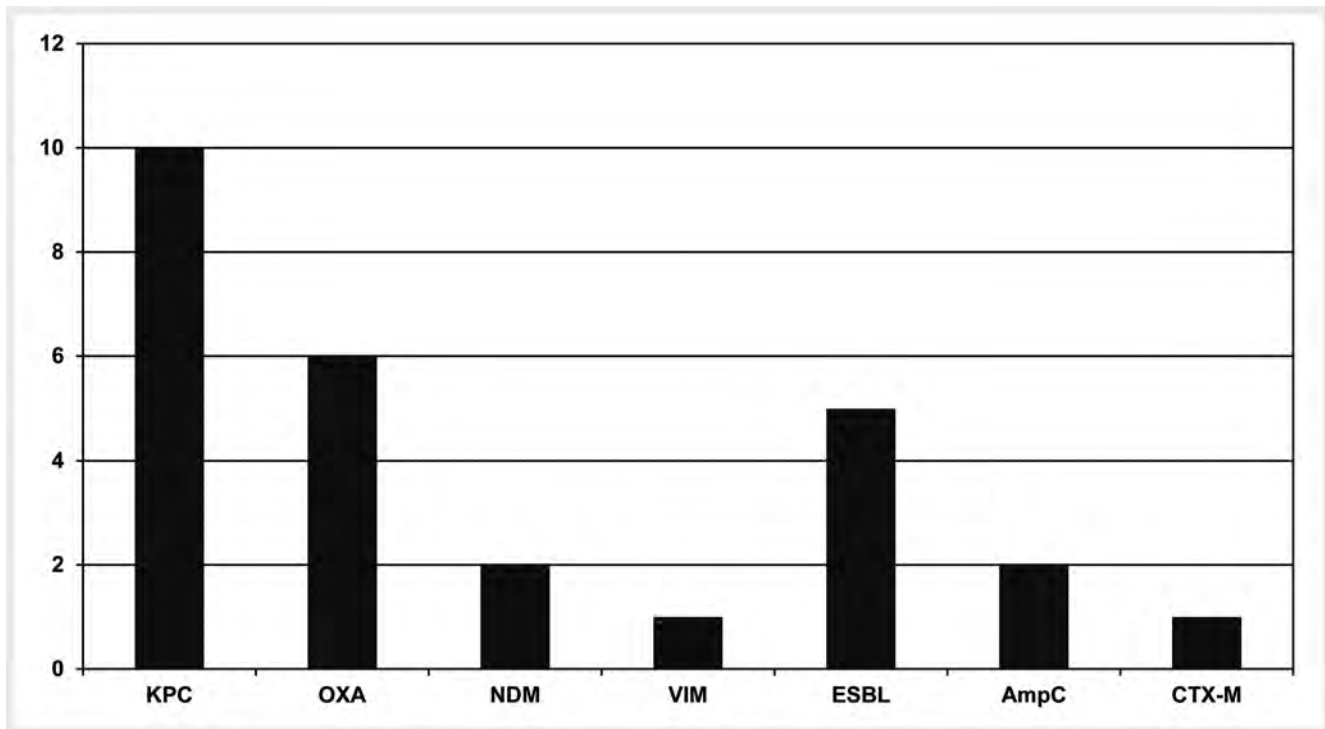
	Gesamt	Nonfermenter [n; %]	Enterobakterien [n; %]	Viren [n; %]	Anderer Erreger [n; %]	Mehrere Erreger [n; %]	P-Wert
ÖGD	24	4; 16,7%	12; 50,0%	3; 12,5%	5; 20,8%	0; 0%	< 0,001
ERCP	42	21; 50,0%	17; 40,5%	0; 0,0%	2; 4,8%	2; 4,8%	
KOLO	7	0; 0,0%	3; 42,9%	4; 57,1%	0; 0,0%	0; 0,0%	

tenten Bakterien wie von Enterobakterien mit nachgewiesener Carbenpenemase-Produktion (► **Abb. 2** und ► **Tab. 3**).

Die Aufklärung einer Ausbruchsursache und damit die unmittelbare Beendigung des Geschehens ist das vorrangige Ziel einer jeden Ausbruchsuntersuchung. In der ► **Abb. 3** sind die typischen Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) der Endoskopieaufbereitung in chronologischer Reihenfolge aufgeführt sowie die Häufigkeiten, mit denen Fehler an den jeweiligen Aufbereitungsschritten nachgewiesen wurden, die dann letztlich zum NA führten. In der ► **Tab. 4** sind Angaben zur Häufigkeit und Verteilung von technischem vs. menschlichen Versagen zusammengefasst. Menschliches Versagen war hier mit 76,5% vs. 30,4% erheblich häufiger die Ursache für eine unzureichende Aufbereitung ( $p = 0,005$ ). Diese Beobachtung war dabei unabhängig von der Art des verwendeten Endoskops ( $p = 0,173$ ).

## Diskussion

Die vorliegenden Daten unterstreichen eindringlich die Bedeutung der Krankenhaushygiene für den Arbeitsbereich der Endoskopie. Immer wieder wurden und werden Übertragungen und nachfolgend nosokomiale Infektionen nach solchen Untersuchungen beschrieben [9]. Zumindest in einigen Fällen konnten solche Ereignisse auf unzureichende Kenntnisse und Fähigkeiten des aufbereitenden Personals zurückgeführt werden. So beschreiben beispielsweise Suresh et al. in einer Umfrage unter 88 Technikern und Mitarbeitern in der Krankenpflege mangelhafte Kenntnisse bezüglich der Endoskopieaufbereitung. Weniger als 15% der dort Befragten hatten vor Aufnahme ihrer Tätigkeit in der Endoskopie eine Unterweisung im Umgang mit dort verwendeten Geräten oder zu Themen der Infektionsprävention erhalten. Trotz Verfügbarkeit von Standardarbeitsanweisungen (SOPs) zur Aufbereitung



► **Abb. 2** Anzahl nosokomialer Ausbrüche nach gastrointestinaler Endoskopie durch Bakterien, die Enzyme zur Ausbildung von Antibiotikaresistenzen produzieren (Carbapenemase: KPC = *Klebsiella pneumoniae* Carbapenemase; OXA = Oxacillinase Carbapenemase; NDM = New Delhi Metallo- $\beta$ -Lactamase; VIM = Verona-intergon-encoded Metallo- $\beta$ -Lactamase. Sonstige  $\beta$ -Lactamase: ESBL = Extended Spectrum  $\beta$ -Lactamase; AmpC = Ampicillin Klasse C  $\beta$ -Lactamase; CTX-M = Cefotaxim-München  $\beta$ -Lactamase). Erreger können zeitgleich verschiedene Resistenzmechanismen aufweisen.

► **Tab. 3** Nachweise von multiresistenten Erregern in nosokomialen Ausbrüchen nach gastrointestinaler Endoskopie.

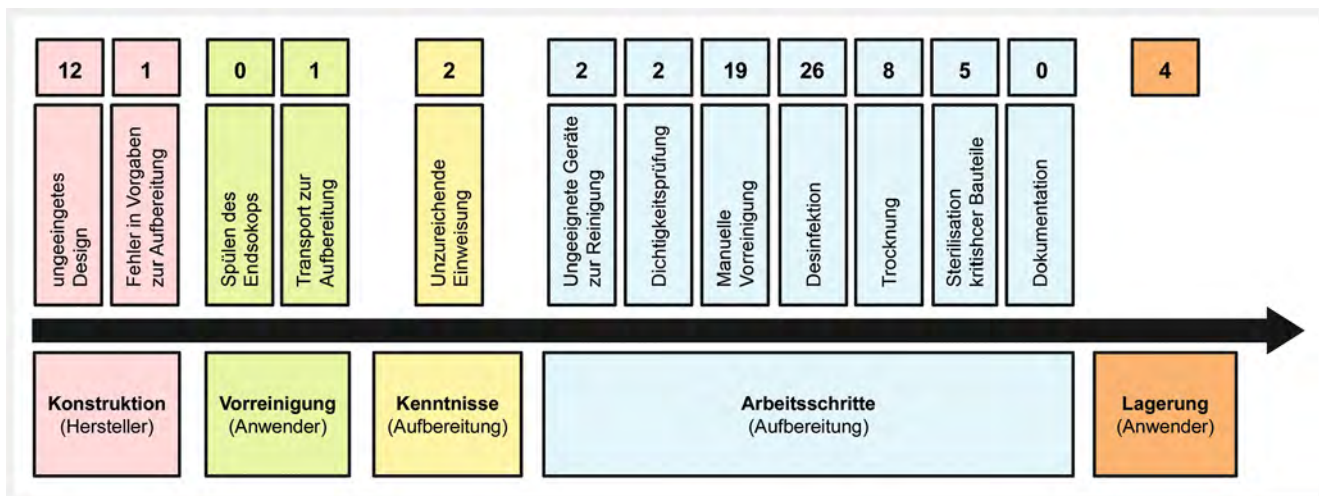
	Gesamt	Carbapenemase-Bildner [n; %]	Erreger mit anderen $\beta$ -Lactamase [n;%]	Resistenzen gegenüber Reserverantibiotika [n; %]	Andere Formen der Multiresistenz [n; %]	Verschiedene Resistenzmechanismen [n; %]	P-Wert
ÖGD	7	4; 57,1%	1; 14,3%	0; 0,0%	0; 0,0%	2; 28,6%	0,816
ERCP	25	9; 36,0%	5; 20,0%	2; 8,0%	1; 4,0%	8; 32,0%	
KOLO	0	0; 0,0%	0; 0,0%	0; 0,0%	0; 0,0%	0; 0,0%	

wurden daher bei der Abfrage der tatsächlichen Kenntnisse im Mittel auch nur 62 % der Fragen zutreffend beantwortet [10].

Dies deckt sich mit Beobachtungen anderer, bei denen ebenfalls weniger als die Hälfte der Mitarbeiter der Endoskopieabteilung zuvor in diese Tätigkeiten ausreichend detailliert eingewiesen worden waren [11]. Um eine akzeptable Prozess- und damit auch Ergebnisqualität vorhalten zu können, erscheint es daher unverzichtbar, dass regelmäßig Schulungen zum korrekten Vorgehen bei der Endoskopieanwendung und anschließenden -aufbereitung erfolgen [12, 13].

Insbesondere nach einer ERCP wurden in den letzten Jahren gehäuft nosokomiale Ausbrüche durch verunreinigte Endoskope

berichtet [14, 15, 16, 17]. Dabei handelt es sich um ein besonders komplex konstruiertes Instrument mit einer Vielzahl an Bedienelementen, mechanisch beweglichen Anteilen (z. B. Albarran-Hebel), kleinvolumigen Arbeitskanälen sowie mehreren Klappen und Dichtungen. Die meisten der verfügbaren Daten über Endoskopie-assoziierte Infektionen beziehen sich auf Duodenoskope, hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Albarran-Hebel [18, 19]. Zudem können sich bei der Verwendung oder bei der Reinigung Mikroläsionen am Endoskop ergeben, die die weitere Aufbereitung erheblich erschweren, da sich darin befindliche Mikroorganismen oftmals der vollständigen Desinfektion entziehen. Ein weiteres Problem stellt die Formation von Biofilm durch manche



► **Abb. 3** Ursachen für nosokomiale Ausbrüche nach gastrointestinaler Endoskopie im Rahmen des Arbeitsablaufs bei der Verwendung und Aufbereitung von Endoskopen nach Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) Analyse.

► **Tab. 4** Gründe für nosokomiale Ausbrüche nach gastrointestinaler Endoskopie.

	Gesamt	Menschliches Versagen [n; %]	Technisches Versagen oder Schäden am Endoskop [n; %]	Fehler in beiden Kategorien [n; %]	P-Wert
ÖGD	15	11; 73,3 %	1; 6,7 %	3; 20,0 %	0,173
ERCP	29	12; 41,4 %	8; 27,6 %	9; 31,0 %	
KOLO	5	4; 80,0 %	1; 20,0 %	0; 0,0 %	
<b>Manuelle Aufbereitung</b>	17	<b>13; 76,5 %</b>	0; 0,0 %	4; 23,5 %	0,005
<b>Automatisierte maschinelle Aufbereitung</b>	23	7; 30,4 %	8; 34,8 %	8; 34,8 %	

Bakterienspezies in den Arbeitskanälen des Endoskops dar, die eine suffiziente Inaktivierung von Pathogenen ebenfalls erheblich erschwert [20, 21]. Ist ein solcher Biofilm erst einmal ausgebildet, muss er besonders sorgfältig und vollständig – meist mechanisch – entfernt werden, um weiteren Übertragungen vorzubeugen. In einer kürzlich publizierten Prävalenzstudie wurden in 20 % der darin untersuchten Duodenoskope Kontaminationen mit oraler und gastrointestinaler Flora mit jeweils  $\geq 20$  Erregern pro 20 mL gefunden [17]. Eine weitere US-amerikanische Studie berichtet eine Kontaminationsrate von 5 % in 4032 Surveillancekulturen von 106 Endoskopen, darunter 0,6 % obligat pathogene Erreger [22]. In einer Metaanalyse zu 13.112 Proben von 925 Duodenoskopen wurde sogar eine Kontaminationsrate von 15,3 % ermittelt [19]. Deshalb sollte die Reinigung speziell auf den Albarran-Hebel eingehen, da dieser mit mehreren Ausbrüchen in Verbindung gebracht werden konnte [20, 23, 24]. Zur Risikominimierung wurde daher von der U.S. Food and Drug Administration (FDA) ein Safety

Communication Letter mit detaillierten Vorgaben zur Wiederaufbereitung von Duodenoskopen herausgegeben [25].

Eine Alternative zur Vermeidung von Transmissionen durch Endoskope könnten Einmalendoskope darstellen, die nach ihrer Verwendung nicht aufbereitet, sondern sofort verworfen werden [26]. In mehreren Studien wurde die Qualität solche Einmalendoskope von den Nutzern bereits als den mehrfach verwendbaren Geräten äquivalent eingeschätzt [27]. Eine multizentrische französische Studie zur ERCP mit Einmalendoskopen zeigte bei 60 Personen eine erfolgreiche Durchführung der Untersuchung in 95 % der Patienten [28]. Eine weitere Studie mit 73 Patienten kommt mit 96,7 % zu vergleichbar guten Ergebnissen [29]. Auch hinsichtlich der Bildqualität, der Bildstabilität sowie der Funktionalität von den Arbeitskanälen für Luft und Wasser waren Einmalendoskope den mehrfach verwendbaren Geräten nicht unterlegen [30]. Daten zu Erregerübertragungen durch Einmalendoskope sind bislang nicht verfügbar, doch es erscheint naheliegend, dass dieses Risiko wohl extrem gering sein dürfte, sofern von extern keine

bereits kontaminierten Flüssigkeiten (z. B. Wasser) verwendet werden.

Auch die Kapselendoskopie gehört zu den Einmalprodukten. Die einmalige Anwendung und der geringe Bedarf an medizinischem Personal verringert das Risiko der Exposition gegenüber pathogenen Mikroorganismen und einer möglichen Kreuzinfektion [31]. Auch hier sind Daten zu Erregerübertragungen bislang nicht verfügbar.

Es gibt jedoch auch potenzielle Nachteile, wenn vorrangig Einmalendoskope zum Einsatz kommen: Kosten und Gesichtspunkte des Umweltschutzes durch eine erhöhte Menge an Abfall. Eine Übersichtsarbeit von Agrawal et al. gelangt zu der Einschätzung von Mehrkosten in Höhe von \$114 bis \$281 durch die Verwendung von Einmalendoskopen [32]. Dabei muss bei der Gesamtkalkulation auch der für eine Aufbereitung ggf. erforderliche Zeitaufwand berücksichtigt werden, der zwischen 19 Minuten (manuelle Aufbereitung) und 76 Minuten (automatisierte maschinelle Aufbereitung) betragen kann [33, 34]. Andererseits müssen je nach Hersteller für die Verwendung von Einmalendoskopen häufig zusätzliche Komponenten, z. B. zur weiteren Bildverarbeitung, erworben werden. So ergeben sich in der Kalkulation von Agrawal et al. nach Abwägung aller Einflüsse, inklusive der zu erwartenden Kosten durch Transmissionen und der Behandlung daraus resultierender nosokomialen Infektionen, durch die Nutzung von Einmalendoskopen im Vergleich zur Aufbereitung immer noch Mehrkosten um den Faktor 5 bis 10 [32].

Auch der Umweltschutz ist ein relevanter Gesichtspunkt bei der Bewertung medizinischer Maßnahmen. Ein Wechsel zu Einmalendoskopen für die Duodenoskopie und die Koloskopie würde die Abfallmenge in diesem Bereich gegenüber der konventionellen Endoskopie um ca. 19% erhöhen [35]. Auf der Digestive Disease Week 2021 schätzen Hernandez et al. einen etwa 20-fach erhöhten Anfall an CO<sub>2</sub>, wenn Endoskope nach einmaligem Gebrauch für eine ERCP bereits entsorgt würden [36]. Die Hersteller dieser Produkte sind sich dieser Problematik jedoch durchaus bewusst und bemühen sich um umweltfreundliche Verbesserungen von Einmalendoskopen mit dem Ziel deren klimaneutraler Verwendung bis zum Jahr 2030 [37], doch auch dann wird vermutlich nur ein kleiner Anteil der Wertstoffe tatsächlich wiederverwendet werden können. Daher sollte unserer Ansicht nach gegenwärtig zur Infektionsprävention lieber verstärkt Wert auf eine gute Ausbildung und Einweisung des aufbereitenden Personals gelegt werden. Die Erstellung sowie die Überwachung der Einhaltung von entsprechenden Standardarbeitsanweisungen (SOPs) sind vielerorts bereits verpflichtend. Für Patienten mit Erkrankungen, die die Aufbereitung von Endoskopen erheblich erschweren, wie z. B. Prionen bei einer Creutzfeldt-Jakob-Krankheit, erscheint die Verwendung von Einmalendoskopen jedoch bereits heute eine sinnvolle Alternative zu sein.

### Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Literatur

- [1] Day LW, Muthusamy VR, Collins J et al. Multisociety guideline on reprocessing flexible GI endoscopes and accessories. *Gastrointest Endosc* 2021; 93: 11–33 e16. doi:10.1016/j.gie.2020.09.048
- [2] Leiß O, Martiny H. Infektionsprävention in der Endoskopie. Aufbereitung flexibler Endoskope und Maßnahmen zum Personalschutz – Update 2021. *Gastroenterologie up2date* 2021; 17: 185–204. doi:10.1055/a-1451-8095
- [3] Spach DH, Silverstein FE, Stamm WE. Transmission of Infection by Gastrointestinal Endoscopy and Bronchoscopy. *Ann Intern Med* 1993; 118: 117–128. doi:10.7326/0003-4819-118-2-199301150-00008
- [4] Kovaleva J, Peters FT, van der Mei HC et al. Transmission of infection by flexible gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Clin Microbiol Rev* 2013; 26: 231–254. doi:10.1128/CMR.00085-12
- [5] Deb A, Perisetti A, Goyal H et al. Gastrointestinal endoscopy-associated infections: update on an emerging issue. *Dig Dis Sci* 2022; 67: 1718–1732. doi:10.1007/s10620-022-07441-8
- [6] Gastmeier P, Stamm-Balderjahn S, Hansen S et al. Use of information on nosocomial outbreaks for infection control. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2004; 47: 334–338. doi:10.1007/s00103-004-0808-5
- [7] Gastmeier P, Stamm-Balderjahn S, Hansen S et al. Where should one search when confronted with outbreaks of nosocomial infection? *Am J Infect Control* 2006; 34: 603–605. doi:10.1016/j.ajic.2006.01.014
- [8] Vonberg RP, Weitzel-Kage D, Behnke M et al. Worldwide Outbreak Database: the largest collection of nosocomial outbreaks. *Infection* 2011; 39: 29–34. doi:10.1007/s15010-010-0064-6
- [9] Szary NM, Al-Kawas FH. Complications of endoscopic retrograde cholangiopancreatography: how to avoid and manage them. *Gastroenterol Hepatol (N Y)* 2013; 9: 496–504
- [10] Suresh S, Pande M, Patel K et al. Education, training, and knowledge of infection control among endoscopy technicians and nurses. *Am J Infect Control* 2021; 49: 836–839. doi:10.1016/j.ajic.2021.01.010
- [11] Shin HY, Jang DH, Jun JK. A nationwide survey on the effectiveness of training on endoscope reprocessing within the national cancer screening program in Korea. *Am J Infect Control* 2021; 49: 1031–1035. doi:10.1016/j.ajic.2021.02.005
- [12] Casini B, Tuvo B, Marciano E et al. Improving the Reprocessing Quality of Flexible Thermolabile Endoscopes: How to Learn from Mistakes. *Int J Env Res Pub He* 2021; 18. doi:10.3390/ijerph18052482
- [13] Ofstead CL, Buro BL, Hopkins KM et al. Duodenoscope-associated infection prevention: A call for evidence-based decision making. *Endosc Int Open* 2020; 8: E1769–E1781. doi:10.1055/a-1264-7173
- [14] Alrabaa SF, Nguyen P, Sanderson R et al. Early identification and control of carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae*, originating from contaminated endoscopic equipment. *Am J Infect Control* 2013; 41: 562–564. doi:10.1016/j.ajic.2012.07.008
- [15] Epstein L, Hunter JC, Arwady MA et al. New Delhi metallo-beta-lactamase-producing carbapenem-resistant *Escherichia coli* associated with exposure to duodenoscopes. *JAMA* 2014; 312: 1447–1455. doi:10.1001/jama.2014.12720
- [16] Kim S, Russell D, Mohamadnejad M et al. Risk factors associated with the transmission of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae via contaminated duodenoscopes. *Gastrointest Endosc* 2016; 83: 1121–1129. doi:10.1016/j.gie.2016.03.790
- [17] Rauwers AW, Voor In 't Holt AF, Buijs JG et al. High prevalence rate of digestive tract bacteria in duodenoscopes: a nationwide study. *Gut* 2018; 67: 1637–1645. doi:10.1136/gutjnl-2017-315082
- [18] Rahman MR, Perisetti A, Coman R et al. Duodenoscope-associated infections: update on an emerging problem. *Dig Dis Sci* 2019; 64: 1409–1418. doi:10.1007/s10620-018-5431-7

- [19] Larsen S, Russell RV, Ockert LK et al. Rate and impact of duodenoscope contamination: a systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine* 2020; 25: 100451. doi:10.1016/j.eclinm.2020.100451
- [20] Verfaillie CJ, Bruno MJ, Voor in 't Holt AF et al. Withdrawal of a novel-design duodenoscope ends outbreak of a VIM-2-producing *Pseudomonas aeruginosa*. *Endoscopy* 2015; 47: 493–502. doi:10.1055/s-0034-1391886
- [21] Brunke MS, Konrat K, Schaudinn C et al. Tolerance of biofilm of a carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* involved in a duodenoscopy-associated outbreak to the disinfectant used in reprocessing. *Antimicrob Resist Infect Control* 2022; 11: 81. doi:10.1186/s13756-022-01112-z
- [22] Brandabur JJ, Leggett JE, Wang L et al. Surveillance of guideline practices for duodenoscope and linear echoendoscope reprocessing in a large healthcare system. *Gastrointest Endosc* 2016; 84: 392–399 e393. doi:10.1016/j.gie.2016.03.1480
- [23] Rauwers AW, Troelstra A, Fluit AC et al. Independent root-cause analysis of contributing factors, including dismantling of 2 duodenoscopes, to investigate an outbreak of multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae*. *Gastrointest Endosc* 2019; 90: 793–804. doi:10.1016/j.gie.2019.05.016
- [24] ASGE Quality Assurance in Endoscopy Committee et al. ASGE guideline for infection control during GI endoscopy. *Gastrointest Endosc* 2018; 87: 1167–1179. doi:10.1016/j.gie.2017.12.009.
- [25] Food and Drug Administration. The FDA Continues to Remind Facilities of the Importance of Following Duodenoscope Reprocessing Instructions: FDA Safety Communication. 2019 Zugriff am 09.09.2022 unter <https://public4.pagefreezer.com/content/FDA/16-06-2022T13:39/https://www.fda.gov/medical-devices/safety-communications/fda-continues-remind-facilities-importance-following-duodenoscope-reprocessing-instructions-fda>
- [26] Trindade AJ, Copland A, Bhatt A et al. Single-use duodenoscopes and duodenoscopes with disposable end caps. *Gastrointest Endosc* 2021; 93: 997–1005. doi:10.1016/j.gie.2020.12.033
- [27] Ehrlich D, Muthusamy VR. Device profile of the EXALT Model D single-use duodenoscope for endoscopic retrograde cholangiopancreatography: overview of its safety and efficacy. *Expert Rev Med Devices* 2021; 18: 421–427. doi:10.1080/17434440.2021.1917990
- [28] Napoleon B, Gonzalez JM, Grandval P et al. Evaluation of the performances of a single-use duodenoscope: prospective multi-center national study. *Dig Endosc* 2022; 34: 215–221. doi:10.1111/den.13965
- [29] Muthusamy VR, Bruno MJ, Kozarek RA et al. Clinical evaluation of a single-use duodenoscope for endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2020; 18: 2108–2117 e2103. doi:10.1016/j.cgh.2019.10.052
- [30] Bang JY, Hawes R, Varadarajulu S. Equivalent performance of single-use and reusable duodenoscopes in a randomised trial. *Gut* 2021; 70: 838–844. doi:10.1136/gutjnl-2020-321836
- [31] Enns RA, Hookey L, Armstrong D et al. Clinical practice guidelines for the use of video capsule endoscopy. *Gastroenterology* 2017; 152: 497–514. doi:10.1053/j.gastro.2016.12.032
- [32] Agrawal DTZ. Sustainability of single-use endoscopes. *Tech Innov Gastrointest Endosc* 2021; 23: 353–362. doi:10.1016/j.tige.2021.06.001
- [33] Eiland JE, Adams SJ, Ofstead CQ, MR. . A glimpse at the true cost of reprocessing endoscopes: results of a pilot project. 2017 Zugriff am 09.09.2022 unter <https://www.bostonscientific.com/content/dam/bostonscientific/uro-wh/portfolio-group/LithoVue/pdfs/Sterilization-Resource-Handout.pdf>
- [34] Larsen S, Kalloo A, Hutfless S. The hidden cost of colonoscopy including cost of reprocessing and infection rate: the implications for disposable colonoscopes. *Gut* 2020; 69: 197–200. doi:10.1136/gutjnl-2019-319108
- [35] Pohl H, von Renteln D. Environmental impact of disposable endoscopic equipment and endoscopes – a volumetric analysis. *Endoscopy* 2020; 52: S11. doi:10.1055/s-0040-1704041
- [36] Hernandez LV, Le NNT, Patnode C et al. Comparing the impact of reusable and single-use duodenoscopies using life cycle assessment. *Clin Endoscopic Pract* 2021; 93: AB29. doi:10.10106/j.gie.2021.03.123
- [37] Boston scientific. 2020 Zugriff am 09.09.2022 unter <https://www.boston-scientific.com/en-US/corporate-social-responsibility/planet/climate-change.html>