

Einsatz von Mehrweg- bzw. Einwegendoskopen aus infektionspräventiver Sicht unter besonderer Berücksichtigung der Nachhaltigkeit – Eine aktuelle Zusammenfassung der Datenlage

Präambel

Die Kommission für Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen und in Einrichtungen und Unternehmen der Pflege und Eingliederungshilfe (KRINKO) hat es sich zur Aufgabe gemacht, Aspekte der Nachhaltigkeit bei der Erstellung von Empfehlungen zu berücksichtigen, sodass hierzu entsprechende Recherchen vorgenommen werden. Die vorliegende Übersichtsarbeit ist im Rahmen der Tätigkeit einer Arbeitsgruppe der KRINKO entstanden, stellt jedoch keine Empfehlung oder Stellungnahme der Kommission dar.

1. Einleitung

Nachhaltige Entwicklung wurde 1987 von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen (engl.: *United Nations*) definiert als Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne die Fähigkeit künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen („*Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.*“¹). Insbesondere der Gesundheitssektor spielt eine wichtige Rolle bei der Bewältigung von Gesundheitsproblemen, die durch den Klimawandel entstehen, da er selbst sowohl direkt als auch indirekt zu Treibhausgasemissionen beiträgt.² Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) sieht im Gesundheitssektor daher ein großes Potenzial, durch nachhaltigere Strukturen und Prozesse zum Klimaschutz beizutragen.³ Das gilt insbesondere für infektionspräventive Maßnahmen, da diese unerlässlich sind, aber viele Ressourcen verbrauchen, zum Beispiel die Herstellung und Verpackung der Produkte, der Einsatz von Energie und Wasser, der Verbrauch bei der Aufbereitung von Mehrwegprodukten, das Aufkommen von Abfall und Abwasser sowie der Eintrag ökotoxikologisch bedeutsamer antimikrobieller

Wirkstoffe in die Umwelt. Aus diesem Grund sollte jede infektionspräventive Maßnahme einer sorgfältigen Nutzen-Risiko-Bewertung mit Begründung ihrer Indikation unterzogen werden. Bei Maßnahmen mit vergleichbarer Effektivität sollte diejenige mit der besseren CO₂-Bilanz ausgewählt werden.^{4,5}

Ziel dieser Übersicht ist es, Optimierungspotenziale für den Einsatz von Mehrweg- bzw. Einwegendoskopen zu analysieren. Die Herausforderung liegt darin, die bestmögliche Verhältnismäßigkeit zwischen optimaler medizinischer Versorgung von Patientinnen und Patienten inklusive des Eigenschutzes der Beschäftigten und nachhaltigem Handeln zu finden.

Endoskopische Diagnostik und Therapie sind in vielen stationären und ambulanten medizinischen Einrichtungen fest etabliert. Die KRINKO hat in verschiedenen Empfehlungen die infektionshygienischen und -präventiven Aspekte der Endoskopie aufgegriffen (z. B.^{6,7}). Dabei liegt der Schwerpunkt der Prävention auf der validierten Aufbereitung. Die KRINKO äußert sich hierzu allgemein, dass der Aufbereitungsprozess von Medizinprodukten kritisch hinsichtlich wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte bewertet werden soll.⁶

Gemäß § 8 Abs. 1 der Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) ist die Aufbereitung von Medizinprodukten unter Berücksichtigung der Herstellerangaben mit geeigneten validierten Verfahren durchzuführen, um die Sicherheit und Gesundheit von Patientinnen und Patienten, Nutzern und Dritten nicht zu gefährden.⁸ Das betrifft jedes Mehrwegendoskop und seine wiederverwendbaren Komponenten (z. B. Distalkappen, Ventile).⁷ Die Einhaltung des adäquaten Aufbereitungsprozesses stellt hohe Anforderungen an personelle und materielle Ressourcen (z. B. Chemikalien, Wasser, Energie)

einschließlich der erforderlichen Sachkenntnis und an die Qualitätssicherung. Oberflächlich betrachtet erscheint der Einsatz von Mehrweg- anstelle von Einwegprodukten eine einfache Möglichkeit zur Schaffung einer besseren Nachhaltigkeit. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Ökobilanz oftmals schwer abzuschätzen bzw. zu berechnen ist, weil bei der Verwendung von Mehrwegprodukten für deren adäquate Aufbereitung z. B. der Verbrauch von Wasser, Energie und Chemikalien und auch ggf. anfallende Transportwege berücksichtigt werden müssen. Letztendlich geht auch die Lebensdauer des Mehrwegprodukts einschließlich seiner einzelnen Komponenten in die Ökobilanz ein. Andererseits werden bei Einwegprodukten sowohl die Aufwendungen für die Herstellung (z. B. Rohstoffverbrauch, Energie) als auch das Abfallaufkommen bilanziert. Schließlich können praktische Gesichtspunkte beim Einsatz des Medizinprodukts die Auswahl beeinflussen. Das betrifft bei Mehrweg- und Einwegendoskopen z. B. die Größe der Endoskopieabteilung bzw. die Anzahl benötigter Endoskope bei intraoperativem Einsatz oder bei intensivmedizinisch betreuten Patientinnen und Patienten. Außerdem ist die Verwendung von Mehrweg- oder Einwegendoskopen neben der Indikationsstellung maßgeblich von der Anzahl der durchgeführten Endoskopen innerhalb eines Jahres abhängig.

Zur besseren Lesbarkeit dieser Übersicht kann nicht auf die Vielzahl verschiedener Endoskoptypen eingegangen werden. Die Inhalte beziehen sich daher vor allem auf flexible gastrointestinale Endoskope und Bronchoskope als am häufigsten genutzte Endoskope und sind nicht ohne Weiteres auf andere Endoskoptypen übertragbar. Hauptbewertungskriterien dafür, ob Mehrweg- oder Einwegendoskope eingesetzt werden, sind die Versorgungsqualität und die Patientensicherheit. In diesem Kontext werden zur Unterstützung einer Entscheidungsfindung primär infektionspräventive Kriterien betrachtet. Neben den direkten Produkteigenschaften und Prozessparametern in Bezug auf die Aufbereitung sind bei der infektionspräventiven Bewertung zusätzlich weitere Strukturparameter wie beispielsweise Einrichtungsgröße, -ausrichtung und die Zahl der zu versorgenden Patientinnen und Patienten sowie die damit verbundenen Behandlungsschwerpunkte einzubeziehen. Darüber hinaus flie-

ßen in die Abwägung für oder gegen Mehrweg- bzw. Einwegendoskope Vorteile für Diagnostik/Therapie, technische Komplexität und Bauart für die Handhabung der Produkte sowie ökonomische Betrachtungen ein.

2. Anlass für den Vergleich von Mehrweg- vs. Einwegendoskopen aus infektionspräventiver Sicht

Anlass für den Vergleich ist die gesteigerte Verfügbarkeit von Einwegendoskopen vor dem Hintergrund Endoskop-assoziiierter Erregerübertragungen. Die Entwicklung von Einwegendoskopen wird generell mit dem postulierten Argument der höheren Sicherheit vor Infektionen begründet. In älteren Arbeiten wurde die Inzidenz einer Endoskop-assoziierten Infektion auf 1:1,8 Million geschätzt,^{9,10} wobei die allgemeine Infektionsrate im Rahmen einer Duodenoskopie mit therapeutischer endoskopisch retrograder Cholangiographie (ERC) bzw. Cholangiopankreatikographie (ERCP) bei Einschluss endogener Infektionen auf bis zu 2 – 4 % ansteigen kann.¹¹

Nach Duodenoskopie mit ERC/ERCP wird das Risiko einer Endoskop-assoziierten, kontaminationsbedingten Infektion auf mindestens 0,01 % geschätzt. Dadurch sind damit verbundene Häufungs- und Ausbruchsgeschehen möglich; beispielsweise wurden zwischen 2008 und 2018 drei durch Duodenoskope verursachte Ausbrüche in den Niederlanden beschrieben.¹² Weltweit wurden in einem systematischen Review für den Zeitraum 1990 – 2004 ein Ausbruch durch Arthroskope, drei durch Zystoskope, sieben durch Duodenoskope mit ERCP, zehn durch Endoskope für den oberen und 12 für den unteren Gastrointestinaltrakt sowie 35 durch Bronchoskope beschrieben.¹³ Seitdem hat sich die Aufbereitungsqualität durch Qualitätssicherungsmaßnahmen und bauliche Anpassungen der Endoskophersteller (Duodenoskope mit Einwegkappe an der Spitze zur besseren manuellen Reinigung des sog. Albarran-Hebels) weltweit verbessert. Mit der zunehmenden Verbreitung multiresistenter Erreger (MRE) bei zugleich verbesserten Möglichkeiten einer molekulargenetischen Diagnostik, Typisierung und Infektionskettenerkennung, werden durch MRE verursachte Ausbrüche nach einer Endoskopie leichter detektiert bzw. besser nachvollzogen. So

wurden mehrere durch flexible gastrointestinale Endoskope bedingte Ausbrüche durch multiresistente *Klebsiella pneumoniae*^{14–16} und *Pseudomonas aeruginosa*-Klone^{17–19} publiziert. Häufig konnte als Ursache eine mangelhafte Aufbereitung von Endoskopen identifiziert werden. Bei einer ordnungsgemäßen Prozessierung mit sofortiger Außerbetriebnahme fehlerhafter Endoskope (insbesondere bei Defekten im Arbeitskanal) kann vom Erreichen einer adäquaten Aufbereitungsqualität von Mehrwegendoskopen ausgegangen werden. Bei Anzeichen für Abnutzungserscheinungen (z. B. Riefenbildung oder andere Oberflächenbeschädigungen), insbesondere im Arbeitskanal der Endoskope, sollte eine systematische Überprüfung erfolgen. Außerhalb von Ausbruchsgeschehen scheint das Risiko von Duodenoskop-assoziierten MRE-Kolonisationen bzw. MRE-Infektionen bei regelmäßiger mikrobiologischer Überwachung und strikten Quarantäneprotokollen für Endoskope gering zu sein.²⁰ Einschränkung bleibt festzuhalten, dass es trotz aller Fortschritte in der molekulargenetischen Diagnostik in der klinischen Praxis schwierig sein kann, eine Erregertransmission via Endoskop oder sogar Endoskop-assoziierte Ausbrüche frühzeitig zu erkennen und zu beweisen, insbesondere wenn die auslösenden Erreger keine besonderen Erkennungsmerkmale (z. B. Carbapenemase-Bildung) aufweisen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die meisten in Frage kommenden Erreger zur normalen gastrointestinalen Mikrobiota („Darmflora“) des Menschen gehören, Infektionen mit zeitlicher Latenz und in anderen Settings auftreten können und viele Endoskopien ambulant durchgeführt werden. Negative Ergebnisse mikrobiologischer Beprobungen schließen zwischenzeitliche Kontaminationen nicht vollständig aus und können somit lediglich eine Momentaufnahme darstellen.

Bei der Bewertung der Literatur ist zu beachten, dass sich sowohl die Aufbereitungsrichtlinien als auch die Überwachung der Aufbereitungsqualität international deutlich unterscheiden. Beispielsweise wird die in Deutschland seit 2002 vorgeschriebene engmaschige mikrobiologische Überwachung sowohl der Endoskope als auch der Reinigungs-Desinfektionsgeräte für Endoskope (RDG-E) in anderen Ländern derzeit nicht für jeden Endoskoptyp

und nicht mit vergleichbar sensibler Probengewinnung empfohlen.

Solange kein valider Vergleich der nach unterschiedlichen Vorgaben/Richtlinien aufbereiteten Endoskope durch eine vergleichbar sensitive Probengewinnung (z. B. *flush-brush-flush*-Technik⁷) vorliegt, ist keine endgültige Beurteilung des Endoskop-assoziierten Infektionsrisikos in Abhängigkeit von Aufbereitungsmethoden und -qualität möglich.

3. Erläuterungen zur Nutzung von Mehrweg- vs. Einwegendoskopen

Grundsätzlich sind pauschalisierende Aussagen zur Bevorzugung von Mehrweg- oder Einwegmedizinprodukten aufgrund der Produktvielfalt und der damit verbundenen Heterogenität von Anforderungen beispielsweise an die Herstellung und Aufbereitung schwer ableitbar.²¹ Neben der Bewertung des Endoskopie-assoziierten Infektionsrisikos sind bei der Gegenüberstellung von Mehrweg- vs. Einwegendoskopen aber auch Nachhaltigkeitsaspekte einzubeziehen, insbesondere das jeweilige Abfallaufkommen und der Verbrauch von Chemikalien, Rohstoffen, Wasser und Energie für Herstellung und Aufbereitung.

Im Rahmen einer Querschnittsstudie wurde über fünf Tage das durchschnittliche Aufkommen von Einwegabfall aller durchgeführten Endoskopien an zwei akademischen medizinischen Zentren in den USA mit geringen bzw. hohen Untersuchungszahlen (2.000 bzw. 13.000 endoskopische Untersuchungen pro Jahr) erfasst und die Auswirkungen eines Wechsels von Mehrweg- auf Einwegendoskope unter Berücksichtigung der bei der Aufbereitung entstehenden Abfälle berechnet.²² Bei jeder Endoskopie fielen 2,1 kg Einwegabfälle (46 l Volumen) an. 64 % der Abfälle wurden auf einer Deponie (engl.: *landfill*) entsorgt, 28 % waren biologisch gefährlicher Abfall und 9 % wurden recycelt. Der geschätzte Gesamtabfall, der bei allen endoskopischen Eingriffen in den USA jährlich anfällt, würde 38.000 Tonnen wiegen (entspricht dem Gewicht von 25.000 Pkw) und ca. 117 Fußballfelder einen Meter hoch bedecken.²² Würden alle endoskopischen Verfahren mit Einwegendoskopen anstelle von Mehrwegendoskopen mit entsprechender Ge-

räteaufbereitung durchgeführt, würde die Nettoabfallmenge um ca. 40 % steigen. Lässt man die Abfälle aus Hilfsmaterialien außer Acht, würde sich das Nettoabfallaufkommen aus Aufbereitung und Entsorgung von Endoskopen vervierfachen, wenn nur Einwegendoskope verwendet werden.²² Weitere Aspekte, die einen Einfluss auf die Ökobilanz haben, wie z. B. Rohstoff-, Wasser- oder Energieverbrauch, wurden hier nicht direkt berücksichtigt. In einer prospektiven multizentrischen Beobachtungsstudie zeigte sich, dass das extrapolierte Abfallaufkommen aller endoskopischen Untersuchungen in Deutschland jährlich dem einer Kleinstadt entspricht.²³

3.1 Auswirkungen auf die Ökobilanz

Allgemeines

Derzeit gibt es nur wenige Analysen, die die Umwelteinflüsse von Mehrweg- vs. Einwegendoskopen gegenüberstellen. Die Schwierigkeit besteht darin, dass die Umweltauswirkungen schwer zu quantifizieren sind, weil sich die Aufbereitungsverfahren einschließlich eingesetzter Prozesschemikalien länderspezifisch unterscheiden und die wenigen Daten unter heterogenen Bedingungen erhoben wurden, sodass derzeit keine allgemein gültigen Ableitungen möglich sind. Im Ergebnis einer theoretischen Fallstudie wurde, abgesehen vom Wasserverbrauch, berechnet, dass wiederverwendbare flexible Bronchoskope eine geringere Umweltbelastung in Bezug auf globale Erwärmung, abiotische Ressourcenverknappung, Ozonabbau, Toxizität für den Menschen, Süßwasser-Ökotoxizität, Meeres-Ökotoxizität, terrestrische Ökotoxizität, photochemische Oxidation, Versauerung und Eutrophierung aufweisen.²⁴ Eine prospektive Beobachtungsstudie ergab, dass flexible Einwegbronchoskope im Vergleich zu wiederverwendbaren Geräten fast doppelt so viel recyclebaren Abfall erzeugten. Dabei waren nur 15,8 % des Abfalls, der bei beiden Gerätekategorien anfiel, recyclebar.²⁵ Eine skandinavische Untersuchung, die eine vereinfachte Methode der Lebenszyklusanalyse auf Grundlage der Parameter Energieverbrauch, CO₂-Äquivalent-Emissionen (engl.: *equivalent*; CO₂-eq) und Ressourcenverbrauch verwendete, lässt die Frage offen, welcher Bronchoskoptyp den größten Einfluss auf die untersuchten Umweltfaktoren hat, da die angewandten Untersuchungs- und

Aufbereitungsprozesse einschließlich der Verwendung einer persönlichen Schutzausrüstung (PSA) stark variieren.²⁶ Schlüssige Aussagen sind erst möglich, wenn Ökobilanzierungen nach einheitlicher Methode aus verschiedenen Ländern vorliegen.²⁴

Endoskopspezifische Erwägungen

Vergleichende Daten zu Mehrweg- und Einweggastroskopen bzw. -duodenoskopen zeigen, dass der Produktionsprozess der Einweggeräte den größten Umwelteinfluss hat.^{27,28} Le *et al.* bilanzierten für Einwegduodenoskope, dass 91–96 % aller Treibhausgasemissionen auf den Produktionsprozess zurückzuführen sind.²⁷ Die Autorinnen und Autoren bezifferten für die Durchführung einer ERCP mit einem Einwegduodenoskop ein CO₂-eq zwischen 36,3–71,5 kg, was einer 24- bis 47-mal höheren CO₂-Freisetzung als bei der Verwendung von Mehrwegduodenoskopen entspricht. Vergleichbare Umweltauswirkungen fanden Davis *et al.* bei der Verwendung von flexiblen Mehr- und Einwegureteroskopen.²⁹

Um den Aufbereitungsprozess hinsichtlich der Auswirkungen auf die Ökobilanz bewerten zu können, sind beispielsweise der Verbrauch von Prozesschemikalien, Wasser- und Stromverbrauch zu betrachten. Eine Übertragung der Erkenntnisse auf andere Umfelder ist hierbei schwierig, da u. a. jeweils geltende regulatorische Rahmenbedingungen für den Aufbereitungsprozess berücksichtigt werden müssen. Pioche *et al.* untersuchten die Umweltauswirkungen eines Einweggastroskops im Vergleich zu einem Mehrweggastroskop je Untersuchung. Letzteres hatte bei der Betrachtung der Aufbereitung einen höheren Einfluss auf die CO₂-Bilanz: In Bezug auf die Aufbereitung verursachte es 2,1 kg CO₂-eq pro Untersuchung bzw. einen Verbrauch von 43,6 Megajoule fossiler Ressourcen.²⁸ Darüber hinaus errechneten die Autorinnen und Autoren, dass die Verwendung von Einweggastroskopen bei einer Anzahl von weniger als 213 Gastroskopien im Jahr unter Berücksichtigung der Ökobilanz sinnvoll sein kann.²⁸

Unter der Voraussetzung einer gleichwertigen medizinischen Leistungsfähigkeit hängen die Vorteile einer Umstellung von Mehrwegbronchoskopen auf Einwegbronchoskope einer US-amerikanischen

Untersuchung zufolge maßgeblich vom jährlichen Eingriffsvolumen des jeweiligen Krankenhauses, dem zu erwartenden Risiko einer Kreuzinfektion und dem Anschaffungspreis der Bronchoskope ab.³⁰ In einer aktuellen deutschen Veröffentlichung eines universitären Maximalversorgers wurden die Kosten pro Anwendung eines Bronchoskops mit 346,19 € für Einwegendoskope und mit 97,28 € für Mehrwegbronchoskope beziffert. Die Gewinnschwelle bzw. die Kostendeckungsgrenze (engl.: *break-even point*) lag bei 317 Anwendungen pro Jahr. Die Sensitivitätsanalysen zeigten die Robustheit der Ergebnisse gegenüber steigenden Wartungskosten sowie gegenüber sinkenden Anschaffungskosten für Einwegbronchoskope.³¹ Unabhängig davon, ab welcher Anzahl von Endoskopen der Einsatz von Einwegbronchoskopen ökonomisch ist, bleibt offen, ob ihr Einsatz im Vergleich zu Mehrwegendoskopen damit auch ökologisch nachhaltiger ist.

Ein systematischer Review zeigte bei der Bewertung flexibler Einwegzystoskope keine Unterschiede hinsichtlich der Verweildauer damit untersuchter Patientinnen und Patienten sowie der Komplikationsraten. Allerdings ließ sich eine Verkürzung der Arbeitszeit des Endoskopiepersonals bestätigen. Kosteneffizienz und Umweltbelastung hängen weitgehend von der Fallzahl und den Aufbereitungsmöglichkeiten ab.³²

Konsensbildung

In einer internationalen Delphi-Konsensusstudie, an der je zwei Vertreter aus 33 Ländern teilnahmen, wurden die Voraussetzungen für den Einsatz von Einwegendoskopen bewertet.³³ Da Deutschland an diesem Konsensbildungsprozess nicht mit eigenen Vertretern beteiligt war, sind die darin enthaltenen nicht repräsentativ erhobenen Experteneinschätzungen nicht unmittelbar auf das deutsche Gesundheitswesen übertragbar. Ein Einsatz von Einwegendoskopen wird laut Konsensusstudie grundsätzlich nur befürwortet, wenn vor Ort ein gut funktionierendes Recycling etabliert ist (Konsens 94,6 %).³³ Prinzipiell ist ein Recycling von Rohstoffen aus Einwegmedizinprodukten am Ort des Abfallaufkommens möglich.³⁴ Grundsätzlich ist hier in Deutschland jedoch die Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall

(LAGA) zu berücksichtigen, die eine stoffliche Verwertung deutlich erschwert.³⁵ Einzelne Pilotprojekte loten zunehmend Handlungsoptionen aus.³⁶ Daten aus Deutschland, die speziell für die Endoskopie erhoben wurden, zeigen, dass bereits ein sachgerechtes Recycling von nicht-kontaminierten Verpackungsmaterialien zu einer Reduktion des Abfallaufkommens beitragen kann, das einer LAGA-gerechten Entsorgung bedarf. Dies reduziert unmittelbar Treibhausgasemissionen, ohne dass dadurch Arbeitsabläufe bzw. die Sicherheit von Patientinnen und Patienten sowie Beschäftigten beeinträchtigt werden.³⁷

Eine aktuelle Übersicht fordert endoskopierende Einrichtungen dazu auf, Nachhaltigkeitsaspekte mitzudenken („*Reduce, reuse, recycle!*“) und resümiert nachdrücklich, dass die größten Einsparungen in der Ökobilanz durch die Vermeidung von nicht-indizierten Endoskopen erreicht werden können.³⁸ Ein nicht zu unterschätzender Faktor bei der Berechnung der Ökobilanz von Endoskopieeinheiten ist auch der Transport von Personal und Patientinnen und Patienten zum Ort der Untersuchung.^{21,23} Bei indizierten Endoskopen können durch die Kombination von Untersuchungen (z. B. Gastroskopie und Koloskopie) Ressourcen eingespart werden.

Herstellereinitiativen

Bemühungen verschiedener Hersteller, die Umweltbelastung zu verringern, umfassen die Reduzierung des Produktgewichts, die Reduzierung der Verpackung, die Verwendung recyclebarer Sekundärverpackungen, die Bereitstellung eines wiederverwendbaren Netzkabels sowie die Verringerung der Entfernung zwischen Produktionsstätte und Werk.²⁴

4. Technische Qualität von Mehrweg- vs. Einwegendoskopen

Die KRINKO erstellt gemäß § 23 Infektionsschutzgesetz (IfSG)³⁹ Empfehlungen zur Prävention nosokomialer und weiterer Infektionen sowie zu betrieblich-organisatorischen und baulich-funktionellen Maßnahmen der Hygiene in Krankenhäusern, anderen medizinischen Einrichtungen und Einrichtungen und Unternehmen der Pflege und Eingliederungshilfe. Aussagen zu technischen Aspekten

von medizinischen Maßnahmen (z. B. Berücksichtigung diagnostischer Vorteile) werden i. d. R. nicht aufgegriffen, sind aber für die Entscheidungsfindung, ob ein Mehrweg- bzw. Einwegendoskop zum Einsatz kommen soll, mit einzubeziehen. Gerätepräferenzen allein anhand technischer Parameter festzulegen, ist nicht zielführend, da bei der Bewertung viele situationsspezifische Faktoren eine Rolle spielen (z. B. klinisches Einsatzgebiet, Endoskoptypen, Endoskopieerfahrung von Untersuchenden und Assistenz, Patientenanatomie). Laut Ansicht der Teilnehmenden der o. g. Konsensusstudie sollten Einwegendoskope analoge diagnostische Ergebnisse liefern wie Mehrwegendoskope (Konsens 96,5 %).³³ Das lässt sich beispielsweise anhand einer kleineren randomisierten kontrollierten Studie von Duodenoskopen mit therapeutischer ERCP mit direktem Vergleich von Mehrweg- (n = 50) vs. Einwegduodenoskopen (n = 48) verdeutlichen. Primärer Endpunkt war die Anzahl der Versuche zur erfolgreichen Kanülierung von Gallen- und/oder Pankreasgang. In der Gruppe der Einwegduodenoskope war die mediane Anzahl erfolgreicher Kanülierungsversuche signifikant niedriger ($p = 0,013$). Zudem schnitten wiederverwendbare Duodenoskope in mehreren technischen Aspekten signifikant besser ab, z. B. in Bezug auf die Magenpassage, die Bildqualität, die Bildstabilität und die Funktionalität des Luft-Wasser-Ventilknopfs.⁴⁰

5. Praktische Erwägungen zum Einsatz von Mehrweg- bzw. Einwegendoskopen aus infektionspräventiver Sicht

Gelebte Praxis ist der Einsatz von Mehrwegendoskopen. Der Einsatz von Einwegendoskopen kann erwogen werden.

Durch sorgfältige einrichtungsspezifische Abwägungen, in welchen Situationen Mehrweg- bzw. Einwegendoskope verwendet werden, lassen sich Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen reduzieren.

Grundsätzliche Überlegungen, in welchen Situationen der Einsatz von Einwegendoskopen aus infektionspräventiver Sicht sinnvoll sein könnte, umfassen (Beispiele):

- ▶ Verdacht auf (oder gesicherte) Creutzfeldt-Jakob-Krankheit/variante Creutzfeldt-Jakob-Krankheit

(CJK/vCJK), da durch die übliche Aufbereitung in RDG-E die Dekontamination von Prionen nicht ausreichend gesichert ist. Eine Aufbereitung von Mehrwegendoskopen ist nur an Zentren mit einer speziell validierten Aufbereitung für CJK möglich.⁷

- ▶ Verdacht auf (oder gesicherte) Krankheit durch hochpathogene Erreger (engl.: *high consequence infectious disease*), insbesondere virale hämorrhagische Fiebererkrankungen (z. B. Ebola-, Lassa-fieber, hämorrhagisches Krim-Kongo-Fieber), mit enormen Prozessierungserleichterungen durch den Einsatz von Einwegendoskopen.
- ▶ Situationen, in denen die unmittelbare Aufbereitung der Geräte nicht möglich ist, z. B. bei Endoskopie im Wochenenddienst, insbesondere in kleineren Krankenhäusern.
- ▶ Ausbruchssituationen, in denen vermutet wird, dass Mehrwegendoskope aufgrund von Mängeln im Aufbereitungsprozess Auslöser sind oder im Ausbruchsgeschehen eine Rolle spielen.
- ▶ Sehr seltener Einsatz spezieller Endoskoptypen, der die Aufbereitung in RDG-E ökonomisch erschwert.

Die Inhalte der bereits genannten Delphi-Konsensusstudie sind aufgrund der hohen Aufbereitungsstandards in Deutschland nicht unmittelbar übertragbar, sollen aber aufzeigen, welche Kriterien der Risikobewertung zu berücksichtigen sind.³³ Die Konsensusstudie empfiehlt beispielsweise eine Verwendung von Einwegendoskopen auch bei bekannter Kolonisation oder Infektion mit MRE (Konsens 94,8 %).³³ Das ist jedoch nicht mit robusten Daten begründbar, da die mikrobielle Besiedlung der Patientinnen und Patienten im Allgemeinen nicht bekannt ist, sodass die Aufbereitung unabhängig von spezifischen Risikokonstellationen qualitätsgesichert mit regelmäßigen Prozess- und Produktkontrollen mittels geeigneter, ausreichend sensibler Methoden erfolgen muss.⁷ Ein präprozedurales MRE-Screening von Patientinnen und Patienten, die eine Duodenoskopie mit ERCP erhielten, zeigte ebenfalls, dass die grundsätzliche Aufbereitungsqualität der Endoskopie auch in Hochprävalenz-Settings für MRE entscheidend dafür ist, dass Endoskop-assoziierte Kontaminationen und Infektionen erfolgreich vermieden werden.⁴¹ Diese Daten unterstreichen, dass in Bezug auf die Versorgung von Patientinnen und

Patienten mit MRE-Kolonisation bzw. MRE-Infektion keine Einwegendoskope erforderlich sind.

6. Fazit

Mehrwegendoskope können trotz ihres höheren Aufbereitungsaufwandes insgesamt ökologisch vorteilhafter sein als Einwegprodukte, insbesondere bei hoher Nutzungsfrequenz und optimierten Aufbereitungsprozessen. Einwegendoskope verursachen hingegen mehr Abfall und einen höheren Ressourcenverbrauch pro Anwendung, können in bestimmten Situationen aber Vorteile hinsichtlich In-

fektionsprävention und logistischer Einfachheit bieten. Entscheidend ist daher eine differenzierte Abwägung zwischen Umweltaspekten, Patientensicherheit, praktischer Umsetzbarkeit und ökonomischen Aspekten. Insgesamt spricht vieles für den gezielten, indikationsbezogenen Einsatz beider Systeme. Die einrichtungsinternen Abwägungen zur Verwendung von Mehrweg- vs. Einwegendoskopen setzen genaue Kenntnis der zu versorgenden Patientinnen und Patienten, des Versorgungsumfangs, der standortspezifischen Versorgungsstrukturen und der eingriffsspezifischen Risiken voraus.

Literatur

- 1 United Nations (UN), World Commission on Environment and Development (WCED): Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1987. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> [Abrufdatum: 20.05.2026]
- 2 Watts N, Amann M, Arnell N *et al.*: The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *Lancet* 2019;394(10211):1836–1878. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)32596-6
- 3 World Health Organization (WHO): Climate Change. 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> [Abrufdatum: 20.05.2026]
- 4 Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO): Kommentar der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) zum indikationsgerechten Einsatz medizinischer Einmalhandschuhe im Gesundheitswesen. *Epid Bull* 2024;10:3–15. DOI: 10.25646/11984
- 5 Kommission für Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen und in Einrichtungen und Unternehmen der Pflege und Eingliederungshilfe (KRINKO): Indikationsgerechte Verwendung eines medizinischen Mund-Nasen-Schutzes (MNS) im Gesundheitswesen – Stellungnahme der Kommis-

- sion für Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen und in Einrichtungen und Unternehmen der Pflege und Eingliederungshilfe (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI). *Epid Bull* 2026;1:3-7.
- 6 Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO), Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM): Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten. *Bundesgesundheitsbl* 2012;55(10):1244–1310. DOI: 10.1007/s00103-012-1548-6
- 7 Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO): Anlage 8: Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung thermolabiler Endoskope. *Bundesgesundheitsbl* 2024;67(12):1410–1468. DOI: 10.1007/s00103-024-03942-1
- 8 Verordnung über das Betreiben und Benutzen von Medizinprodukten (Medizinprodukte-Betreiberverordnung – MPBetreibV) – Medizinprodukte-Betreiberverordnung vom 14. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 38), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 14. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 39) geändert worden ist.
- 9 Kimmery MB, Burnett DA, Carr-Locke DL *et al.*: Transmission Of Infection By Gastrointestinal Endoscopy. *Gastrointest Endosc* 1993;39(6):885–888. DOI: 10.1016/S0016-5107(93)70316-8
- 10 Ofstead CL, Dirlam Langlay AM, Mueller NJ *et al.*: Re-evaluating endoscopy-associated infection risk estimates and their implications. *Am J Infect Control* 2013;41(8):734–736. DOI: 10.1016/j.ajic.2012.10.008
- 11 Kovaleva J, Peters FT, van der Mei HC *et al.*: Transmission of infection by flexible gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Clin Microbiol Rev* 2013;26(2):231–254. DOI: 10.1128/cmr.00085-12
- 12 Kwakman JA, Erler NS, Vos MC *et al.*: Risk evaluation of duodenoscope-associated infections in the Netherlands calls for a heightened awareness of device-related infections: a systematic review. *Endoscopy* 2022;54(2):148–155. DOI: 10.1055/a-1467-6294
- 13 Seoane-Vazquez E, Rodriguez-Monguio R, Visaria J *et al.*: Exogenous endoscopy-related infections, pseudo-infections, and toxic reactions: clinical and economic burden. *Curr Med Res Opin* 2006;22(10):2007–2021. DOI: 10.1185/030079906x121048
- 14 Aumeran C, Poincloux L, Souweine B *et al.*: Multi-drug-resistant *Klebsiella pneumoniae* outbreak after endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Endoscopy* 2010;42(11):895–899. DOI: 10.1055/s-0030-1255647
- 15 Carbonne A, Thiolet JM, Fournier S *et al.*: Control of a multi-hospital outbreak of KPC-producing *Klebsiella pneumoniae* type 2 in France, September to October 2009. *Euro Surveill* 2010;15(48):pii=1973. DOI: 10.2807/ese.15.48.19734-en
- 16 Haak J, Klempien I, Hans JB *et al.*: Endoscope-associated outbreak of OXA-181-carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* and its implications for hygiene management. *J Hosp Infect* 2025;158:19–28. DOI: 10.1016/j.jhin.2025.01.016
- 17 Fernández-Cuenca F, López-Cerero L, Cabot G *et al.*: Nosocomial outbreak linked to a flexible gastrointestinal endoscope contaminated with an aminocyclitol-resistant ST17 clone of *Pseudomonas aeruginosa*. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2020;39(10):1837–1844. DOI: 10.1007/s10096-020-03915-7
- 18 Qiu L, Zhou Z, Liu Q *et al.*: Investigating the failure of repeated standard cleaning and disinfection of a *Pseudomonas aeruginosa*-infected pancreatic and biliary endoscope. *Am J Infect Control* 2015;43(8):e43–46. DOI: 10.1016/j.ajic.2015.04.204
- 19 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(6):493–502. DOI: 10.1055/s-0034-1391886
- 20 van der Ploeg K, Klaassen CHW, Renkens SHJ *et al.*: Evaluating the risk of duodenoscope-associated colonization and duodenoscope-associated infection: a prospective observational study. *J Hosp Infect* 2025;160:101–108. DOI: 10.1016/j.jhin.2025.02.014
- 21 Booth A, Chowaniec M, Goyal S *et al.*: The carbon footprints of single-use and reusable medical devices: a systematic review. *BMJ Open* 2025;15(12):e108446. DOI: 10.1136/bmjopen-2025-108446
- 22 Namburar S, von Renteln D, Damianos J *et al.*: Estimating the environmental impact of disposable endoscopic equipment and endoscopes. *Gut* 2022;71(7):1326–1331. DOI: 10.1136/gutjnl-2021-324729
- 23 Welsch L, Friedrich-Rust M, Tal A *et al.*: Cutting waste in endoscopy: a multicentre observational

- study in the German healthcare system. *Gut* 2025;74(12):1989–1994. DOI: 10.1136/gutjnl-2024-333401
- 24 Boyd S, Murphy CJ, Snyman L: Single-use vs. reusable flexible bronchoscopes for airway management and in critical care: a narrative review. *Anaesthesia* 2025;80(2):197–204. DOI: 10.1111/anae.16430
- 25 Patrucco F, Gavelli F, Balbo PE: Environmental Impact of Bronchoscopy: Analysis of Waste Mass and Recyclability of Bronchoscopic Equipment and Consumables. *Respiration* 2023;102(10):905–911. DOI: 10.1159/000533706
- 26 Sørensen B, Grüttner H: Comparative Study on Environmental Impacts of Reusable and Single-Use Bronchoscopes. *Am J Environ Prot* 2018;7(4):55–62. DOI: 10.11648/j.ajep.20180704.11
- 27 Le NNT, Hernandez LV, Vakil N *et al.*: Environmental and health outcomes of single-use versus reusable duodenoscopes. *Gastrointest Endosc* 2022;96(6):1002–1008. DOI: 10.1016/j.gie.2022.06.014
- 28 Pioche M, Pohl H, Cunha Neves JA *et al.*: Environmental impact of single-use versus reusable gastroscopes. *Gut* 2024;73(11):1816–1822. DOI: 10.1136/gutjnl-2024-332293
- 29 Davis NF, McGrath S, Quinlan M *et al.*: Carbon Footprint in Flexible Ureteroscopy: A Comparative Study on the Environmental Impact of Reusable and Single-Use Ureteroscopes. *J Endourol* 2018;32(3):214–217. DOI: 10.1089/end.2018.0001
- 30 Kristensen AE, Kurman JS, Hogarth DK *et al.*: Systematic Review and Cost-Consequence Analysis of Ambu aScope 5 Broncho Compared with Reusable Flexible Bronchoscopes: Insights from Two US University Hospitals and an Academic Institution. *Pharmacocon Open* 2023;7(4):665–678. DOI: 10.1007/s41669-023-00417-y
- 31 Leder N, Mitić D, Gundrum M *et al.*: Cost analysis of single-use versus reusable bronchoscopes in German intensive care units. *GMS Hyg Infect Control* 2026;21:Doc40. DOI: 10.3205/dgkh000649
- 32 Anderson S, Patterson K, Skolarikos A *et al.*: Perspectives on technology: to use or to reuse, that is the endoscopic question-a systematic review of single-use endoscopes. *BJU Int* 2024;133(1):14–24. DOI: 10.1111/bju.16206
- 33 Repici A, Khalaf K, Troncone E *et al.*: International Delphi Consensus Study on disposable single-use endoscopy: A path to clinical adoption. *Dig Liver Dis* 2024;56(2):322–329. DOI: 10.1016/j.dld.2023.07.026
- 34 Kramer A, Brill FHH: Hygienic evaluation of the Resourcify GmbH concept for recovering raw materials from recyclable medical devices after surgery. *GMS Hyg Infect Control* 2024;19:Doc16. DOI: 10.3205/dgkh000471
- 35 Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes (Mitteilung 18). Potsdam: LAGA; 2021. https://www.laga-online.de/documents/laga-m-18_stand_2021-06-23_1626849905.pdf [Abrufdatum: 20.05.2026]
- 36 Lessau M: University Hospital Bonn: For More Circularity in Hospitals. Resourcify and the University Hospital Bonn Revolutionise Waste Management in the Operating Theatre Through Digitalisation. 2023. <https://www.resourcify.com/press-release/university-hospital-bonn-circularity-projects-2023> [Abrufdatum: 14.04.2026]
- 37 Henniger D, Lux T, Windsheimer M *et al.*: Reducing scope 3 carbon emissions in gastrointestinal endoscopy: results of the prospective study of the 'Green Endoscopy Project Würzburg'. *Gut* 2024;73(3):442–447. DOI: 10.1136/gutjnl-2023-331024
- 38 Eickhoff A, Goetz M: Green Endoscopy – Strategien für mehr Nachhaltigkeit in der Endoskopie. *Z Gastroenterol* 2024;62(2):218–223. DOI: 10.1055/a-2150-9311
- 39 Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), das zuletzt durch Artikel 3 Absatz 1 des Gesetzes vom 4. März 2026 (BGBl. 2026 I Nr. 60) geändert worden ist.
- 40 Bang JY, Hawes R, Varadarajulu S: Equivalent performance of single-use and reusable duodenoscopes in a randomised trial. *Gut* 2021;70(5):838–844. DOI: 10.1136/gutjnl-2020-321836
- 41 van der Ploeg K, Vos MC, Rughwani H *et al.*: Preprocedural screening for multidrug-resistant organisms in endoscopic retrograde cholangiopancreatography: an international, multicentre, cross-sectional observational study. *EclinicalMedicine* 2025;90:103627. DOI: 10.1016/j.eclinm.2025.103627

Autoren

- ^{a,b)} Prof. Dr. Christoph Lübbert |
^{c)} Prof. Dr. Nico T. Mutters | ^{d)} Prof. Dr. Simone Scheithauer | ^{e)} Prof. Dr. Heike von Baum |
^{f)} Prof. Dr. Alexander Meining | ^{g)} Andreas Rieß |
^{h)} Marc Thanheiser | ^{h)} Dr. Franziska Lexow |
^{h)} Dr. Jana Maidhof | ⁱ⁾ Prof. em. Dr. Axel Kramer
- ^{a)} Bereich Infektiologie und Tropenmedizin,
Medizinische Klinik I, Universitätsklinikum Leipzig
^{b)} Klinik für Infektiologie und Tropenmedizin,
Klinikum St. Georg gGmbH, Leipzig
^{c)} Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit,
Universitätsklinikum Bonn, Deutschland
^{d)} Institut für Krankenhaushygiene und Infektiologie,
Universitätsklinikum Göttingen, Deutschland
^{e)} Institut für Medizinische Mikrobiologie und
Hygiene, Universitätsklinikum Ulm
^{f)} Medizinische Klinik und Poliklinik II, Universitäts-
klinikum Würzburg, Deutschland
^{g)} Josefs-Gesellschaft gAG, Köln, Deutschland
^{h)} Abteilung 1 Infektionskrankheiten, Fachgebiet 14
Angewandte Infektions- und Krankenhaushygiene,
Robert Koch-Institut, Berlin, Deutschland
ⁱ⁾ Institut für Hygiene und Umweltmedizin,
Universitätsmedizin Greifswald, Deutschland

Korrespondenz

christoph.luebbert@medizin.uni-leipzig.de

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Prof. Dr. Christoph Lübbert, Prof. Dr. Nico T. Mutters, Prof. Dr. Simone Scheithauer, Prof. Dr. Heike von Baum, Andreas Rieß und Prof. em. Dr. Axel Kramer gehören der Kommission für Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen und in Einrichtungen und Unternehmen der Pflege und Eingliederungshilfe (KRINKO) an. Die Publikation stellt jedoch keine Empfehlung oder Stellungnahme der Kommission dar.

Vorgeschlagene Zitierweise

Lübbert C, Mutters NT, Scheithauer S, von Baum H, Meining A, Rieß A, Thanheiser M, Lexow F, Maidhof J, Kramer A: Einsatz von Mehrweg- bzw. Einweg-endoskopen aus infektionspräventiver Sicht unter besonderer Berücksichtigung der Nachhaltigkeit – Eine aktuelle Zusammenfassung der Datenlage

Epid Bull 2026;33:3-12 | DOI 10.25646/14304

Open access



[Creative Commons Namensnennung 4.0 International](#)