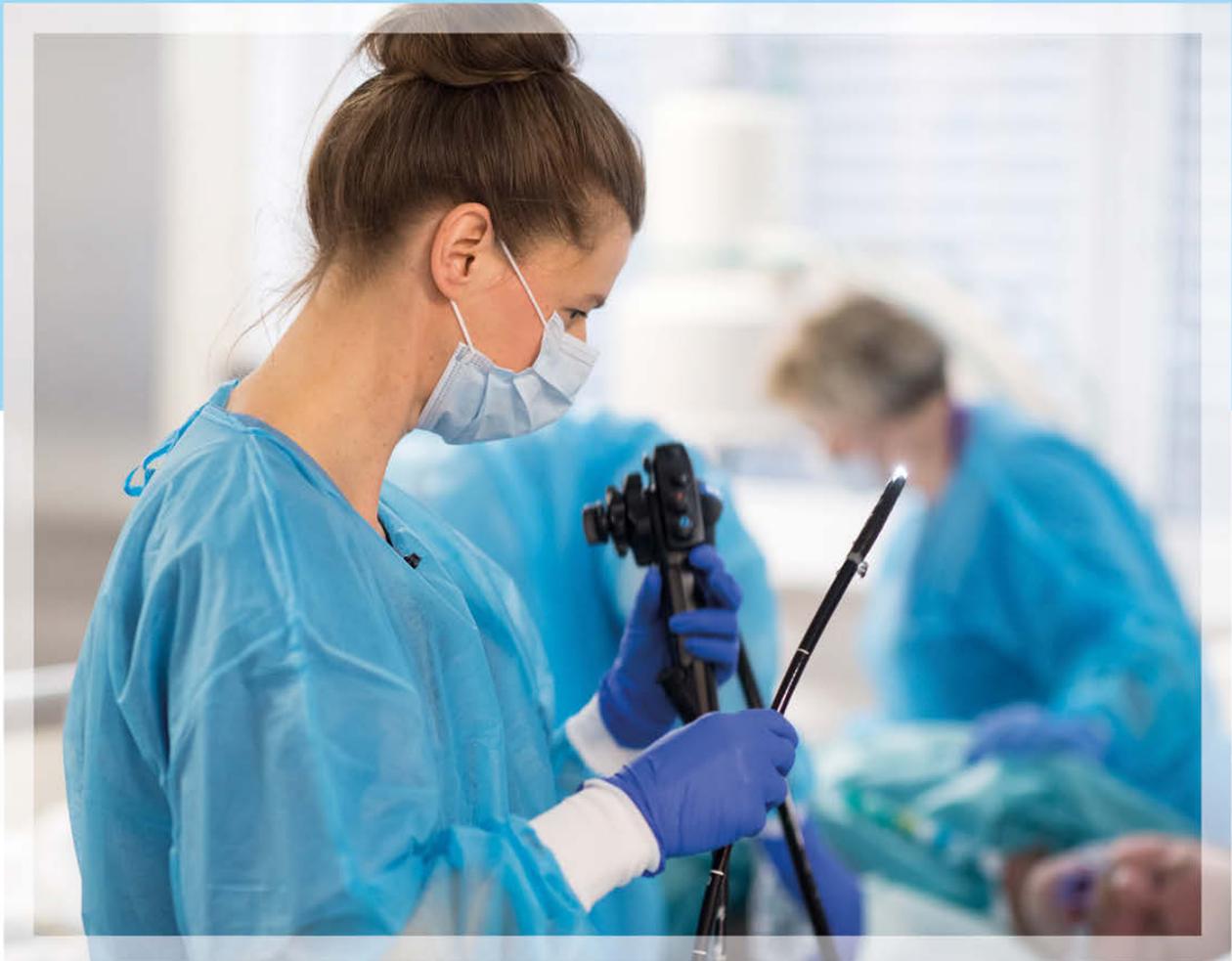


Arbeitsplatzbuch Endoskopie

Zeitsparend Untersuchungen vorbereiten – fokussiert Wissen auffrischen

Uwe Gottschalk
Silvia Maeting
Stefan Kahl



Arbeitsplatzbuch Endoskopie

Zeitsparend Untersuchungen vorbereiten –
fokussiert Wissen auffrischen

Herausgegeben von

Uwe Gottschalk, Silvia Maeting, Stefan Kahl

Unter Mitarbeit von

David Albers, Nils Andersen, Elke Bachstein, Ulrike Beilenhoff,
Nicole Bernhart, Silke Bichel, Kerstin Biesecker,
Petra Blochberger, Ulrich Böcker, Christian Bojarski,
Annette Brückner, Christoph Frank Dietrich, Torsten Dietze,
Sabrina Dorka, Siegbert Faiss, Thomas Fischer, Karl-Josef Franke,
Grit Gartmann-Rulf, Uwe Gottschalk, Carmen Gundermann,
Dirk Hartmann, Dorothee Heinemann, Jürgen Hochberger,
Michael Hocke, Gregor Hron, Kurt-Albrecht Husemeyer,
Birgitt Jensen, Christian Jensen, Michael Jung, Christian Jürgensen,
Stefan Kahl, Georg Kähler, Jens Karnine, Ralf Landschoof,
Silvia Lask, Petra Lenk, Silvia Maeting, Beate Merchel-Butz,
Pamela Reimer, Viktor Rempel, Gudrun Rettig, Andrea Riphaus,
Guido Schachschal, Silke Schmied-Graf, Brigitte Schumacher,
Anke Seidel, Moritz Sold, Ivo van der Voort, Dieter Weiling,
Sandra Welsandt, Uwe Will

521 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter:
www.thieme.de/service/feedback.html

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 2019 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: BITmap, Mannheim
Mit Übernahmen aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus. LernAtlas der Anatomie. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. Stuttgart: Thieme.
Redaktion: Annabel Wolpensinger
Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe
Fotos Umschlag und Kapiteleinstiegsseiten, sofern nicht anders angegeben:
Paavo Bläfield, Kassel
Satz: L42 AG, gesetzt aus PTC APP
Druck: Aumüller Druck GmbH und Co. KG, Regensburg

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die abgebildeten Personen haben in keiner Weise etwas mit der Krankheit zu tun.

DOI 10.1055/b-005-145230

ISBN 978-3-13-240593-6

3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-240594-3
eISBN (epub) 978-3-13-240595-0

Vorwort

Moderne gastroenterologische und pulmonologische Endoskopie bedeutet intensives Teamwork von Ärzten, medizinischem Fachpersonal und auch der Medizintechnik. In Zeiten ständig steigender Arbeitsverdichtung und engem Budget leidet darunter häufig die regelmäßige abteilungsinterne Weiterbildung und oft fehlt die notwendige Zeit für die präinterventionelle Absprache aller am Eingriff Beteiligten. Gerade hier aber liegt der Schlüssel für einen erfolgreichen und risikoarmen Eingriff in hoher technischer Qualität. Das vorliegende Buch soll an dieser Stelle seinen Einsatz finden und Assistenzärzten und medizinischem Fachpersonal zeitnah und vor Ort ermöglichen, ihr Wissen über den Eingriff aufzufrischen. Deshalb haben wir die einzelnen Kapitel nahezu gleichartig didaktisch aufgestellt. Nach einem Steckbrief, der notwendige Informationen zu den Untersuchungen in Kurzform auf einer Seite enthält, werden die Vorbereitung, das medizinische Equipment, der Untersuchungsablauf und mögliche Komplikationen dargestellt. Hier können natürlich nicht alle auf dem Markt erhältlichen Materialien gezeigt und besprochen werden, so dass auf den Abbildungen exemplarisch und wertungsfrei bestimmte Geräte bzw. entsprechendes Zubehör zur Darstellung kommen.

Einige ausgewählte Krankheitsbilder ergänzen das Bild der Untersuchung hinsichtlich Indikation und Nutzen der Maßnahme. Ziel ist es, die trotz dieser Vorbereitungshilfe erforderliche Kommunikation bereits auf patientenorientierte und speziell eingriffsorientierte Fragen zu lenken und damit die notwendige Vorbereitungszeit zu verkürzen. Die Gespräche Arzt-Patient und Assistenz-Patient werden natürlich nicht beeinflusst und stellen unverändert hohe mentale Anforderungen an das moderne Endoskopieteam. Durch den gestellten Ansatz handelt es sich bei diesem Arbeitsbuch nicht um ein umfassendes endo-

skopisches Lehrbuch, was den Rahmen gesprengt und das gestellte Ziel verfehlt hätte. Hier sollen die kurzen Literaturhinweise am Ende eines jeden Kapitels die Suche nach geeigneten Quellen erleichtern. Wie bereits im Buch „Endoskopieassistenz“ sind viele Abschnitte von medizinischen Fachkräften und Ärzten gemeinsam verfasst worden. Das war nicht immer einfach, unterstützt aber das Verständnis für die sich gegenseitig ergänzenden Aufgaben während eines Eingriffs. In kaum einem anderen medizinischen Fachgebiet ist der Erfolg einer Untersuchung so sehr vom Zusammenspiel aller Beteiligten abhängig.

Danken möchten wir dem Thieme Verlag für seine großzügige Unterstützung bei der Erstellung dieses Arbeitsbuches und der Möglichkeit, dieses Buch in einer Materialqualität zu produzieren, die es erlaubt, vor Ort am endoskopischen Arbeitsplatz unter der Alltagsbelastung langfristig daran Freude zu haben.

Wir wünschen uns, dass dieses Buch einen festen Platz in Ihrer täglichen Arbeit findet und freuen uns über Anregungen für die nächste Auflage.



Uwe Gottschalk



Silvia Maeting



Stefan Kahl

Inhaltsverzeichnis

1	Gerätetechnik				20
	<i>Uwe Gottschalk, Silvia Maeting</i>				
1.1	Endoskope	20	1.10	Versorgungsstecker	23
1.2	Bildübertragung	20	1.11	Einteilung der Endoskope	24
1.3	Lichtquelle und Lichtübertragung	20	1.11.1	Gastroskope	24
1.4	Steuereinheiten	21	1.11.2	Koloskope	24
1.5	Optiksysteme	22	1.11.3	Enteroskope	24
1.6	Bildverarbeitung	22	1.11.4	Duodenoskope	24
1.7	Ventile	22	1.11.5	Cholangioskope	24
1.8	Prozessoren	23	1.11.6	Bronchoskope	24
1.9	Gerätespitze	23	1.11.7	Endosonografie-Endoskope	25
2	Aufbereitung von flexiblen Endoskopen und deren Zubehör		1.12	Hochfrequenz-Schneidegeräte	25
	<i>Ulrike Beilenhoff</i>		1.13	Elektrohydraulische Lithotripsie	26
2.1	Einleitung	28			
2.2	Infektionsrisiken in der Endoskopie	28	2.5	Aufbereitung von flexiblen Endoskopen	33
2.2.1	Endogene Infektionen	28	2.5.1	Grobreinigung	34
2.2.2	Exogene Infektionen	28	2.5.2	Kontaminationsgeschützter Transport	34
2.2.3	Infektionsrisiken des Personals	29	2.5.3	Zeitliches Fenster für die Reinigungsschritte	34
2.3	Strukturelle Voraussetzungen	29	2.5.4	Manuelle Dichtigkeitsprüfung	34
2.3.1	Personelle Voraussetzungen	30	2.5.5	Manuelle Reinigung	35
2.3.2	Sicherheit des Personals	30	2.5.6	Aufbereitung im RGD-E	35
2.3.3	Räumlich-apparative Voraussetzungen	30	2.5.7	Manuelle Aufbereitung	36
2.4	Prinzipien der Aufbereitung	31	2.5.8	Teilautomatische Aufbereitung	36
2.4.1	Ziele der Aufbereitung	31	2.5.9	Visuelle Inspektion	36
2.4.2	Manuelle vs. maschinelle Aufbereitung	31	2.5.10	Trocknung	36
2.4.3	Prozesschemikalien	32	2.5.11	Lagerung	36
3	Sedierung in der Endoskopie		2.6	Dokumentation	37
	<i>Andrea Riphaus</i>		2.7	Aufbereitung endoskopischen Zusatzinstrumentariums	37
3.1	Einleitung	42	2.8	Validierung und Routineüberprüfungen	37
3.2	Vorbereitung und präendoskopische Risikobewertung	42	3.4	Möglichkeiten der Sedierung	43
3.3	Intraendoskopische Überwachung	43	3.4.1	Benzodiazepine	43
			3.4.2	Propofol – der neue Standard	43
			3.4.3	Risikopatienten: Propofol oder Midazolam?	44
			3.4.4	Propofol plus Midazolam	44
			3.4.5	Propofol plus Midazolam oder Opiat	44
			3.4.6	Propofol und/oder Opiate	44

3.4.7	Propofolgabe durch nicht-ärztliches Assistenzpersonal	45	3.5	Vorgehen nach erfolgter Sedierung	45
3.4.8	Alternative Methoden.....	45	3.6	Schlussfolgerungen für die Praxis.....	46
4	Pflegerische Grundlagen				48
	<i>Sabrina Dorka</i>				
4.1	Einleitung	48	4.5.8	Fachübergreifende Kommunikation – Team-Time-Out.....	54
4.2	Rollen und Aufgaben des Pflege- und Assistenzpersonals in der Endoskopie	48	4.6	Entlassungsmanagement	55
4.3	Der Patient in der Endoskopie	48	4.6.1	Der Expertenstandard „Entlassungsmanagement in der Pflege“.....	56
4.3.1	Pflege- und Unterstützungsbedarf ermitteln ...	48	4.6.2	Beratung im Rahmen des Entlassungsmanagements	56
4.3.2	Der Pflegeprozess	49	4.7	Pflegedokumentation.....	57
4.4	Das Pflegegespräch	49	4.7.1	Pflegedokumentation in der Endoskopie	57
4.4.1	Mögliche Phasen des Leitfadens eines Pflegegesprächs.....	49	4.8	Pflegestandards	58
4.5	Kommunikation in der Endoskopie.....	50	4.8.1	Strukturqualität endoskopiespezifischer Standards.....	58
4.5.1	Verbale Kommunikation	50	4.8.2	Prozessqualität endoskopiespezifischer Standards.....	58
4.5.2	Nonverbale Kommunikation	50	4.8.3	Ergebnisqualität endoskopiespezifischer Standards.....	59
4.5.3	Schwierige Gespräche führen	50	4.9	Fazit und Ausblick	59
4.5.4	Angstpatienten in der Endoskopie	51			
4.5.5	Ältere und multimorbide Patienten in der Endoskopie.....	52			
4.5.6	Demenzkranke Patienten in der Endoskopie ...	52			
4.5.7	Patienten mit Migrationshintergrund in der Endoskopie.....	53			
5	Ösophago-Gastro-Duodenoskopie (ÖGD)				64
	<i>Dieter Weiling, Jens Kamine</i>				
5.1	Allgemeines	64	5.4	Ablauf des Eingriffs	70
5.1.1	Häufige Krankheitsbilder.....	64	5.4.1	Vorbereitung des Untersuchungsraumes und des technischen Equipments	70
5.2	Anatomische Grundlagen.....	67	5.4.2	Vorbereitung des Patienten.....	71
5.2.1	Wandschichten des Gastrointestinaltrakts	67	5.4.3	Anatomische Orientierung am Monitor	71
5.2.2	Mund – Os	68	5.4.4	Untersuchungsablauf.....	72
5.2.3	Rachen – Pharynx.....	68	5.4.5	Probenentnahme	74
5.2.4	Kehlkopf – Larynx.....	68	5.5	Komplikationen	74
5.2.5	Speiseröhre – Ösophagus.....	68	5.6	Nachsorge	75
5.2.6	Magen – Ventrikulus.....	68	5.7	Dokumentation	75
5.2.7	Zwölffingerdarm – Duodenum	68			
5.3	Material und Zubehör	68			
6	Blutstillungsverfahren				78
6.1	Injektionstechniken	78	6.1.4	Ablauf des Eingriffs.....	80
	<i>Dorothee Heinemann, Kurt-Albrecht Husemeyer</i>				
6.1.1	Allgemeines	78	6.1.5	Komplikationen	81
6.1.2	Anatomische Grundlagen.....	79	6.1.6	Nachsorge	81
6.1.3	Material und Zubehör.....	79	6.1.7	Dokumentation.....	81

6.2	Histoacryl (Glubran)	81	6.5.4	Ablauf des Eingriffs	92
	<i>Dorothee Heinemann, Kurt-Albrecht Husemeyer</i>		6.5.5	Komplikationen	94
6.2.1	Allgemeines	82	6.5.6	Nachsorge	94
6.2.2	Anatomische Grundlagen	82	6.5.7	Dokumentation	94
6.2.3	Material und Zubehör	82	6.6	Hämoclip	95
6.2.4	Ablauf des Eingriffs	82		<i>Michael Hocke, Torsten Dietze</i>	
6.2.5	Komplikationen	83	6.6.1	Allgemeines	96
6.2.6	Nachsorge	84	6.6.2	Anatomische Grundlagen	96
6.2.7	Dokumentation	84	6.6.3	Material und Zubehör	96
6.3	Fibrinkleber	84	6.6.4	Ablauf des Eingriffs und dessen Varianten	97
	<i>Dorothee Heinemann, Kurt-Albrecht Husemeyer</i>		6.6.5	Komplikationen	99
6.3.1	Allgemeines	85	6.6.6	Nachsorge	99
6.3.2	Anatomische Grundlagen	85	6.6.7	Dokumentation	99
6.3.3	Material und Zubehör	85	6.7	Endoloop	100
6.3.4	Ablauf des Eingriffs	85		<i>Michael Hocke, Torsten Dietze</i>	
6.3.5	Komplikationen	86	6.7.1	Allgemeines	101
6.3.6	Nachsorge	86	6.7.2	Anatomische Grundlagen	101
6.3.7	Dokumentation	86	6.7.3	Material und Zubehör	101
6.4	Stenting bei Ösophagusvarizenblutung (Danis-Stent)	87	6.7.4	Ablauf des Eingriffs und dessen Varianten	101
	<i>Uwe Gottschalk, Silvia Maeting</i>		6.7.5	Komplikationen	102
6.4.1	Allgemeines	88	6.7.6	Nachsorge	102
6.4.2	Anatomische Grundlagen	88	6.7.7	Dokumentation	102
6.4.3	Material und Zubehör	88	6.8	Over-the-Scope-Clip (OTSC)	103
6.4.4	Ablauf des Eingriffs	89		<i>Moritz Sold, Carmen Gundermann, Georg Kähler</i>	
6.4.5	Komplikationen	89	6.8.1	Allgemeines	104
6.4.6	Nachsorge	89	6.8.2	Anatomische Grundlagen	104
6.4.7	Dokumentation	89	6.8.3	Material und Zubehör	104
6.5	Puder, Spray und Gel	90	6.8.4	Ablauf des Eingriffs	106
	<i>Christian Bojarski, Silvia Lask</i>		6.8.5	Komplikationen	109
6.5.1	Allgemeines	91	6.8.6	Nachsorge	110
6.5.2	Anatomische Grundlagen	92	6.8.7	Dokumentation	110
6.5.3	Material und Zubehör	92	6.8.8	Ausblick	110
7	Fremdkörperentfernung	112			
	<i>Michael Hocke, Torsten Dietze</i>				
7.1	Allgemeines	113	7.5	Komplikationen	116
7.2	Anatomische Grundlagen	113	7.6	Nachsorge	116
7.3	Material und Zubehör	113	7.7	Dokumentation	116
7.4	Ablauf des Eingriffs und dessen Varianten ..	115			
8	Zenker-Divertikel	118			
	<i>Guido Schachschal, Nils Andersen</i>				
8.1	Allgemeines	119	8.5	Komplikationen	124
8.2	Anatomische Grundlagen	119	8.6	Nachsorge	124
8.3	Material und Zubehör	120	8.7	Dokumentation	124
8.4	Ablauf des Eingriffs	121			

9	Argon-Plasma-Koagulation (APC-Therapie)	126			
	<i>Christoph F. Dietrich, Silvia Maeting</i>				
9.1	Allgemeines	127	9.4.1	Vorbereitung	128
			9.4.2	Durchführung	128
9.2	Anatomische Grundlagen	127	9.4.3	Geräteeinstellungen	129
9.3	Material und Zubehör	127	9.5	Komplikationen	130
9.3.1	Argon-Plasma-Sonden	127	9.6	Nachsorge	130
9.3.2	Neutralelektrode	127	9.7	Dokumentation	130
9.3.3	Fußschalter	128			
9.4	Ablauf des Eingriffs	128			
10	Bougierung und Dilatation	132			
	<i>Stefan Kahl, Silvia Maeting</i>				
10.1	Allgemeines	132	10.4	Ablauf des Eingriffs	134
10.1.1	Bougierung oder Dilatation?	132	10.4.1	Administrative Vorbereitung	134
10.1.2	Indikationen	133	10.4.2	Patientenvorbereitung	134
10.1.3	Kontraindikationen	133	10.4.3	Durchführung	135
10.2	Anatomie	133	10.5	Komplikationen	136
10.3	Material und Zubehör	133	10.6	Nachsorge	136
10.3.1	Bougierung und Dilatation	133	10.7	Dokumentation	136
10.3.2	Speziell für die Bougierung	134			
10.3.3	Speziell für die Dilatation	134			
11	Chromoendoskopie	138			
	<i>Michael Jung, Nicole Bernhart</i>				
11.1	Allgemeines	138	11.3	Material und Zubehör	142
11.1.1	Hintergrund und Entwicklung	139	11.3.1	Farbstoffe	143
11.1.2	Narrow Band Imaging (NBI)	140	11.4	Ablauf des Eingriffs	145
11.1.3	Endoskopisches Vorgehen bei Verdacht auf Frühneoplasien	140	11.5	Komplikationen	146
11.2	Anatomie	142	11.6	Nachsorge	146
			11.7	Dokumentation	146
12	Transkutane Ernährungssonden	148			
	<i>Stefan Kahl, Silvia Maeting</i>				
12.1	Allgemeines	149	12.3	Material und Zubehör	150
12.1.1	Implantation enteraler Ernährungssonden	149	12.3.1	Geräte	150
12.1.2	Sondensysteme und Verfahren	149	12.3.2	Material	150
12.1.3	Allgemeine Indikationen	149	12.4	Ablauf des Eingriffs	151
12.1.4	Besondere Indikationen	149	12.4.1	Vorbereitung	151
12.1.5	Kontraindikationen	149	12.4.2	Durchführung	152
12.2	Anatomische Grundlagen	150			

12.5	Komplikationen	154	12.6.3	Gastropexie.....	155
12.6	Nachsorge	155	12.6.4	Jet-PEG/PEJ	155
12.6.1	Allgemein.....	155	12.6.5	Button, GastroTube	155
12.6.2	PEG	155	12.7	Dokumentation	156
13	Koloskopie				
	<i>Christian Jenssen, Birgitt Jenssen</i>				
13.1	Allgemeines	159	13.3.2	Koloskopie-Arbeitsplatz	166
13.1.1	Präventive Koloskopie	159	13.3.3	Instrumententisch	166
13.1.2	Kurative Koloskopie	159	13.4	Ablauf des Eingriffs	167
13.1.3	Indikationen	159	13.4.1	Allgemeine Vorbereitung	167
13.1.4	Kontraindikationen	159	13.4.2	Gerätevorbereitung	167
13.1.5	Qualitätsindikatoren	159	13.4.3	Patientenvorbereitung	167
13.2	Anatomische Grundlagen	160	13.4.4	Durchführung.....	173
13.2.1	Abschnitte und Landmarken.....	160	13.5	Komplikationen	179
13.2.2	Schichtenaufbau	161	13.6	Nachsorge	179
13.2.3	Lagebeziehung zum Peritoneum und mecha- nische Eigenschaften	162	13.7	Dokumentation	180
13.2.4	Pathologische Befunde.....	162	13.8	Ausblick	180
13.3	Material und Zubehör	164			
13.3.1	Gerätekunde	164			
14	Proktoskopie				
	<i>Christian Jenssen, Birgitt Jenssen</i>				
14.1	Allgemeines	182	14.4	Ablauf des Eingriffs	191
14.2	Anatomische Grundlagen	183	14.4.1	Vorbereitung.....	191
14.2.1	Abschnitte und Landmarken.....	183	14.4.2	Durchführung.....	191
14.2.2	Schichtenaufbau	184	14.5	Komplikationen	193
14.2.3	Pathologische Befunde.....	184	14.6	Nachsorge	194
14.3	Material und Zubehör	187	14.7	Dokumentation	194
14.3.1	Gerätekunde	187			
14.3.2	Vorbereitung des Arbeitsplatzes.....	189			
15	Schleimhautinterventionen				
15.1	Polypektomie	196	15.2	Endoskopische Mukosaresektion (EMR)	217
	<i>Christian Jenssen, Birgitt Jenssen</i>			<i>David Albers, Annette Brückner, Brigitte Schumacher</i>	
15.1.1	Allgemeines.....	196	15.2.1	Allgemeines	217
15.1.2	Anatomische Grundlagen	197	15.2.2	Anatomische Grundlagen	218
15.1.3	Material und Zubehör	204	15.2.3	Material und Zubehör	218
15.1.4	Ablauf des Eingriffs.....	207	15.2.4	Ablauf des Eingriffs und dessen Varianten.....	219
15.1.5	Komplikationen	212	15.2.5	Komplikationen	224
15.1.6	Nachsorge	215	15.2.6	Nachsorge	226
15.1.7	Dokumentation.....	215	15.2.7	Dokumentation	226

15.3	Endoskopische Submukosadisektion (ESD).	227	15.4	Endoskopische Vollwandresektion	238
	<i>Jürgen Hochberger, Kerstin Biesecker</i>			<i>Thomas Fischer, Sandra Welsandt</i>	
15.3.1	Allgemeines	228	15.4.1	Allgemeines	239
15.3.2	Anatomische Grundlagen	229	15.4.2	Anatomische Grundlagen	239
15.3.3	Material und Zubehör	229	15.4.3	Material und Zubehör	239
15.3.4	Ablauf des Eingriffs	232	15.4.4	Ablauf des Eingriffs	240
15.3.5	Komplikationen	236	15.4.5	Komplikationen	242
15.3.6	Nachsorge	237	15.4.6	Nachsorge	243
15.3.7	Dokumentation	237	15.4.7	Dokumentation	243
16	Endoskopisch retrograde Cholangiopankreatikografie (ERCP)	246			
	<i>Uwe Gottschalk, Silke Bichel</i>				
16.1	Allgemeines	247	16.5	Komplikationen	253
16.2	Anatomische Grundlagen	248	16.6	Nachsorge	253
16.3	Material und Zubehör	248	16.6.1	Pflegerische Patientennachsorge	253
16.4	Ablauf des Eingriffs	250	16.6.2	Nachsorge Instrumentarium und Untersuchungsraum	253
16.4.1	Pflegerische Patientenvorbereitung	250	16.7	Dokumentation	253
16.4.2	Patientenpositionierung	250			
16.4.3	Durchführung	251			
17	Therapeutische ERCP	256			
17.1	Papillotomie/Papillektomie	256	17.3	Therapie Gallen- und Pankreasgang- konkremente	270
	<i>Uwe Gottschalk, Silvia Maeting</i>			<i>Uwe Gottschalk, Petra Lenk</i>	
17.1.1	Allgemeines	257	17.3.1	Allgemeines	271
17.1.2	Anatomische Grundlagen	257	17.3.2	Anatomische Grundlagen	272
17.1.3	Material und Zubehör	257	17.3.3	Material und Zubehör	273
17.1.4	Ablauf des Eingriffs	259	17.3.4	Ablauf des Eingriffs	273
17.1.5	Komplikationen	263	17.3.5	Komplikationen	276
17.1.6	Nachsorge	263	17.3.6	Nachsorge	277
17.1.7	Dokumentation	263	17.3.7	Dokumentation	277
17.2	Stenting	264	17.4	Radiofrequenzablation im Gallen- bzw. Pan- kreasgang	278
	<i>Stefan Kahl, Silvia Maeting</i>			<i>Christian Bojarski, Silvia Lask</i>	
17.2.1	Allgemeines	265	17.4.1	Allgemeines	278
17.2.2	Anatomische Grundlagen	265	17.4.2	Anatomische Grundlagen	279
17.2.3	Material und Zubehör	265	17.4.3	Material und Zubehör	279
17.2.4	Ablauf des Eingriffs	267	17.4.4	Ablauf des Eingriffs	279
17.2.5	Komplikationen	269			
17.2.6	Nachsorge	269			
17.2.7	Dokumentation	269			
18	PTCD/Rendezvous-Verfahren	284			
	<i>Pamela Reimer, Anke Seidel, Viktor Rempel, Siegbert Faiss</i>				
18.1	Allgemeines	285	18.2	Anatomische Grundlagen	285
18.1.1	Indikationen	285	18.2.1	Leber und Gallenwegsystem	285
18.1.2	Kontraindikationen	285	18.2.2	Galle/Gallenflüssigkeit	286
18.1.3	Häufige Krankheitsbilder	285			

18.3	Material und Zubehör	286	18.5	Komplikationen	289
18.4	Ablauf des Eingriffs	286	18.6	Nachsorge	289
18.4.1	Therapieziel: dauerhafte PTCD oder perkutane Cholangioskopie	288	18.7	Dokumentation	290
18.4.2	Therapieziel: Rendezvous-Verfahren oder perkutane Metallstent-Implantation	288			
19	Cholangioskopie				292
	<i>Christian Bojarski, Ralf Landschoof</i>				
19.1	Allgemeines	293	19.4	Ablauf des Eingriffs	296
19.1.1	Geschichte und Entwicklung	293	19.4.1	Personelle Voraussetzungen	296
19.1.2	Indikationen	294	19.4.2	Durchführung	296
19.2	Anatomische Grundlagen	294	19.5	Komplikationen	297
19.3	Material und Zubehör	295	19.6	Nachsorge	297
			19.7	Dokumentation	297
20	Kapselendoskopie				300
	<i>Gregor Hron</i>				
20.1	Allgemeines	300	20.5	Komplikationen	302
20.2	Anatomische Grundlagen	301	20.6	Nachsorge	302
20.3	Material und Zubehör	301	20.7	Dokumentation	302
20.4	Ablauf des Eingriffs	302			
21	Diagnostische Endosonografie				304
	<i>Christian Jenssen, Birgitt Jenssen</i>				
21.1	Allgemeines	305	21.4.2	Vorbereitung des Arbeitsplatzes	315
21.1.1	Aufgaben der Assistenz	305	21.4.3	Gerätevorbereitung	315
21.1.2	Endosonografische Feinnadelpunktion	305	21.4.4	Patientenvorbereitung	316
21.1.3	Nichtinvasive diagnostische Zusatztechniken ..	306	21.4.5	Durchführung kontrastverstärkte Endosonografie	317
21.1.4	Elastografie	308	21.4.6	Durchführung endosonografische Feinnadelpunktion	318
21.2	Anatomische Grundlagen	309	21.4.7	Materialverarbeitung	320
21.3	Material und Zubehör	310	21.5	Komplikationen	322
21.3.1	Endosonografiesonden und Echoendoskope ...	310	21.6	Nachsorge	322
21.3.2	Ultraschallsysteme	310	21.6.1	Patient	322
21.3.3	Endosonografische Feinnadelpunktion	310	21.6.2	Geräteaufbereitung	323
21.4	Ablauf des Eingriffs	313	21.7	Dokumentation	323
21.4.1	Allgemeine Vorbereitung	313			

22	Therapeutische Endosonografie	326		
22.1	Zystendrainage	326	22.2.5	Spezielle EUS-Cholangiodrainagetechniken
	<i>Christian Jürgensen, Grit Gartmann-Rulf</i>		22.2.6	Komplikationen
22.1.1	Allgemeines	326	22.2.7	Nachsorge
22.1.2	Anatomische Grundlagen	327	22.2.8	Dokumentation
22.1.3	Material und Zubehör	327		
22.1.4	Ablauf des Eingriffs	327	22.3	Endosonografisch gestützte Interventionen
22.1.5	Komplikationen	332		am Pankreasgangsystem
22.1.6	Nachsorge	332		<i>Uwe Will, Petra Blochberger</i>
22.1.7	Dokumentation	332	22.3.1	Allgemeines
22.2	Endosonografisch gestützte Interventionen		22.3.2	Anatomische Grundlagen
	am Gallenwegsystem	333	22.3.3	Material, Zubehör und Vorbereitung
	<i>Uwe Will, Petra Blochberger</i>		22.3.4	Allgemeiner Ablauf der EUS-PD
22.2.1	Allgemeines	334	22.3.5	Spezielle EUS-Pankreasgangdrainagetechniken.
22.2.2	Anatomische Grundlagen	335	22.3.6	Komplikationen
22.2.3	Material, Zubehör und Vorbereitung	335	22.3.7	Nachsorge
22.2.4	Allgemeiner Ablauf der EUS-BD	336	22.3.8	Dokumentation
23	Enteroskopie	362		
	<i>Dirk Hartmann, Gudrun Rettig</i>			
23.1	Allgemeines	363	23.4	Ablauf des Eingriffs
23.1.1	Mittlere gastrointestinale Blutung	363	23.4.1	Vorbereitung
23.1.2	Morbus Crohn	363	23.4.2	Push-Enteroskopie
23.1.3	Weitere Indikationen	364	23.4.3	Übertubus-assistierte Enteroskopie
23.1.4	Enteroskopie-ERCP (endoskopische retrograde			(Device Assisted Enteroscopy)
	Cholangiopankreatikografie)	364	23.4.4	Intraoperative Enteroskopie
23.2	Anatomische Grundlagen	364	23.4.5	Enteroskopische Interventionen
23.3	Material und Zubehör	365	23.5	Komplikationen
			23.6	Nachsorge
			23.7	Dokumentation
24	Bronchoskopie	372		
	<i>Karl-Josef Franke, Silke Schmied-Graf</i>			
24.1	Flexible Bronchoskopie	372	24.2.4	Ablauf des Eingriffs
24.1.1	Allgemeines	372	24.2.5	Komplikationen
24.1.2	Anatomische Grundlagen	373	24.2.6	Nachsorge
24.1.3	Material und Zubehör	373	24.2.7	Dokumentation
24.1.4	Ablauf des Eingriffs	376	24.3	Interventionen
24.1.5	Komplikationen	377	24.3.1	Allgemeines
24.1.6	Nachsorge	377	24.3.2	Anatomische Grundlagen
24.1.7	Dokumentation	378	24.3.3	Material und Zubehör
24.2	Starre Bronchoskopie	379	24.3.4	Ablauf des Eingriffs
24.2.1	Allgemeines	379	24.3.5	Komplikationen
24.2.2	Anatomische Grundlagen	380	24.3.6	Nachsorge
24.2.3	Material und Zubehör	380	24.3.7	Dokumentation

25	Stenting von Stenosen und Insuffizienzen	402			
	<i>Ulrich Böcker, Ivo van der Voort, Beate Merchel-Butz</i>				
25.1	Allgemeines	403	25.4	Ablauf des Eingriffs	407
25.1.1	Indikationen	403	25.4.1	Vorbereitung	407
			25.4.2	Durchführung.....	408
25.2	Anatomische Grundlagen	404	25.5	Komplikationen	410
25.3	Material und Zubehör	404	25.6	Nachsorge	413
25.3.1	Stents und Trägersysteme	404	25.7	Dokumentation	413
25.3.2	Endoskope	406			
25.3.3	Führungsdraht	406			
25.3.4	Instrumententisch	407			
26	Endoskopische Vakuumtherapie	416			
	<i>Kurt Husemeyer, Dorothee Heinemann</i>				
26.1	Allgemeines	417	26.4	Ablauf des Eingriffs	422
26.2	Anatomische Grundlagen	418	26.4.1	Ösophagus.....	423
26.3	Material und Zubehör	420	26.4.2	Rektum	424
26.3.1	Ösophagus.....	420	26.4.3	Vakuumtherapie ohne konfektionierte Systeme .	424
26.3.2	Rektum.....	421	26.5	Komplikationen	426
26.3.3	Vakuumtherapie ohne konfektionierte Systeme	421	26.6	Nachsorge	426
26.3.4	Intraluminal mit Treluminasonde	422	26.7	Dokumentation	426
27	Rechtliche Aspekte in der Endoskopie	428			
	<i>Elke Bachstein</i>				
27.1	Delegation ärztlicher Tätigkeiten an medizini- sches Fachpersonal	428	27.3.2	Durchführungsverantwortung.....	430
27.1.1	Delegation	428	27.3.3	Übernahmeverschulden/Remonstrationspflicht.	430
27.1.2	Direktions-/Weisungsrecht	428	27.4	Gefährdungsanzeige	430
27.1.3	Überprüfung der Qualifikation.....	428	27.5	Organisationspflichten des Krankenhauses..	431
27.2	Eigenständige Aufgaben des Medizinischen Fachpersonals in der Endoskopieabteilung .	429	27.6	Berufshaftpflichtversicherung	431
27.3	Grundsätze der Delegation	429	27.7	Zusammenfassung	431
27.3.1	Anordnungsverantwortung	429			
	Sachverzeichnis	433			

Anschriften

Herausgeber

Dr. med. Uwe **Gottschalk**
Dietrich Bonhoeffer Klinikum
Klinik für Innere Medizin I
Salvador-Allende-Str. 30
17036 Neubrandenburg

Silvia **Maeting**
DRK Schwesternschaft Berlin e.V.
Mozartstraße 37
12247 Berlin

Prof. Dr. med. Stefan **Kahl**
DRK Kliniken Köpenick
Klinik für Innere Medizin I
Salvador-Allende-Str. 2-8
12559 Berlin

Mitarbeiter

Dr. med. David **Albers**
Elisabeth-Krankenhaus Essen
Innere Medizin u. Gastroenterologie
Klara-Kopp-Weg 1
45138 Essen

Nils **Andersen**
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Klinik und Poliklinik für interdisziplinäre Endoskopie
Martinistr. 52
20246 Hamburg

Elke **Bachstein**
Heerstr. 11
14052 Berlin

Ulrike **Beilenhoff**
Ferdinand-Sauerbruch-Weg 16
89075 Ulm

Nicole **Bernhart**
Krankenhaus Ingelheim
der Universitätsmedizin Mainz gGmbH
Turnerstr. 23
55218 Ingelheim

Silke **Bichel**
Klinikum Nordfriesland gGmbH
Erichsenweg 16
25813 Husum

Kerstin **Biesecker**
Vivantes Klinikum im Friedrichshain
Klinik für Innere Med./Gastroenterologie
Landsberger Allee 49
10249 Berlin

Petra **Blochberger**
SRH Wald-Klinikum Gera gGmbH
Klinik für Gastroenterologie
Straße des Friedens 122
07548 Gera

Prof. Dr. med. Ulrich **Böcker**
Vivantes Klinikum Neukölln
Klinik für Innere Medizin – Gastroenterologie, Diabetologie
und Hapatologie – Leberzentrum Süd
Rudower Str. 48
12351 Berlin

PD Dr. med. Christian **Bojarski**
Charité Campus Benjamin Franklin
Medizinische Klinik m. S. Gastroenterologie
Zentrale Endoskopie
Hindenburgdamm 30
12203 Berlin

Annette **Brückner**
Elisabeth-Krankenhaus Essen GmbH
Endoskopie
Klara-Kopp-Weg 1
45138 Essen

Prof. Dr. med. Christoph Frank **Dietrich**
Caritas-Krankenhaus
Medizinische Klinik 2
Uhlandstr. 7
97980 Bad Mergentheim

Torsten **Dietze**
Klinikum Meiningen GmbH
Bergstr. 3
98617 Meiningen

Sabrina **Dorka**
Fortbildungsakademie am
Dietrich Bonhoeffer Klinikum
Salvador-Allende-Str. 30
17036 Neubrandenburg

Prof. Dr. med. Siegbert **Faiss**
Sana Klinikum Lichtenberg
Klinik für Innere Medizin I
Fanningerstr. 32
10365 Berlin

Dr. med. Thomas **Fischer**
Vivantes Klinikum im Friedrichshain
Gastroenterologie
Landsberger Allee 49
10249 Berlin

PD Dr. med. Karl-Josef **Franke**
Klinikum Lüdenscheid
Klinik für Pneumol/Intern. Intensivmed.
Paulmannshöher Str. 14
58515 Lüdenscheid

Anschriften

Grit **Gartmann-Rulf**

Charité Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Hepatologie und Gastroenterologie
Campus Charité Mitte (CCM)
Charitéplatz 1
10117 Berlin

Carmen **Gundermann**

Universitätsmedizin Mannheim
Zentrale Interdisziplinäre Endoskopie
Theodor-Kutzer-Ufer 1-3
68167 Mannheim

PD Dr. med. habil. Dirk **Hartmann**

Katholisches Klinikum Mainz
Klinik für Innere Medizin 2
An der Goldgrube 11
55131 Mainz

Dorothee **Heinemann**

Klinikum Vest
KnappschaftsKH Recklinghausen
Dorstener Str. 151
45657 Recklinghausen

Prof. Dr. med. Jürgen **Hochberger**
Vivantes Klinikum im Friedrichshain
Klinik für Innere Med./Gastroenterologie
Landsberger Allee 49
10249 Berlin

PD Dr. med. habil. Michael **Hocke**
HELIOS Klinikum Meiningen GmbH
Klinik für Innere Medizin II
Bergstr. 3
98617 Meiningen

PD Dr. med. univ. Gregor **Hron**
Dietrich Bonhoeffer Klinikum
Klinik f. Innere Med. I
Salvador-Allende-Str. 30
17036 Neubrandenburg

Dr. med. Kurt-Albrecht **Husemeyer**
Klinikum Vest GmbH
Knappschaftskrankenhaus Recklinghausen
Medizinische Klinik I
Dorstener Str. 151
45657 Recklinghausen

Dipl. Betriebswirt Birgitt **Jenssen**
Krankenhaus Märkisch-Oderland GmbH
Klinik für Innere Medizin – Endoskopie
Prötzeler Chaussee 5
15344 Strausberg

Dr. med. Christian **Jenssen**
Krankenhaus Märkisch-Oderland GmbH
Klinik für Innere Medizin – Endoskopie
Prötzeler Chaussee 5
15344 Strausberg

Prof. Dr. med. Michael **Jung**
Katholisches Klinikum Mainz
Klinik für Innere Medizin 2
An der Goldgrube 11
55131 Mainz

Dr. med. Christian **Jürgensen**
Charité Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Hepatologie und Gastroenterologie
Campus Charité Mitte (CCM)
Charitéplatz 1
10117 Berlin

Prof. Dr. med. Georg **Kähler**
Universitätsmedizin Mannheim
Zentrale Interdisziplinäre Endoskopie
Theodor-Kutzer-Ufer 1-3
68167 Mannheim

Jens **Karnine**
Medizinische Ambulanz
St. Josefs-Krankenhaus
Dr.-Krismann-Str. 12
33154 Salzkotten

Ralf **Landschoof**
Ev. Krankenhaus Düsseldorf
Medizinische Klinik
Kirchfeldstr. 40
40217 Düsseldorf

Silvia **Lask**
Charité Universitätsmedizin Berlin
Medizinische Klinik m. S. Gastroenterologie
Zentrale Endoskopie
Hindenburgdamm 30
12203 Berlin

Petra **Lenk**
Städtisches Klinikum Brandenburg GmbH
Endoskopie
Hochstr. 29
14770 Brandenburg

Beate **Merchel-Butz**
Fachschwester Endoskopie
Bahnhofstr. 60
14959 Trebbin

Pamela **Reimer**
Asklepios Klinik Barmbek
Gastroenterologie und Interventionelle Endoskopie
Rübenkamp 220
22307 Hamburg

Dr. med. Viktor **Rempel**
St. Anna Hospital
Med. Klinik II mit SP Gastro
Hospitalstr. 19
44649 Herne

Gudrun Rettig
Sana Klinikum Lichtenberg
Oskar Ziethen-Krankenhaus
Fanningerstr. 32
10365 Berlin

PD Dr. med. **Andrea Riphhaus**
St. Elisabethen Krankenhaus
Innere Medizin II
Ginnheimer Str. 3
60487 Frankfurt

PD Dr. med. **Guido Schachschal**
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Klinik und Poliklinik für Interdisziplinäre Endoskopie
Martinistr. 52
20246 Hamburg

Silke Schmied-Graf
Marienkrankenhaus Schwerte
Goethestraße 19
58239 Schwerte

PD Dr. med. **Brigitte Schumacher**
Elisabeth KH Essen
Innere Medizin/Gastroenterologie
Klara-Kopp-Weg 1
45138 Essen

Anke Seidel
Asklepios Klinik Barmbek
Gastroenterologie und Interventionelle Endoskopie
Rübenkamp 220
22307 Hamburg

Dr. med. **Moritz Sold**
Universitätsmedizin Mannheim
Zentrale Interdisziplinäre Endoskopie
Theodor-Kutzer-Ufer 1-3
68167 Mannheim

Dr. med. **Ivo van der Voort**
Jüdisches Krankenhaus Berlin
Klinik für innere Medizin –
Gastroneterologie und Diabetologie
Heinz-Galinski-Straße 1
13347 Berlin

Dr. med. **Dieter Weiling**
St. Vincenz Krankenhaus Paderborn
Betriebsstätte St. Josefs Krankenhaus
Dr.-Krismann-Str. 12
33154 Salzkotten

Sandra Welsandt
Sankt Gertrauden-Krankenhaus GmbH
Innere Medizin - Kardiologie/Gastroent.
Paretzer Str. 12
10713 Berlin

Prof. Dr. med. **Uwe Will**
SRH Wald-Klinikum Gera gGmbH
Klinik für Gastroenterologie
Straße des Friedens 122
07548 Gera





Kapitel 1

Gerätetechnik

1.1	Endoskope	20
1.2	Bildübertragung	20
1.3	Lichtquelle und Lichtübertragung	20
1.4	Steuereinheiten	21
1.5	Optiksysteme	22
1.6	Bildverarbeitung	22
1.7	Ventile	22
1.8	Prozessoren	23
1.9	Gerätespitze	23
1.10	Versorgungsstecker	23
1.11	Einteilung der Endoskope	24
1.12	Hochfrequenz-Schneidegeräte	25
1.13	Elektrohydraulische Lithotripsie	26

1 Gerätetechnik

Uwe Gottschalk, Silvia Maeting

1.1 Endoskope

Entsprechend ihrem konstruktiven Aufbau können Endoskope in Videoendoskope, Hybridendoskope und Fiber- bzw. Glasfaserendoskope eingeteilt werden. Der Einsatz von Glasfaserendoskopen erfolgt heute nur bei speziellen schlanken Geräten, sodass die Videogeräte inzwischen als Standard angesehen werden können.

Entsprechend dem vorgesehenen Einsatzort werden Gastroskope, Duodenoskope, Cholangioskope, Enteroskope, Koloskope und Bronchoskope unterschieden. Der Aufbau dieser Geräte ist ähnlich, wobei unterschieden wird in einen Kontrollteil mit den Bedienungselementen, einen Einführungsschlauch und einen Versorgungsschlauch mit Gerätestecker. Ein Okular findet sich nur bei den reinen Glasfasergeräten. Dies hat den Nachteil, dass der Untersucher fest fixiert am Gerät bleiben muss und das Assistenzpersonal keine Sicht auf das Bild und damit bei Interventionen erheblich eingeschränkt arbeitet. Sogenannte Teaching-Optiken sind praktisch nicht mehr im Einsatz, wobei diese zu einer erheblichen Reduktion der Bildhelligkeit führten.

1.2 Bildübertragung

Die Bildübertragung bei Glasfaserendoskopen erfolgt über ein Bündel von ca. 7–10 µm dicken mehrschichtig aufgebauten Glasfasern. Für eine gute Bildauflösung sind dabei ca. 42000 Fasern erforderlich, da die Anzahl der Fasern die Auflösung des Bildes bestimmen. Diese müssen so geordnet sein, dass das Bild im Okular wieder aufrecht steht und das Endoskop seine Flexibilität behält. Die Fasern sind daher nur an den Enden verklebt. Glasfaserendoskope besitzen am hinteren Ende ein Okular, an dem Brechungsfehler des Untersucherauges korrigiert werden können. Dies ist bei elektronischen Geräten nicht erforderlich. Typisch für Gasfasergeräte ist ein Bienenwabemuster, welches durch den Aufbau der Glasfaserkabel bedingt ist.

Der Aufbau eines „Standard“-Videoendoskops unterscheidet sich vom Fiberendoskop darin, dass am Distalende des Einführungsschlauches ein Videochip sitzt, der über Kabel das Bild an den Prozessor weiterleitet. Es handelt sich dabei um einen CCD-Chip (Charged Coupled Device). Alternativ existieren Systeme mit einem CMOS-Chip (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Werden sehr kleine Chips benötigt, so kann ein Schwarz-Weiß-Chip verwendet werden. Durch den Einsatz von unterschiedlich farbigem Licht kann dann aus den Signalen ein Farbbild im Prozessor rekonstruiert werden. Die Zukunft gehört mit Sicherheit dem Farbchip.

1.3 Lichtquelle und Lichtübertragung

In den letzten Jahren haben sich Xenon-Lichtquellen mit einem dem Tageslicht nahezu entsprechenden Spektrum durchgesetzt. Dabei beträgt die Leistungsstärke einer Xenon-Kurzbogenlampe der qualitativ hochwertigen Geräte ca. 300 Watt. Die Helligkeitsregelung erfolgt zum optimalen Bildaufbau auf elektronischem Weg. Der Transport des Lichtes erfolgt über

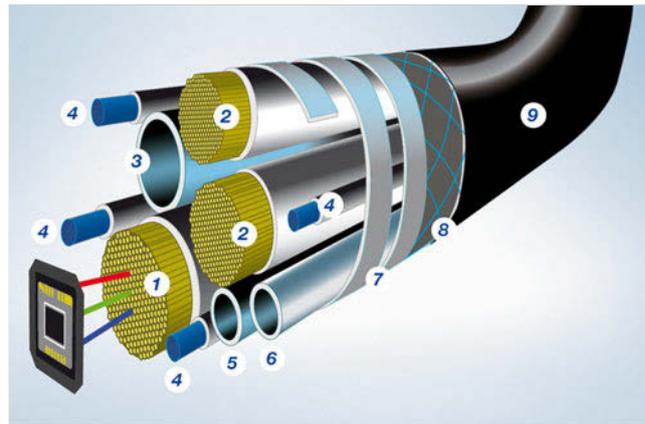


Abb. 1.1 Prinzipieller Aufbau eines Einführungsschlauches eines modernen Videoendoskops. (Olympus Deutschland GmbH)

- 1: Bildleiterbündel (Fiber-Endoskop)
- CCD-Chip (Video-Endoskop)
- 2: Lichtleiterbündel
- 3: Biopsiekanal
- 4: Abwinkelungszüge
- 5: Luftkanal
- 6: Wasserkanal
- 7: Metallspirale
- 8: Metallgeflecht
- 9: Kunststoffschlauch

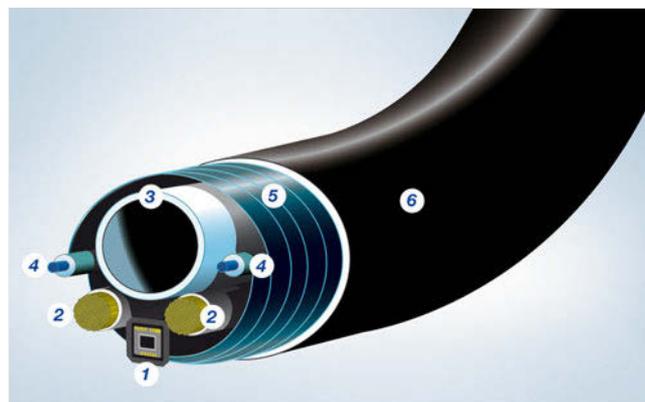


Abb. 1.2 Prinzipieller Aufbau eines Einführungsschlauches eines modernen Bronchoskops. (Olympus Deutschland GmbH)

- 1: Bildleiterbündel (Fiber-Endoskop)
- CCD-Chip (Video-Endoskop)
- 2: Lichtleiterbündel
- 3: Biopsiekanal
- 4: Abwinkelungszüge
- 5: Metallspirale
- 6: Kunststoffschlauch

Glasfaserbündel von ca. 25 000 Glasfasern zur Spitze des Endoskops (► Abb. 1.1, ► Abb. 1.2). Alternativ sind auch Lichtquellen mit Halogenlampen erhältlich. Eine neue Entwicklung stellt die 4-LED-Multi-Light-Technologie dar. Diese erlaubt neben dem Weißlicht eine sog. Blaulicht-Untersuchung (BLI) sowie Farbverschiebungen in der Linked Color Imaging (LCI).

1.4 Steuereinheiten

Die Abwinklung der Gerätespitze ist bei den einzelnen Endoskopen sehr unterschiedlich. In der Regel unterscheiden sich die Steuerungen nach den verschiedenen Ebenen. So können Aufwärtsbewegungen bis 210 Grad bestehen, wohingegen die Abwärtsbewegungen meist deutlich geringer ausfallen. Dies bedeutet in der Praxis, dass das Endoskop gelegentlich um 180

Grad gedreht werden muss, um sehr scharfe Kurven zu überwinden. Die seitlichen Abwinklungen sind meist symmetrisch, schwanken aber von 90–180 Grad.

Am Kontrollteil finden sich bei den Videoendoskopen sog. Fernbedienungstasten (► Abb. 1.3). Hier können verschieden Funktionen einprogrammiert werden. Dazu zählen beispielsweise Strukturverstärkung, Vergrößerung, Narrow Band Imaging – NBI (s. u.), Drucker, Bildspeicherung usw.

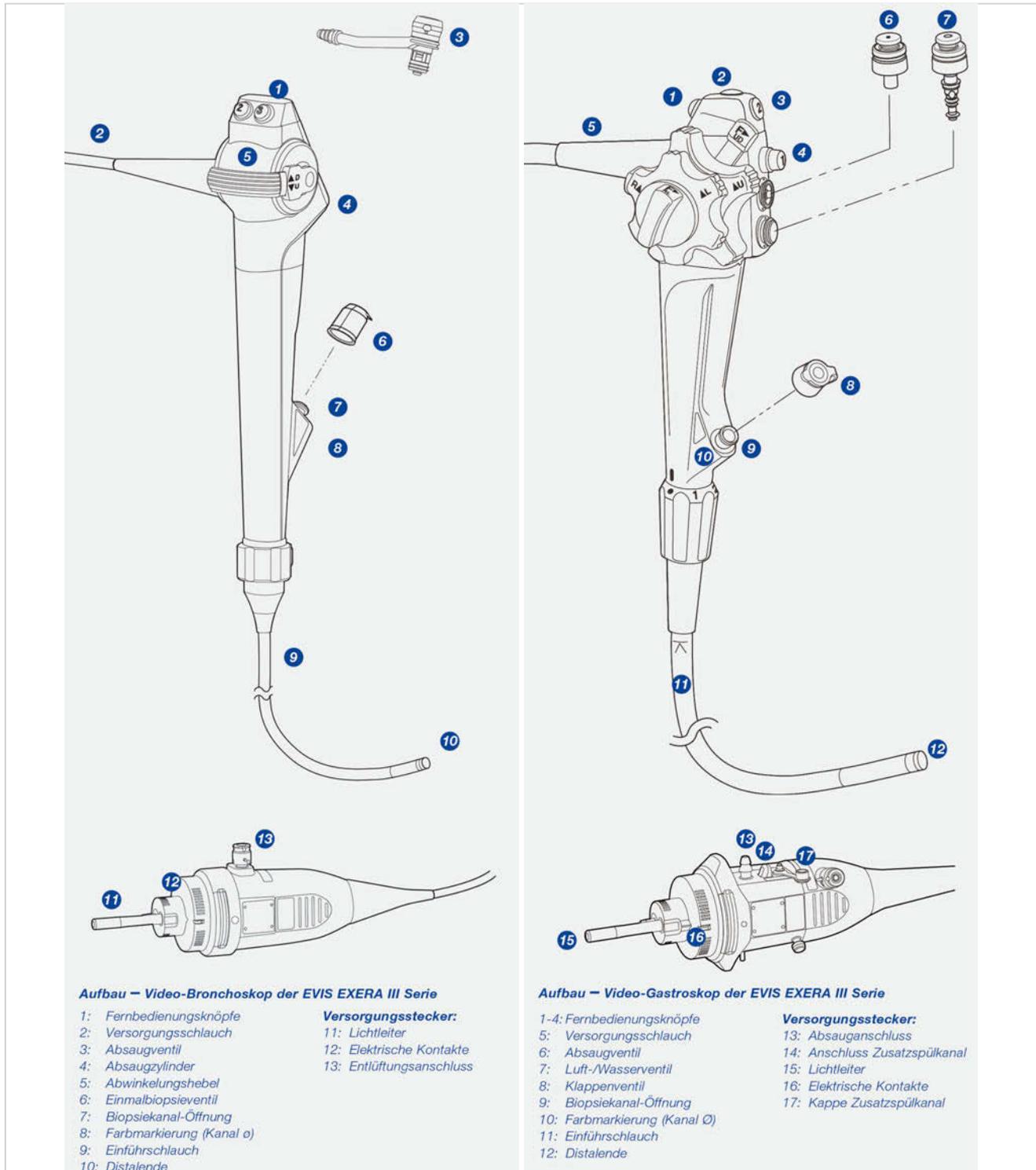


Abb. 1.3 Prinzipieller Aufbau eines Standard-Koloskops und eines Bronchoskops. (Olympus Deutschland GmbH)

1.5 Optiksysteme

Entsprechend dem Einsatz der Geräte existieren unterschiedliche Fokusbereiche, wobei es inzwischen möglich ist, sich bis auf 2 mm der Schleimhaut zu nähern. Dieser Nahfokus ermöglicht das Heranbringen der Endoskopspitze so dicht an das Gewebe, dass die entstehenden Makro-Abbildungen eine ähnliche Qualität wie Zoom-Abbildungen haben. So existieren häufig elektronische Vergrößerungsfunktionen, die eine Vergrößerung des Schleimhautbereiches ermöglichen. Daneben sind optische Systeme mit einer mechanischen Linsensteuerung und damit einer echten Zoom-Funktion im Einsatz. Hier kann bei ausgewählten Geräten eine Vergrößerung von bis 135x erreicht werden. Beim Dual Focus kann zwischen zwei Positionen der fokalen Linse gewählt werden und damit die Schärfentiefe festgelegt werden. Die Schärfentiefe liegt bei einem Standardgerät bei 5–100 mm. Der Dual Focus kann diese auf 2–6 mm verändern, wobei sich das Sichtfeld nur minimal verändert.

1.6 Bildverarbeitung

Grundsätzlich existieren zwei Arten der Datenbereitstellung. Diese erfolgen entweder mittels analogen oder digitalen Ausgängen. Bei den digitalen Ausgängen sind dies HD-/SD-SDI oder FireWire. Der Vorteil der digitalen Systeme ist, dass bei der Übertragung in Dokumentationssysteme keine Qualitätsverluste auftreten. Hier sind Beschriftungen und Anmerkungen in den Bildern bzw. als Anlage problemlos durchführbar.

In der Endoskopie wird sog. Weißlicht mit allen Farbanteilen verwendet. Abhängig von der Wellenlänge (blau kurzwellig, rot langwellig) ist die Eindringtiefe des Lichtes in das Gewebe. Beim NBI werden große Teile des Weißlichts herausgefiltert, sodass ein kurzwelliger und ein langwelliger Anteil bleiben. Dieser Filter wird per Knopfdruck am Bedienteil des Endoskops eingeschaltet. Die oberflächlichen Kapillargefäße auf der Schleimhaut können dann in brauner Farbe und die tieferen Venen der Submukosa in Cyan gesehen werden. Auf der Basis dieser Bilder ist es deutlich leichter, entzündliche Veränderungen von wahrscheinlich malignen Befunden abzugrenzen.

Eine weitere elektronische Bildverarbeitung mit einer kontrastverstärkenden Wellenselektion ist i-scan. Es wird zwischen der oberflächlichen Verstärkung (Surface Enhancement, i-scan SE) und der Stimmungsverstärkung (Tone Enhancement, i-scan TE) unterschieden. Bei der Benutzung von Licht eingeschränkter Wellenlänge kann alternativ eine optische Chromoendoskopie erzeugt werden (optical Enhancement, i-scan OE).

Die nächsten Jahre dürften hier weitere Verbesserungen auf elektronischem Gebiet, wie z. B. LCI, s. o.) bringen, sodass hier auf die aktuellen Veröffentlichungen der einzelnen Hersteller verwiesen werden soll.

1.7 Ventile

Der Endoskopschlauch enthält mehrere Kanäle. Einen für die Luftzufuhr, einen für die Spülung und einen für die Einführung von Instrumenten bzw. Absaugung (► Abb. 1.4). Bei den Duodenoskopen und den longitudinalen Endosonografie-Endoskopen besteht zusätzlich ein Kanal für den Albarrán-Hebel. Die Signale des CCD-Chips am Ende des Endoskops werden über elektrische Leitungen transportiert.

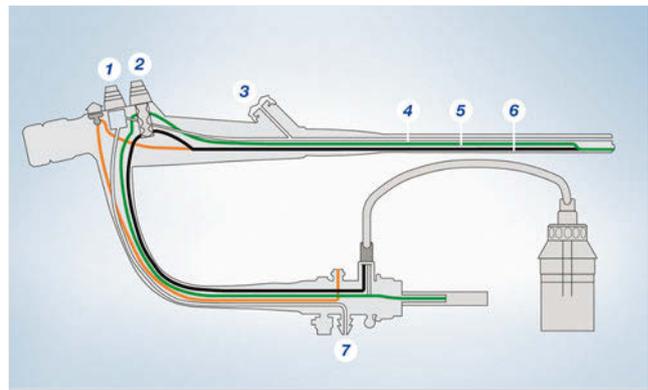


Abb. 1.4 Die verschiedenen Kanalsysteme eines gastrointestinalen Endoskops.

- 1: Absaugventil
- 2: Luft-/Wasserventil
- 3: Biopsiekanal-Öffnung
- 4: Biopsie-/Absaugkanal
- 5: Luftkanal
- 6: Wasserkanal
- 7: Anschluss für Absaugpumpe (Olympus Deutschland GmbH)

Zwischen dem Bedienteil des Endoskops und dem Prozessor befindet sich der sog. Versorgungsschlauch. Angekoppelt an den Prozessor ist dieser durch den Versorgungsstecker. Dieser Versorgungsstecker ist je nach Produktionsalter bzw. Hersteller unterschiedlich aufgebaut und muss vor der Reinigung unterschiedlich gegen eindringendes Wasser geschützt werden. Hierbei müssen die Herstellerhinweise exakt beachtet werden.

Modernste Geräte sind nur noch einteilig und besitzen eine automatische Kennung des Endoskops. Das Biopsieventil dient zur Abdichtung des Instrumentierkanals bei der Einführung des Zubehörs. Hierzu zählen Katheter, Biopsiezangen, Schlingen usw. Bei den meisten Geräten handelt es sich inzwischen um einen Einmalartikel.

Das Luft-/Wasserventil hat eine Doppelfunktion. Es strömt ständig Luft aus der Öffnung des Ventils. Wird ein Finger auf diese zentrale Öffnung gelegt, so strömt die Luft durch den Endoskopschlauch in den Patienten. Wird das Ventil durchgedrückt, so kommt es zum Fließen von Spülwasser aus der Spülflasche bis zur Endoskopspitze. Luft- und Spülflüssigkeitskanal vereinigen sich kurz vor der Gerätespitze und haben eine gemeinsame Öffnung.

Das Absaugventil ist das obere Ventil und meist rot gekennzeichnet. Zu beachten ist, dass sich der Anschluss für den Sauger am Gerätestecker befindet und damit das Sekret durch den Endoskopschlauch und anschließend durch den Versorgungsschlauch gesaugt wird. Soll der große Durchmesser des Arbeitskanals eines therapeutischen Endoskops von z. B. 6 mm genutzt werden, so ist zu beachten, dass der Kanal im Versorgungsschlauch meist nur einen Durchmesser von 2,8 mm hat. Zur Nutzung des großen Durchmessers des Endoskops für Absaugmaßnahmen muss dann ein spezieller Wegehahn am Zugang zum Instrumentierkanal genutzt werden (► Abb. 1.5).

Bei Endosonografiegeräten ist das Luft-/Wasser-Ventil mit einer Dreistufung versehen. Auflegen des Fingers erzeugt einen Luftstrom, leichtes Herabdrücken spült die Optik und tiefes Durchdrücken füllt den Ballon an der Gerätespitze. Das Absaugventil erzeugt bei leichtem Herabdrücken einen Sog zum Absaugen über den Instrumentierkanal und bei tiefem Hinabdrücken wird der Ballon an der Gerätespitze entleert.



Abb. 1.5 Dreiwegehahn für das „Jumbo“-Endoskop zum Aufsetzen auf den Absaugkanal zur Ausnutzung des 6 mm großen Instrumentierkanals. (Uwe Gottschalk)



Abb. 1.7 Anschluss eines Endoskops an die Lichtquelle, die Spülflasche und die Absaugung. Bei diesem Model wird noch ein Verbindungskabel zum Prozessor benötigt. (Uwe Gottschalk)



Abb. 1.6 Gerätespitze eines Duodenoskops (a) mit abnehmbarer Kappe (b) zur besseren Reinigung der mechanischen Teile. (PENTAX Europe GmbH)

1.8 Prozessoren

Die Bildqualität HDTV (High Division Television) ermöglicht die Abbildung kleinster Kapillargefäße und feinsten Schleimhautstrukturen und ist bei den qualitativ hochwertigen Untersuchungseinheiten inzwischen Standard. Perspektivisch dürfte sie in den nächsten Jahren grundsätzlich zum Standard werden. In den meisten Fällen sind die Lichtquellen bereits in die Gehäuse der Prozessoren integriert.

1.9 Gerätespitze

Der Aufbau der Gerätespitze ist dem jeweiligen Anwendungsbereich angepasst. So ist die Blickrichtung fast immer orthograd und das Ende des Einführungsschlauches eine plane Fläche.

Da beim Duodenoskop für die Durchführung der endoskopisch retrograden Cholangiopankreatikografie – ERCP (S.246) der Blick auf die Papille erfolgen muss, sind die Verhältnisse bei diesem Endoskoptyp anders. Es enthält eine Seitblickoptik mit der die Papillenregion direkt eingesehen werden kann. Der Ar-

beitskanal ist mit einem Hebesystem, dem Albarrán-Hebel, ausgestattet. Bei einigen Modellen kann die distale Abdeckkappe zum Reinigen abgenommen werden (► Abb. 1.6).

Die Endosonografiegeräte besitzen sehr unterschiedliche optische Systeme. So sind die longitudinalen Geräte alle mit einer Seitblickoptik versehen. Die radialen Geräte existieren je nach Hersteller mit einer orthograden Optik oder einer Schrägoptik.

1.10 Versorgungsstecker

Der Versorgungsstecker ist je nach Hersteller unterschiedlich aufgebaut (► Abb. 1.7). Zu beachten ist unbedingt, ob er wasserdicht ist. Insbesondere die Endosonografiegeräte benötigen vor der maschinellen Aufbereitung das Anbringen einer Wasserschutzkappe. Bei der zurückliegenden Gerätegeneration bestand die Notwendigkeit, diverse Vernetzungen am Gerätestecker auszuführen (Bildübertragung, Wasserflasche, Absaugung). Die neue Endoskopgeneration besitzt eine One-Step-Connection und ist deutlich einfacher in der Handhabung.

1.11 Einteilung der Endoskope

Es werden verschiedene Arten von Endoskopen angeboten, wobei in den nachfolgenden Abschnitten die übliche Einteilung nach deren Anwendungsgebiet erfolgt. Auf die Darstellung der noch immer erhältlichen Glasfasergeräte wird verzichtet, da diese nur noch bei sehr eingeschränkten Fragestellungen zur Anwendung kommen.

1.11.1 Gastroskope

Gastroskope bzw. Gastroduodenoskope dienen der Untersuchung des oberen Gastrointestinaltrakts bis ca. zum Übergang vom Duodenum zum Jejunum. Das Geräteangebot ist entsprechend dem vorgesehenen Einsatz sehr breit aufgestellt. So existieren sowohl sehr schlanke Geräte für Stenosen und Kleinstkinder/Säuglinge als auch dickere Geräte mit entsprechend großlumigen Arbeitskanälen.

Grob kann zwischen diagnostischen Endoskopen und Therapieräten unterschieden werden. In der Notfallmedizin ist es häufig notwendig, den oberen Gastrointestinaltrakt von Koagel und/oder Speiseresten zu befreien. Hierfür existieren Endoskope mit einem extrem weiten Instrumentierkanal bis zu 6 mm. Der umgangssprachliche Begriff für diese Geräte ist „Jumbo-Endoskop“. Für spezielle Fragestellungen werden auch Endoskope mit zwei Arbeitskanälen angeboten. Der Zugang über eine Nasenmuschel kann für die Patientenakzeptanz und Kehlkopfpassage von Vorteil sein und wird mit speziellen Endoskopen durchgeführt.

Hinsichtlich der Optik ist es inzwischen möglich, die Brennweiten zu verändern bzw. einen optischen und einen elektronischen Zoom zu gewährleisten.

► Tab. 1.1 zeigt eine Übersicht über die aktuell erhältlichen Geräte.

Merke

M!

Der Außendurchmesser von Endoskopen, Bougies, Sonden und Kathetern wird in Charrière (Ch.), French (F) oder Millimeter (mm) angegeben, wobei sich die metrischen Größen jedoch zunehmend durchsetzen: 1 mm = 3 Ch. = 3F

1.11.2 Koloskope

Bei den Koloskopen sind ebenfalls verschiedene Modelltypen auf dem Markt, die sich insbesondere durch eine unterschiedliche Länge auszeichnen (► Tab. 1.1). Die Optik ist grundsätzlich orthograd ausgerichtet. Hinsichtlich der Steifheit im Verlauf des Einführungsschlauches bzw. einer während der Untersuchung regelbaren Versteifung existieren je nach Hersteller unterschiedliche Ansätze. Die Insufflation von Kohlendioxid (CO₂) statt Raumluft sollte inzwischen Standard bei der Koloskopie sein.

1.11.3 Enteroskope

Die Dünndarmdiagnostik ist erst mit den Ballontechniken in die Routine moderner Endoskopien eingezogen. Hierbei sind sog. Single-Ballon-Geräte mit einem Ballon von den Doppelbal-

lon-Geräten mit zwei Ballonen zu unterscheiden (► Tab. 1.1). In der Entwicklung sind motorgetriebene Spiralendoskope, welche über einen Fußschalter gesteuert werden. Die Antriebsspirale ist dabei ein Einmalprodukt.

1.11.4 Duodenoskope

Duodenoskope (► Tab. 1.1) wurden in erster Linie für die ERCP (S.246) entwickelt. Daher besitzen sie eine Seitblickoptik, mit welcher der direkte Blick auf die Papilla major und Papilla minor möglich ist. Die Steuerung der Katheter und anderen Zubehörs erfolgt durch den sog. Albarrán-Hebel.

Eine Besonderheit stellt das V-System dar. Hierbei wird der Führungsdraht durch den Albarrán-Hebel eingeklemmt, sodass während Manipulationen, z. B. Wechsel vom Katheter auf das Papillotom, der Draht nicht verrutschen kann. Mikrobiologisch problematisch ist der Kanal des Zugdrahtes für den Albarrán-Hebel, auch wenn dieser Kanal versiegelt wurde.

Das Endstück ist mit einer Kappe verdeckt. Diese kann fest montiert oder zur Reinigung abnehmbar sein. Zweiteres ermöglicht eine intensivere Reinigung der beweglichen Teile am Distalende (► Abb. 1.6). Inzwischen gibt es Endoskope, bei denen das Distalende abnehmbar und autoklavierbar ist.

1.11.5 Cholangioskope

Bei den Cholangioskopen sind zwei grundlegend verschiedene Ansätze zu unterscheiden. Es existieren wiederverwendbare Geräte mit Fiberglasoptik und auch Geräte mit einem CCD-Chip. Daneben werden Endoskope in hoher Qualität als Einmalgeräte angeboten. Zum jetzigen Zeitpunkt sind diese Einmalgeräte am häufigsten im Einsatz. Bei den wiederverwendbaren Geräten muss, falls der transhepatische Einsatz geplant ist, eine Gasterilisation erfolgen. Erwähnt werden muss an dieser Stelle, dass es durchaus üblich ist, für den transhepatischen Einsatz dünne anderweitige Endoskope, z. B. Bronchoskope, einzusetzen.

1.11.6 Bronchoskope

Bronchoskope besitzen nur eine bewegliche Ebene, sodass die Bewegung der Spitze durch Drehung des Endoskops vervollständigt werden muss. Einige Endoskope besitzen eine Rotationsfunktion am Einführteil, an dem das Endoskop über einen Ring gedreht werden kann. Im Gegensatz zu den gastroenterologischen Endoskopen fehlt ein Luftventil.

Die Bildübertragung ist auf drei verschiedenen Wegen möglich. Zum einen kann sich um ein vollständiges Glasfasergerät handeln, an dem sowohl die Licht- als auch die Bildübertragung allein über Glasfasern erfolgt und am Bedienteil ein Okular sitzt. Zum anderen kann sich im Bedienteil ein CCD-Chip befinden, sodass auf das Okular verzichtet werden kann und das Bild digital zur Weiterverarbeitung zur Verfügung steht oder es befindet sich der CCD-Chip an der Gerätespitze und die Bildübertragung erfolgt rein digital. Der Sinn der Hybridtechnologie ist die Platzersparnis im Einführungsschlauch und damit die Verringerung des Durchmessers des Einführungssteils.

Sogenannte Intubationsbronchoskope besitzen eine eigene Stromversorgung auf Batteriebasis und basieren vollständig auf der Glasfaseroptik. Bei den Airway-Skopen findet sich statt des

Tab. 1.1 Erhältliche Endoskope.

Geräteart	Arbeitslänge (mm)	Außendurchmesser (mm)	Arbeitskanal (mm)
Gastroskope			
Standardgastroskop	1030–1100	9,2–9,9	2,8
Therapiegastroskop	1030–2010	10,9–12,0	3,7–3,8
Kinder-Gastroskop	1030–1100	4,9–6,0	2,0–2,2
2-Kanal-Gastroskope	1030	12,9	2,8 und 3,7
„Jumbo“-Gastroskop	1030	12,9	6,0
transnasales Gastroskop	1100	4,9	2,0
Koloskope			
Standardkoloskop	1330–1680	11,7–13,8	3,2–3,7
Kinderkoloskop	1330–1680	9,7	3,2
Enteroskope			
Doppelballonenteroskop	1550–2000	7,5–9,4	2,2–3,2
Single-Ballon-Enteroskop	2000	9,2	2,8
Duodenoskope			
therapeutische Endoskope	1240–1250	13,1–13,7	3,8–4,2
Bronchoskope			
Standardbronchoskop	600	3,1 6,3	1,2–3,2
Mobile Airway-Skope	600	3,9–5,2	1,5–2,6
Intubationsbronchoskop	600	2,2–5,2	1,2–2,6
Hybridbronchoskope	600	3,1–6,3	1,2
Endosonografie-Endoskope			
Radialgeräte	1245–1250	11,4–13,8	2,2–2,8
Longitudinalgeräte	1250	12,3–14,6	2,2–3,8
EBUS (longitudinal)	600	6,3–6,7	2,0–2,2

Okulares eine Kamera, sodass Bilder und Untersuchungssequenzen aufgenommen werden können. Auch diese Geräte besitzen eine eigene Stromversorgung.

In ► Tab. 1.1 sind die aktuell erhältlichen Bronchoskope aufgeführt.

1.11.7 Endosonografie-Endoskope

Bei der Endosonografie wird zusätzlich ein Ultraschallgerät benötigt. Es kann sich dabei um ein vollwertiges Ultraschallgerät mit der Möglichkeit des Einsatzes als perkutanes Diagnostikgerät für den Routineeinsatz handeln.

Neben dem normalen B-Bild können weitere Optionen verwendet werden. Hierzu gehören die farbkodierte Duplexsonografie, die Elastografie und die kontrastverstärkte Sonografie. Bei einigen Modellen ist das Narrow Band Imaging (NBI) einstellbar. Ebenso das Tissue Harmonic Enhancement (THE).

Die Ultraschalldiagnostik erfolgt bei den Standardgeräten in einem verstellbaren Frequenzumfang von 5–10 MHz. Für die Endosonografie im Bronchialtrakt (EBUS) existieren spezielle Endoskope (► Tab. 1.1).

Für die rektale Endosonografie können zwar prinzipiell die geschilderten Sonden eingesetzt werden, es werden aber in der Routine fast immer starre Sonden verwendet. Diese können eine Punktionsführung in der Sonde oder als Aufsatz beinhalten.

Für besondere Fragestellungen existieren Minisonden. Diese arbeiten in einem Frequenzspektrum von 12–20 MHz. Unter-

schieden werden Sonden mit bzw. ohne Ankopplungs-Ballon. Spezielle Techniken erlauben das Umschalten von radialen auf longitudinale Bilder. Dreidimensionale Bilder sind beim Einsatz spezieller Prozessoren ebenfalls erstellbar, teilweise in Echtzeit. Die Arbeitslänge der Sonden liegt zwischen 2050 und 2150 mm bei einem Außendurchmesser von 1,4–2,9 mm. Als Besonderheit benötigen die Minisonden eine Ultraschallsondenantriebs-einheit um eine Rotation der Sonde in deren Hülle zu erzeugen.

1.12 Hochfrequenz-Schneidegeräte

Hochfrequenz-Schneidegeräte (HF-Geräte) produzieren einen Wechselstrom, der entsprechend seines Frequenzverlaufes zur Durchtrennung des Gewebes oder zu seiner Koagulation führt. Beide Stromarten können kombiniert werden und in ihrer Leistung variieren. Bei modernen Geräten kann das Einsatzgebiet vorprogrammiert werden (z. B. Dünndarm oder rechtsseitiges Kolon), sodass lediglich die vorgesehene Maßnahme eingegeben werden muss. Die Geräte sind in der Lage, auf unterschiedliche Kontaktwiderstände zu reagieren und ohne Zutun des Untersuchers die Stromabgabe zu regeln. Auch kann die Energiezufuhr kontinuierlich oder gepulst vorgegeben werden. Manche Geräte werden in Kombination mit der Möglichkeit der Argon-Plasma-Koagulation – APC (S.126) bereitgestellt (► Abb. 1.8).



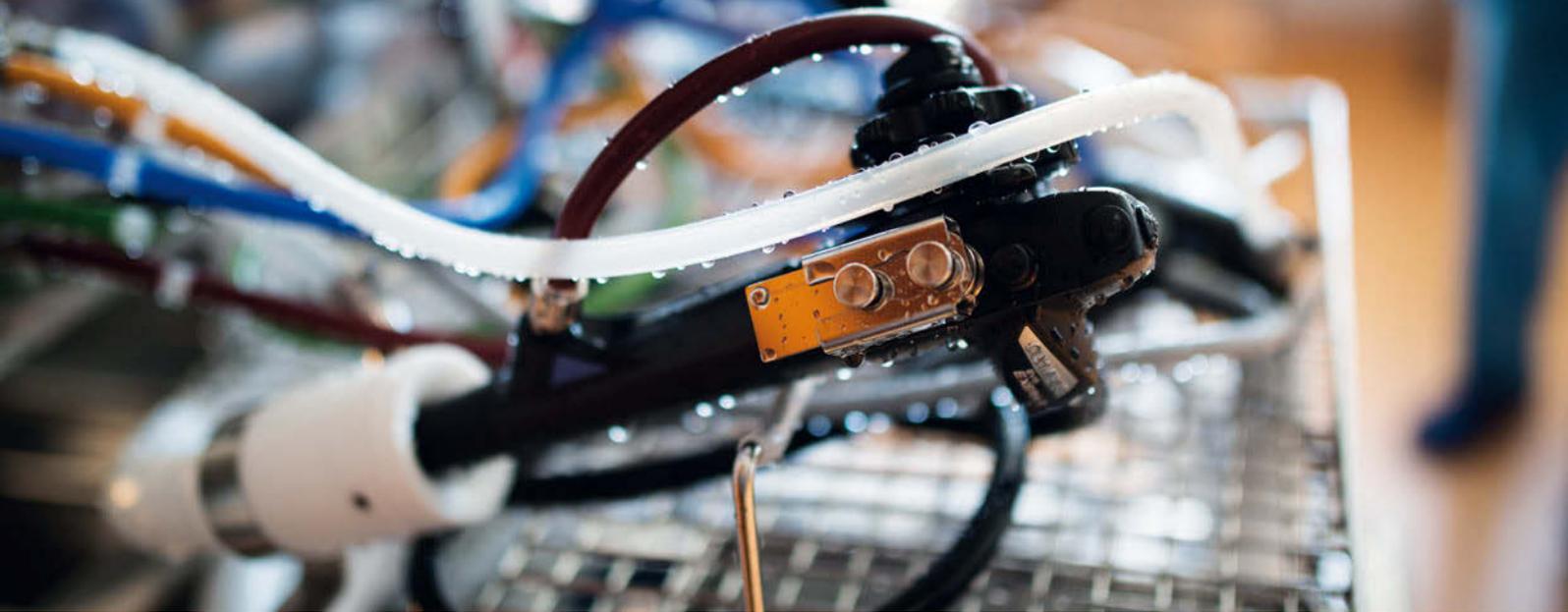
Abb. 1.8 Hochfrequenz-Schneidegerät mit Zusatz zur Argon-Plasma-Koagulation. (Uwe Gottschalk)

1.13 Elektrohydraulische Lithotripsie

Zur elektrohydraulischen Lithotripsie gibt es ebenfalls mehrere Geräte auf dem Markt. Dies wäre z. B. das Walz Lithotom EL27. Die Einstellung der Geräte ist herstellerabhängig und sollte entsprechend der Anleitung bzw. den Hinweisen des Servicetechnikers erfolgen. Die Anwendung und Bedienung wird im Kapitel Cholangioskopie besprochen (S.292).

Literatur

- [1] Anforderungen der Hygiene an die bauliche Gestaltung und apparative Ausstattung von Endoskopieeinheiten. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 2002; 45: 412–414
- [2] Denzer U, Beilenhoff U, Eickhoff A et al. S2k-Leitlinie Qualitätsanforderungen in der gastrointestinalen Endoskopie (Kurzversion), AWMF Register Nr. 021–022. Z. Gastroenterol 2015; 53: 1496–1530
- [3] Neumann H, Vieth M, Gunther C et al. Virtual chromoendoscopy for prediction of severity and disease extent in patients with inflammatory bowel disease. A randomized controlled study. Inflamm. Bowel Dis 2013; 19: 1935–42



Kapitel 2

Aufbereitung von flexiblen Endoskopen und deren Zubehör

2.1	Einleitung	28
2.2	Infektionsrisiken in der Endoskopie	28
2.3	Strukturelle Voraussetzungen	29
2.4	Prinzipien der Aufbereitung	31
2.5	Aufbereitung von flexiblen Endoskopen	33
2.6	Dokumentation	37
2.7	Aufbereitung endoskopischen Zusatzinstrumentariums	37
2.8	Validierung und Routineüberprüfungen	37

2 Aufbereitung von flexiblen Endoskopen und deren Zubehör

Ulrike Beilenhoff

2.1 Einleitung

Endoskopische Verfahren sind in vielen Fachbereichen integraler Bestandteil der Prävention, Diagnostik und Therapie. Die zunehmende Zahl der invasiven Verfahren erfordert eine umfangreiche Infrastruktur sowie speziell geschulte und kompetente Mitarbeiter, was auch die Anforderungen an die Aufbereitung der eingesetzten Instrumentarien beinhaltet.

Flexible Endoskope sind in der Regel wiederverwendbare, thermolabile Medizinprodukte, die über unterschiedliche Lumina und enge Kanäle verfügen. Die hochspezialisierten Geräte stellen aufgrund ihres komplexen technischen Aufbaus und des Materialmixes besondere Anforderungen an die Aufbereitung. Daher hat die fachkundige und gewissenhafte Aufbereitung der Endoskope eine besondere Bedeutung hinsichtlich der Anwendungssicherheit und Infektionsprävention.

2.2 Infektionsrisiken in der Endoskopie

Das Infektionsrisiko im Rahmen endoskopischer Eingriffe hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Disposition des Patienten (z. B. Grund- und Begleiterkrankungen, anatomische Verhältnisse, pathophysiologische Einschränkungen, Immunsystem, mögliche Infektionsquellen im Körper)
- Art und Invasivität des endoskopischen Eingriffs (z. B. Art des Zugangsweges, Umfang und Zielsetzung der diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen)
- Umgebung (z. B. räumlich-apparative Ausstattung für Untersuchungsräume und Aufbereitungseinheiten)
- Personelle Ausstattung, Qualifikation und Verhalten des Endoskopieteams sowie des aufbereitenden Personals
- Qualität der Aufbereitung (einschließlich aller manuellen und maschinellen Arbeitsschritte der Reinigung, Desinfektion, Trocknung und Lagerung)

Bei Endoskopie-assoziierten Infektionen wird unterschieden zwischen

- Endogenen Infektionen
- Exogenen Infektionen
- Infektionsrisiken des Personals

2.2.1 Endogene Infektionen

Im Verlauf endoskopischer Eingriffe können körpereigene Keime des Patienten von physiologisch keimbesiedelten Körperregionen (z. B. aus dem Mund-Rachen-Raum) in sterile Bereiche und Systeme des Körpers oder in die Blutbahn verschleppt werden. Je nach Art des Eingriffs und der durchgeführten Interventionen können aufsteigende bzw. lokale Infektionen, z. B. nach ERCP (S.246) oder PEG (S.148), oder Bakteriämien entstehen. Bei gesunden Personen verlaufen Bakteriämien oft asymptomatisch.

Bei prädisponierten und abwehrgeschwächten Patienten können sie jedoch schwere systemische Infektionen hervorrufen. Daher wird bei diesen Patienten sowie bei bestimmten Eingriffen eine Antibiotikaprophylaxe durchgeführt. So werden zum Beispiel Patienten mit Herzklappenersatz oder auch vor einer PEG prophylaktisch Antibiotika verabreicht.

Merke

M!

Endogene Infektionen werden durch die Verschleppung von körpereigenen Keimen des Patienten verursacht. Sie lassen sich nicht gänzlich verhindern, können aber durch eine entsprechende Untersuchungsqualität sowie prophylaktische Maßnahmen verringert werden.

2.2.2 Exogene Infektionen

Bei exogenen Infektionen stammen die Keime aus der Umgebung oder von vorher untersuchten Patienten. Da die Infektionen im Rahmen medizinischer Versorgung und bei Krankenhausaufenthalten erlangt werden, zählen sie zu den nosokomialen Infektionen.

Nosokomiale Infektionen stellen ein weltweites Problem dar, denn sie gefährden die Patientensicherheit sowie die Qualität der medizinischen Versorgung und stellen auch aufgrund der Folgekosten eine hohe finanzielle Belastung für Gesundheitssysteme dar.

Händehygiene

Die Hände des Personals spielt eine entscheidende Rolle in der Übertragung nosokomialer Infektionen. Berichte der WHO, Reviews und Studien, auch aus dem Bereich der Endoskopie, zeigen, dass die Einhaltung der Handhygiene oftmals sehr gering ist und vor allem auch unter Zeitdruck und bei Personalmangel abnimmt. Die Händehygiene ist somit die wichtigste Basismaßnahme im Umgang mit Patienten und medizinischen Instrumenten.

Frischaufbereitete und gelagerte Endoskope können zum Beispiel auch durch eine unzureichende Händehygiene kontaminiert werden.

Umgebungskontamination

Die Kontamination der Patientenumgebung macht eine konsequente Flächen- und Instrumentendesinfektion nach jedem einzelnen Patienten notwendig. Kontaminierte Türkliniken, Patientenliegen und Endoskopie-Mobiliar sind hier ebenso zu nennen wie medizinische Instrumente, die bei mehreren Patienten in Folge genutzt werden, wie zum Beispiel Stethoskope, Blutdruckgeräte, Fingerclips und Elektroden des Monitorings. Die direkte Patientenumgebung in der Endoskopie bezieht sich vor allem auf die Untersuchungsräume und den Aufwachraum. Hier ist eine unmittelbare Flächen- und Wischdesinfektion nach jedem Patienten unerlässlich, um Keimverschleppungen zu vermeiden.

Die Flächendesinfektion ist aber auch in Aufbereitungseinheiten nicht zu vernachlässigen, um Keimverschleppungen und Rekontaminationen vorzubeugen.

Baulich-organisatorische und technische Mängel

Baulich-organisatorische Mängel und eine unzureichende technische Ausstattung können sowohl im Rahmen der endoskopischen Eingriffe wie auch bei der Aufbereitung Keimverschleppungen begünstigen. Dies ist der Fall, wenn eine klare Trennung zwischen unreinen und reinen Arbeitsbereichen nicht möglich ist, Arbeitswege sich kreuzen oder wenn aufbereitete Medizinprodukte durch zu enge räumlich Verhältnisse rekontaminiert werden.

Ausreichend große Untersuchungsräume und ein separater Aufbereitungsraum, beide Bereiche mit entsprechendem Equipment ausgestattet, sind strukturelle Voraussetzungen für ein qualitatives Arbeiten, das Patienten- und Personalschutz mit einbezieht.

Konstruktionsbedingte Probleme für die Aufbereitung

Endoskope und endoskopische Zusatzinstrumente können ein Risiko darstellen, wenn die Konstruktion oder die verwendeten Materialien die sichere Aufbereitung erschweren oder gar behindern. Schwierigkeiten bei der Aufbereitung können bei den thermolabilen Endoskopen dünnkalibrige, nicht manuell zu reinigende Kanalsysteme, wie Albarrán- oder Luft-Wasser-Kanal, darstellen. Aber auch komplex aufgebaute Bauteile, wie Distalenden oder Ventile, können eine besondere Herausforderung für die Aufbereitung sein. Um eine sichere Aufbereitung der Endoskope gewährleisten zu können, ist die genaue Kenntnis der Gerätekonstruktion und Kanalsysteme absolut notwendig.

Heute ist die Mehrheit der endoskopischen Zusatzinstrumente als Einmalmaterial verfügbar. Wenn endoskopische Zusatzinstrumente aufbereitet werden, ist auch hier auf die Reinigung aller Lumina und Hohlräume zu achten.

Fehlerhafte oder mangelhafte Aufbereitung

Durch eine fehlerhafte oder mangelhaft durchgeführte Aufbereitung besteht das potentielle Risiko, den nachfolgenden Patienten zu gefährden. Seit den 1970er Jahren wurde immer wieder über Infektionen berichtet, die in der Mehrzahl auf grobe Fehler oder Defizite in der Aufbereitung und auf die Nichtbefolgung von Richtlinien zurückzuführen waren. Dabei wurde das Endoskop oder sein Zubehör (wie zum Beispiel Ventile) zum Vehikel für pathogene oder fakultativ-pathogene Keime, die ursprünglich von zuvor untersuchten Patienten oder aus der Umgebung stammten. Als Fehler bei den beschriebenen Infektionen wurden vor allem identifiziert:

- mangelnde Reinigung der Arbeitskanäle und der schwer zugänglichen Bauteile (z. B. Ventile und Distalenden)
- nicht entdeckte Defekte an Endoskopen
- Defekte an Reinigungs- und Desinfektionsgeräten für Endoskope (RDG-E)
- falsches Konnektieren und Bedienen der RGD-E
- fehlerhafte Desinfektion
- kontaminiertes Spülwasser

- unzureichende Trocknung (insbesondere der Arbeitskanäle und Ventile)
- mangelhafte Lagerung und falscher Transport

Das Keimspektrum reichte von Bakterien (z. B. typischen Darmkeimen, *Pseudomonas aeruginosa*, Mykobakterien), Viren (z. B. HBV, HCV, Enteroviren) bis zu Parasiten.

Seit den 2000ern stellen Infektionen durch multiresistente Erreger (MRE) ein zunehmendes Problem im Gesundheitswesen dar, so auch in der gastrointestinalen Endoskopie. Seit 2010 wurden in den USA, Frankreich, den Niederlanden und Deutschland einzelne Infektionen mit MRE im Rahmen der ERCP veröffentlicht. Darüber hinaus gab es auch Ausbrüche, die nur den nationalen Regulierungsstellen in den jeweiligen Ländern gemeldet wurden. Nationale Behörden (Robert-Koch-Institut = RKI und Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte = BfArM) und Fachgesellschaften (wie die Deutsche Gesellschaft für Endoskopiefachberufe e.V. = DEGEA und die Deutsche Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten = DGVS) haben daraufhin Empfehlungen und Warnhinweise veröffentlicht.

Merke

M!

Bei exogenen Infektionen stammen die Keime aus der Umgebung oder von vorher untersuchten Patienten. Keime werden übertragen durch:

- die Hände des Personals
- den direkten Kontakt zwischen Patienten
- Gegenstände, wie Türklinken, kontaminiertes Mobiliar, Toiletten und Nassbereiche
- medizinische Instrumente, kontaminierte Medikamente oder Infusionslösungen
- mangelhaft aufbereitete bzw. kontaminierte Endoskope und endoskopisches Zusatzinstrumentarium
- defekte RGD-E
- kontaminiertes Spülwasser
- insuffiziente Trocknung, Lagerung und Transport von Endoskopen

2.2.3 Infektionsrisiken des Personals

Bei Endoskopie-assoziierten Infektionen ist auch an das potentielle Infektionsrisiko für das Personal zu denken, das während endoskopischer Eingriffe und bei der anschließenden Aufbereitung mit Körpersekreten, Blut und kontaminierten Gegenständen in Kontakt kommt. Um den Kontakt mit infektiösem Material zu vermeiden und das Infektionsrisiko zu minimieren, sind spezielle Schutzmaßnahmen zu beachten (s. Sicherheit des Personals).

2.3 Strukturelle Voraussetzungen

Die Sicherheit der Aufbereitung hängt im Wesentlichen ab von

- dem Fachwissen des Personals
- der gewissenhaften Umsetzung der bestehenden Hygienrichtlinien
- der sorgfältigen Durchführung aller manuellen und maschinellen Aufbereitungsschritte
- der korrekten Trocknung und Lagerung

2.3.1 Personelle Voraussetzungen

Merke

M!

Grundsätzlich darf laut Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) zur Aufbereitung von Medizinprodukten nur Personal eingesetzt werden, das über eine entsprechende Ausbildung und Sachkenntnis verfügt.

Die Deutsche Gesellschaft für Sterilgutversorgung (DGSV) hat Curricula zum Erwerb der Sach- und Fachkunde entwickelt und erkennt Kurse entsprechend an. Die Bundesärztekammer hat ebenfalls ein Curriculum für Medizinische Fachangestellte entwickelt. Grundsätzlich sollte bei der Kurswahl darauf geachtet werden, dass die Kurse auf die Endoskopie ausgerichtet sind. In Fachweiterbildungen Endoskopie für Pflegepersonal und in der Fachqualifikation „Gastroenterologische Endoskopie“ für Medizinische Fachangestellte werden bei der Mehrheit der Anbieter die Sachkundekurse integriert. Wird Personal zur Endoskopaufbereitung eingesetzt, das keine Ausbildung in einem Medizinalfachberuf hat (z. B. MFA, Pflegeberufe, OTA), ist eine Fortbildung im Sinne der Fachkunde I zu empfehlen. Bei Kontrollen durch Behörden und im Rahmen von Zertifizierungen ist die Sachkunde für jeden aufbereitenden Mitarbeiter nachzuweisen.

Regelmäßige Schulungen sind wichtig, um Wissen und Kompetenzen fortlaufend zu aktualisieren und werden daher in allen Richtlinien gefordert. Studien und Berichte zu Infektionen zeigen, dass Schulungsprogramme einen positiven Effekt auf nosokomiale Infektionen haben.

Die ausreichende Anzahl an qualifiziertem Personal hat durchaus auch Auswirkungen auf die Hygiene. Bei Personal-mangel und hoher Arbeitsbelastung sinkt die Compliance für die Händehygiene und das Risiko für nosokomiale Infektionen steigt. Dies lässt sich auch auf die Endoskopaufbereitung übertragen, weil manuelle Aufbereitungsschritte bei Personal-mangel unter erheblichem Zeitdruck durchzuführen sind.

2.3.2 Sicherheit des Personals

Die Endoskopie ist laut Biostoffverordnung (BioStoffV) der Schutzstufe 2 zugeordnet. Daraus leiten sich baulich-apparative Personalschutzmaßnahmen, persönliche Schutzausrüstung und organisatorische Maßnahmen ab. Ein entsprechender Impfschutz gegen Hepatitis B sowie arbeitsmedizinische Untersuchungen sind obligat.

Endoskopiefachpersonal und aufbereitendes Personal muss sich im Rahmen der Eingriffe und bei der Aufbereitung vor direkten Kontakt mit Körperflüssigkeiten und potenziell infektiösem Material schützen. Daher sind entsprechende Schutzmaßnahmen und Schutzkleidung notwendig.

Die persönliche Schutzkleidung bei der Aufbereitung von Endoskopen und Zusatzinstrumentarium sollte alle Körperpartien bedecken, die potenziell durch Spritzeffekte kontaminiert werden können. Sie sollte aus folgendem bestehen:

- lange Schutzhandschuhe, die Schutz vor bakteriologischen Kontaminationen und chemischen Gefahren bieten (z. B. Nitril-Handschuhe)
- feuchtigkeitsabweisende, langärmelige Schutzkittel (hinten schließbar)
- Gesichtsschutz (Mund-Nasenschutz, Schutzbrille oder Visier)

Als Gesichtsschutz kann an Aufbereitungsbecken alternativ mit einem Spritzschutz gearbeitet werden.

Bei Aufbereitungsarbeiten kommt das Personal außerdem mit Prozesschemikalien in Kontakt, die potenziell allergen, karzinogen (carcinogenic), reproduktionstoxisch und mutagen (kurz: CRM) sein können. In der Endoskopie betrifft dies zum Beispiel Formaldehyd, Formaldehyd-Abspalter und Glyoxal, die in Desinfektionsmitteln enthalten sein können. Eine entsprechende Risikoeinschätzung, regelmäßige arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen und entsprechende Schutzmaßnahmen sind notwendig. Grundsätzlich sind CMR-freie Produkte zu bevorzugen.

Gesundheitliche Reaktionen auf Glutaraldehyd, wie Allergien bis hin zum allergisches Asthma, sind in Großbritannien als Berufserkrankung anerkannt. Bis zu 30% des Endoskopiepersonals war in den 1990er Jahren von Aldehydallergien betroffen. Obwohl die Zahl durch die Einführung der RGD-E sank, sind Allergien immer noch relevant.

2.3.3 Räumlich-apparative Voraussetzungen

Aufbereitungseinheiten für die Endoskopie werden der Kategorie B zugeordnet, weil hier vor allem Medizinprodukte der Kategorie „semikritisch B“ (z. B. flexible thermolabile Endoskope) und „kritisch B“ (Zusatzinstrumentarium) aufbereitet werden. Aus Gründen des Personal- und Patientenschutzes ist grundsätzlich eine räumliche Trennung von Untersuchungsräumen und Aufbereitungseinheiten notwendig.

Räumliche Struktur

Aufbereitungseinheiten müssen ausreichend groß bemessen sein, über genügend Arbeits- und Ablageflächen, eine entsprechende technische Ausstattung und Schutzmaßnahmen verfügen, um eine strikte arbeitstechnische bzw. räumliche Trennung von reinen und unreinen Arbeitsbereichen zu ermöglichen.

Unreiner Arbeitsbereich:

- ausreichend große Becken zur Vorreinigung
- Dichtheitstest, ggf. Wasserspritzpistole
- Instrumente zur Reinigung (z. B. Bürsten, Spülansätze)
- Ultraschallbad
- ausreichend große Arbeitsflächen
- Platz für Transportwannen und -wägen für kontaminierte Endoskope
- Müllentsorgung
- Handwaschbecken und Händedesinfektion
- Schutzkleidung
- Dokumentation der Aufbereitungsschritte
- Arbeitsschutz (ausreichende Be- und Entlüftung, Luftumwälzung nach Herstellerangaben der RDG-E, Spritzschutz an Aufbereitungsbecken)
- Sichere Lagerung von Prozesschemikalien

Reiner Arbeitsbereich:

- RDG-E
- Dokumentation der Aufbereitungsschritte (z. B. Papier, Drucker, digital)
- Entladewägen und Transportwannen für reine Endoskope
- ausreichend großer Arbeitsplatz mit Lupe für die Inspektion und Freigabe der Endoskope

- medizinische Druckluft für Endoskoprocknung
- Lagerungsoptionen für Endoskope (z. B. Lager-/Trockenschränke)
- Müllentsorgung
- Händedesinfektion
- Arbeitsschutz (ausreichende Be- und Entlüftung, Luftumwälzung nach Herstellerangaben der RDG-E)
- bei Ausfall der RDG-E: Becken/Wanne (z. B. 60 × 40 cm) mit gefiltertem Wasser

Es besteht ein zunehmender Trend zur Zentralisierung der Endoskopaufbereitung, sei es in der Endoskopie oder in der ZSVA (Zentrale Sterilgutversorgungsabteilung) bzw. AEMP (Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte). Die bisher etablierten Ein-Raum-Konzepte werden zunehmend durch Mehrraum-Konzepte abgelöst. Die britischen Richtlinien bieten dazu hilfreiche Grafiken zur Gestaltung und Organisation von Aufbereitungseinheiten. Die räumliche Trennung zwischen unreinen und reinen Arbeitsbereichen wird zwar für die Aufbereitung von Medizinprodukten der Kategorie „kritisch C“ zwingend gefordert, aber die Empfehlungen der KRINKO (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention) zu Bau und Ausstattung von Endoskopieeinheiten (2002) machen diese Differenzierung leider noch nicht. Bei Ein-Raum-Konzepten besteht die Gefahr sich kreuzender Arbeitswege und möglicher Rekontaminationen. Die Aufbereitung von Zusatzinstrumenten im Klinikbetrieb sollte vorzugsweise in der ZSVA stattfinden, da diese thermostabilen Instrumente grundsätzlich einer maschinellen, thermischen Reinigung und Desinfektion in Reinigungs- und Desinfektionsgeräten (RDG) und einer abschließenden Sterilisation unterzogen werden sollen.

Planung von Arbeitsabläufen

Bei der Konzeption und Organisation einer Aufbereitungseinheit für flexible Endoskope sind folgende Überlegungen sehr wichtig, um ausreichende räumlich-technische Voraussetzungen sowie eine entsprechende Logistik und Organisation entwickeln zu können.

Endoskope welcher Abteilungen sind aufzubereiten?

Eine bundesdeutsche Umfrage zeigte, dass in der Mehrzahl der Aufbereitungseinheiten Endoskope verschiedener Abteilungen aufbereitet werden, nicht nur Endoskope der Gastroenterologie, sondern beispielsweise auch der Pneumologie, Anästhesie, Intensivstation, HNO, Neurologie. Ist die Aufbereitung in der ZSVA zentralisiert, kommen auch noch die Urologie und die chirurgisch eingesetzten Endoskope hinzu. Die genaue Kenntnis der Lieferzeiten (wann Endoskope aufzubereiten sind und wann Arbeitsspitzen bzw. -pausen entstehen), Transportwege, Transportarten und Wegezeiten sind für die Logistik, die Kalkulation der Aufbereitungskapazitäten und die Personaleinsatzplanung unbedingt notwendig. Es ist auch zu bedenken, ob und wann Endoskope am Wochenende, in der Nacht und zu Notfalleingriffen anfallen. Dies ist gerade bei zentraler Aufbereitung eine Frage der Personalplanung, Organisation und Logistik.

Welche Endoskope sollen aufbereitet werden?

Endoskope unterscheiden sich je nach Hersteller, Endoskopfamilie, Gerätetyp und Gerätegeneration in den Kanalstrukturen und Anschlüssen, was für die Auswahl der RDG-E entscheidend ist.

Die Anzahl und Art der aufzubereitenden Endoskope ist für die Auswahl und Anzahl der Reinigungsbecken, RDG-E, ggf. Tro-

ckenschränke und des jeweiligen Aufbereitungsinstrumentarium (wie Bürsten und Spülanschlüsse) entscheidend.

Wo wird welches Zusatzinstrumentarium aufbereitet?

Das endoskopische Zusatzinstrumentarium ist in der Mehrzahl heute Einmalmaterial. Dennoch fallen Medizinprodukte an, die aufbereitet werden müssen. Dazu zählen nicht nur wiederaufbereites, endoskopisches Zusatzinstrumentarium, sondern auch Optikspülflaschen, Schlauchsysteme, Becher, Schalen, Klemmen, etc. Die meisten RDG-E sind nicht dazu validiert, sie aufzubereiten – siehe Validierung und Routineüberprüfung (S.37).

Diese Medizinprodukte sind in der Regel thermostabil und werden als „kritisch A“ bis „kritisch C“ eingestuft. Da sie vorzugsweise maschinell und chemo-thermisch aufbereitet werden sollen, sollten sie grundsätzlich in der ZSVA aufbereitet werden, die über entsprechende RDG verfügen. Wenn in Facharztpraxen Zusatzinstrumentarium aufbereitet wird, sind die Auflagen der KRINKO zur Aufbereitung von Medizinprodukten hinsichtlich der Aufbereitung und Validierung ebenfalls zu erfüllen.

2.4 Prinzipien der Aufbereitung

2.4.1 Ziele der Aufbereitung

Merke

M!

Unabhängig, wo die Endoskopie und Aufbereitung durchgeführt werden, ob in Klinik oder Praxis, gelten die gleichen Kriterien an die Aufbereitungsqualität und Sicherheit.

Ziele der Geräte- und Instrumentenaufbereitung sind:

- die effektive Reinigung und Desinfektion der Endoskope und des Zubehörs
- die sichere Eliminierung aller pathogenen Keime
- der Schutz von Patienten und Personal vor möglichen Kontaminationen und Infektionen
- die Bereitstellung von funktionstüchtigem Instrumentarium
- die Vermeidung von Geräteschäden

Die Endoskopieabteilung sollte über den bekannten Trägerstatus der Patienten informiert werden, um organisatorische Maßnahmen einleiten zu können. Die Behandlung von Patienten mit bekannten Infektionen werden oft am Ende der täglichen Patientenliste eingeplant.

Da der Trägerstatus von Patienten oft unbekannt ist, sollten alle Patienten als potenziell infektiös behandelt werden und alle Endoskope und deren Zubehör nach jedem endoskopischen Eingriff mit einem einheitlichen, standardisierten und validierten Aufbereitungsverfahren aufbereitet werden. Auch sollte ein Dokumentationssystem vorhanden sein, um im Fall eines Ausbruchs das Prinzip Rückverfolgbarkeit anwenden zu können.

2.4.2 Manuelle vs. maschinelle Aufbereitung

Grundsätzlich kann ein Endoskop manuell wie auch maschinell sicher aufbereitet werden. Nationale und internationale Richtlinien unterstreichen, dass die maschinelle Aufbereitung zu bevorzugen ist, weil die manuelle Aufbereitung erhebliche Nachteile hat.

Die S2k-Leitlinie Qualitätsanforderungen in der gastrointestinalen Endoskopie sowie die britischen und niederländischen Richtlinien empfehlen, die rein manuelle Aufbereitung nur noch in Ausnahmefällen (z. B. beim Ausfall der RDG-E) durchzuführen. Die teilautomatische Aufbereitung wird überwiegend noch in Facharztpraxen durchgeführt. Bei diesen Medizinprodukten übernehmen Pumpensystemen Teilschritte der Aufbereitung, was aber auch erheblich Nachteile in sich birgt.

Manuelle Aufbereitung:

- Vorteile:
 - einfache Installation ohne große Investitionen und Baumaßnahmen
 - Standardisierung für alle Aufbereitungsschritte möglich
 - geringe Betriebskosten
- Nachteile:
 - Validierung nicht möglich
 - erhöhtes Risiko menschlicher Fehler (Unregelmäßigkeiten, Fehler)
 - direkter Kontakt mit Prozesschemikalien und potenziell infektiösem Material, zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen erforderlich
 - mehr Arbeitsaufwand, weil das Personal an jedem Aufbereitungsschritt beteiligt ist
 - bei Wiederverwendung von Desinfektionsmitteln sind Wirksamkeitsprobleme zu erwarten
 - Rückverfolgbarkeit und Dokumentation ist zeitaufwendig und schwierig
 - erhöhtes Risiko einer erneuten Kontamination, gefolgt von einem erhöhten Infektionsrisiko für Patienten
 - erhöhtes Risiko von Gesundheitsproblemen für das Personal (Infektionen, Verletzungen, Allergien usw.)

Teilautomatische Aufbereitung:

- Vorteile:
 - geringere Anschaffungskosten im Vergleich zum RDG-E
 - geringere Arbeitsbelastung im Vergleich zur vollständigen manuellen Aufbereitung
- Nachteile:
 - Im Falle der Wiederverwendung von Desinfektionsmitteln sind Wirksamkeitsprobleme und Kreuzkontamination zu beachten
 - erhöhte Arbeitsbelastung, weil das Personal an verschiedenen Aufbereitungsschritten beteiligt ist
 - Rückverfolgbarkeit und Dokumentation ist zeitaufwendig
 - Komplexität und daher mehr Schulung des Personals erforderlich
 - regelmäßige Wartungen notwendig

Aufbereitung im RDG-E:

- Vorteile:
 - hoher Standardisierungsgrad
 - Validierung des gesamten Prozesses erhöht die Zuverlässigkeit
 - geringere Exposition gegenüber potenziell infektiösem Material und Prozesschemikalien
 - geringes Risiko einer Patienten- oder Personalinfektion
 - weniger Allergien und Gesundheitsbeeinträchtigungen
 - vollständige Dokumentation und Rückverfolgbarkeit
 - volle Kompatibilität mit europäischen Normen
 - wirtschaftlicher Einsatz von Chemikalien und anderen Ressourcen

- benutzerfreundlich
- zuverlässig
- Nachteile:
 - hohe Anschaffungs- und Betriebskosten
 - noch immer dedizierte Benutzerfähigkeiten
 - Kenntnisse zum RDG-E erforderlich
 - mehr Schulung erforderlich
 - Komplexität der Abläufe
 - Validierungskosten
 - regelmäßige Wartungen notwendig

Auch wenn RDG-E eingesetzt werden, sollte das aufbereitende Personal immer in der manuellen Aufbereitung geschult sein. Falls RDG-E wegen Defekten ausfallen, muss das Personal in der Lage sein, die Geräte manuell aufzubereiten. Entsprechendes Equipment (z. B. Wannen) ist daher vorzuhalten.

2.4.3 Prozesschemikalien

Prozesschemikalien für die manuelle Reinigung sind oberflächenaktive, nicht schäumende Substanzen (wie Tenside, enzymatische Reiniger oder kombiniert reinigende-desinfizierende Lösungen). Aldehyde dürfen aufgrund ihrer proteinfixierenden Eigenschaften nicht in der Reinigung verwendet werden.

Die Reinigungslösungen werden optimaler Weise bei jedem Endoskop frisch angesetzt werden.

Werden Reinigungslösungen mit mikrobiellem Effekt verwendet, sollte die Lösung gewechselt werden:

- entsprechend den Herstellerangaben
- unmittelbar bei sichtbaren Verschmutzungen
- mindestens arbeitstäglich
- bei starker Frequentierung mehrmals täglich

Merke

M!

Der standardisierte und validierte Aufbereitungszyklus für flexible Endoskope im RDG-E sollte mindestens die folgenden Leistungen gewährleisten:

- überprüfte Reinigungswirksamkeit
- überprüfte Desinfektionswirksamkeit
 - bakterizide Wirksamkeit
 - mykobakterielle Wirksamkeit
 - fungizide Wirksamkeit
 - viruzide Wirksamkeit gegen umhüllte und nicht umhüllte Viren

Desinfektionsmittel zur manuellen Aufbereitung von Medizinprodukten und Reinigungspräparate mit mikrobieller Wirkung sind VAH gelistet, während Prozesschemikalien für die maschinelle Aufbereitung im RDG-E freiwillig IHO gelistet sind.

Die Mehrheit der RDG-E können mit unterschiedlichen Prozesschemikalien betrieben werden. In Deutschland wird grundsätzlich zwischen Glutaraldehyd-basierten und Peressigsäure-basierten Zyklen unterschieden. Die Vorteile von Glutaraldehyd-Produkten sind die gute Materialverträglichkeit, das breite Wirkspektrum und bekannte gesundheitliche Beeinträchtigungen. Aldehyde wirken langsamer gegen Sporen und Mykobakterien als Peressigsäure; ein Grund, warum Glutaraldehydzyklen in den Temperaturen höher liegen als Peressigsäureprodukte.

Peressigsäurezyklen sind in der Regel kürzer, bei niedrigeren Temperaturen. Peressigsäure ist allerdings in der Regel teurer als Glutaraldehyd.

Die Datenlage bei Peressigsäure uneinheitlich. Einige Studien zeigten Proteinfixierungen auf Edelstahloberflächen, während andere Studien geringere bzw. keine Fixierungen an Kunststoffoberflächen und Endoskopen bei Peressigsäure basierten Reinigungs- und Desinfektionsmitteln beobachten konnten. Beobachtet wird auch, dass Peressigsäure aufgrund des Oxidationspotenzials Glutaraldehyd-Protein-Ablagerungen auf Oberflächen entfernen kann. Bei Peressigsäure-Produkten werden Produkte im alkalischen bis neutralen pH-Wert verwendet, weil diese sich durch eine hohe Materialverträglichkeit und Anwendersicherheit auszeichnen.

Der ergänzende Kommentar relativiert daher die KRINKO-Empfehlungen, dass spezifische Formulierungen der Prozesschemikalien in ihren Eigenschaften (z. B. Wirkung, Materialverträglichkeit, Stabilität) von den reinen Wirkstofflösungen ab-

weichen können. Die Wirksamkeit wird durch entsprechende Gutachten der Hersteller belegt.

2.5 Aufbereitung von flexiblen Endoskopen

Die Aufbereitung der flexiblen Endoskope soll nach einem standardisierten, validierten Arbeitsprozess stattfinden, der für jeden einzelnen Endoskoptyp in Standardarbeitsanweisungen zu hinterlegen ist.

Merke **M!**

Die Grobreinigung, die manuelle Dichtigkeitsprüfung und die manuellen Reinigungsschritte werden immer durchgeführt, unabhängig von der nachfolgenden Aufbereitungsart (► Abb. 2.1)

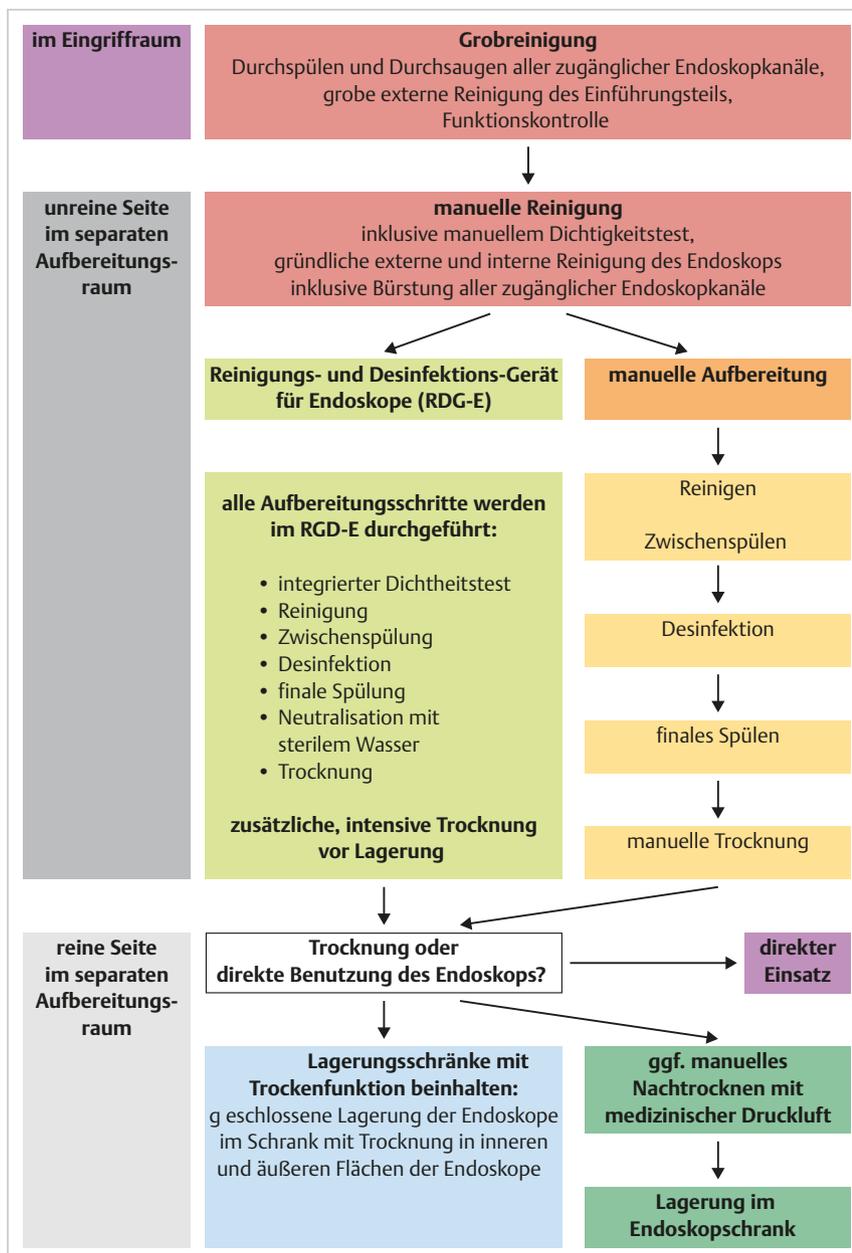


Abb. 2.1 Aufbereitung flexibler Endoskope. (mod. nach Denzer U, Beilenhoff U, Eickhoff A. S2k-Leitlinie Qualitätsanforderungen in der gastrointestinalen Endoskopie. Z Gastroenterol 2015; 53: E1-E227)

2.5.1 Grobreinigung

Die erste Grobreinigung des Endoskops sollte direkt nach dem Ende des Eingriffs durchgeführt werden. Dies erfolgt, um

- makroskopisch sichtbaren Schmutz von äußeren und inneren Oberflächen zu entfernen,
- die Keimlast zu verringern,
- Antrocknungen von Körperflüssigkeiten, Blut und Verunreinigungen zu vermeiden,
- dem Aufbau von Biofilmen zu vorbeugen,
- die Endoskopkanäle auf ihre korrekte Funktion zu überprüfen.

Direkt nach Ende des Eingriffs wird der Einführungsschlauch des Endoskops mit einer Reinigungslösung getränkten Kompressen von außen abgewischt. Die Endoskopkanäle (dazu gehören alle Arbeitskanäle und zusätzlichen Spülkanäle) werden mit Reinigungslösung durchgesaugt und dadurch auf Durchgängigkeit geprüft. Optimalerweise wird die gleiche Reinigungslösung verwendet, die auch später bei den manuellen Reinigungsschritten verwendet wird, um Kompatibilitätsprobleme der Prozesschemikalien auszuschließen. Die in den Richtlinien angegebenen Spülmengen von 200–250 ml dienen der Orientierung. Je sorgfältiger gespült wird, desto besser. Ziel ist es, grobe Verunreinigungen völlig zu entfernen.

Beim Luft-Wasser-Kanal werden mithilfe von Spülventilen und der Optikspülflasche die Luftinsufflation und Optikspülung auf ihre korrekte Funktion getestet und die Kanäle dadurch auch gespült.

Nach dieser Grobreinigung wird das Endoskop von der Lichtquelle entkoppelt und in einer Wanne abgelegt.

Merke

M!

Die Grobreinigung des Endoskops erfolgt direkt nach dem Ende des Eingriffs.

2.5.2 Kontaminationsgeschützter Transport

Der Transport vom Endoskopieraum zur Aufbereitungseinheit sollte in einem geschlossenen Behältnis (Wanne/Container mit Schutzfolie oder Deckel) erfolgen, um Umgebungs- und Personenkontaminationen zu vermeiden und Geräteschäden vorzubeugen.

Jedes im Eingriff benutzte Endoskop wird einer separaten Wanne oder Container abgelegt, um gegenseitige Gerätebeschädigungen zu vermeiden. Wenn Endoskope eine Videoschutzkappe besitzen, ist diese aufzusetzen, um Schäden durch eindringendes Wasser zu vermeiden. Die Endoskope sind eindeutig als kontaminiert zu kennzeichnen, gerade auch wenn separates Personal die Aufbereitung im Anschluss durchführt oder zentrale Aufbereitungseinheiten genutzt werden. Die Wanne wird mit einer Folie oder Deckel verschlossen. Offene Behältnisse sind nur akzeptabel, wenn die Aufbereitung direkt an den Aufbereitungsraum grenzt und die Behältnisse nicht über den Flur getragen werden müssen.

Merke

M!

Der Transport vom Endoskopieraum zur Aufbereitungseinheit erfolgt in einem geschlossenen Behältnis.

2.5.3 Zeitliches Fenster für die Reinigungsschritte

Aufgrund der Zentralisierung der Aufbereitungseinheiten und bei parallel laufenden Untersuchungsräumen entstehen Wege- und Wartezeiten in der Endoskopaufbereitung. In den australischen, den schweizerischen und den europäischen Empfehlungen werden als Orientierung 30 Minuten zwischen Grobreinigung im Untersuchungsraum und Beginn der manuellen Aufbereitung im Aufbereitungsraum empfohlen. Die KRINKO-Empfehlungen die sofortige Wiederaufbereitung betonen, aber keine Zeitangaben machen.

Mikroorganismen besiedeln Schmutzablagerungen. Wenn diese erste Schicht nicht durch geeignete Reinigungsschritte entfernt wird, erzeugen kolonisierende Zellen eine Matrix aus extrazellulärer polymerer Substanz (EPS). Sie kann nicht leicht durch routinemäßige Reinigungstechniken entfernt werden und so entstehen Biofilme. Mikroorganismen, die in diese Matrix eingebettet sind, können über eine lange Zeit überleben und wachsen, je nach Temperatur, Nährstofflage und Wasservorkommen. Eingebettete Mikroorganismen sind 10–100 mal resistenter gegen Prozesschemikalien als planktonische (freischwimmende) Keime. Darüber hinaus geben Biofilme Mikroorganismen frei, die sich in den Endoskopkanälen vermehren können. Da einige gramnegative Bakterien alle 20–30 Minuten eine Zellteilung vollziehen können, ist es notwendig, weitere Aufbereitungsschritte zu beginnen, bevor Bakterien wachsen und Verschmutzungen auf Oberflächen trocknen, die die Bildung von Biofilmen unterstützen würden.

Daher sind logistische Überlegungen und die Planung der Arbeitsabläufe (S.28) wichtig und die Anzahl der zur Verfügung stehenden RDG-E wichtig zu berechnen.

Praxistipp



Für die Zeitspanne vom Ende der Untersuchung mit Grobreinigung bis zur manuellen Reinigung im Aufbereitungsraum dienen 30 Minuten als Orientierungswert, um ein Austrocknen von Schmutz zu vermeiden.

2.5.4 Manuelle Dichtigkeitsprüfung

Merke

M!

Die manuelle Dichtigkeitsprüfung ist trotz maschineller Aufbereitung vor der Reinigung durchzuführen, um Schäden durch Wassereintritte im Reinigungsschritt auszuschließen.

Im Aufbereitungsraum beginnen die weiteren Reinigungsschritte mit dem manuellen Dichtigkeitstest, um Undichtigkeiten auszuschließen.

Dazu werden alle Ventile, Distalenden und Distalkappen entfernt und die Videokappe wird auf ihren korrekten Verschluss überprüft.

Der Dichtigkeitstest wird nach den Herstellerangaben durchgeführt. Die Hersteller empfehlen, den Dichtigkeitstest während den manuellen Aufbereitungsschritten durchzuführen.

Bei positivem Dichtigkeitstest, also wenn Undichtigkeiten erkannt werden, wird die Aufbereitung sofort abgebrochen.

Falls das Endoskop zum Dichtigkeitstest bereits in der Reinigungslösung lag, wird es sofort aus der Reinigungslösung genommen. Das Endoskop wird mit einem Einmaltuch von außen getrocknet und die Kanalsysteme werden mit medizinischer Druckluft trocken geblasen. (Vorsicht: Umgebungskontaminationen durch Spritzeffekte sind zu vermeiden.) Das Endoskop wird nach den Herstellerangaben (ohne Ventile) in einen Transportkoffer eingelegt. Dabei sind entsprechende Schutzhüllen zu verwenden, um einer Kontamination des Transportkoffers vorzubeugen.

Das Endoskop ist eindeutig als kontaminiert zu kennzeichnen und der vermutete Schaden wird im Schadenbericht vermerkt. Der Transport sollte ohne Zeitverzug in die Wege geleitet werden.

2.5.5 Manuelle Reinigung

Um ein Endoskop korrekt aufzubereiten zu können, ist eine genaue Kenntnis der Endoskopkanäle eines jeden Endoskops der Abteilung absolut notwendig. Dies schließt auch Leihgeräte und Neuanschaffungen ein. Daher sind individuelle Arbeitsanweisungen pro Endoskoptyp ein wichtiger Baustein für eine sichere Aufbereitung.

Die Qualität der Reinigungsbürsten, abgestimmt auf die Größe der jeweiligen Kanäle, Ventilöffnungen und Distalenden, ist ein wichtiger Aspekt, um eine suffiziente Reinigung zu erreichen. Die europäischen, britischen und niederländischen Richtlinien empfehlen ausschließlich die Verwendung von Einmalbürsten für Reinigungsarbeiten, um Kreuzkontaminationen zu vermeiden und um immer eine gute Bürstenqualität zu gewährleisten. Die deutschen und amerikanischen Empfehlungen lassen Mehrfachbürsten noch zu, verweisen aber auf die konsequente Aufbereitung zwischen den einzelnen Anwendungen und die Bürstenqualität. Der ergänzende Kommentar des RKI betont die Qualität der Reinigungsbürsten und die Schwierigkeiten einer effektiven Reinigung von Bürsten, was wiederum ein Argument für die Umstellung auf Einmalbürsten ist. In publizierten Ausbrüchen war die Umstellung auf Einmalbürsten eine Maßnahme, die Infektion zu stoppen. Somit ist eine Umstellung auf Einmalbürsten absolut sinnvoll.

Merke

M!

Die manuelle Reinigung beinhaltet die Reinigung der Endoskopoberflächen, aller Endoskopkanäle und des Zubehörs der Endoskope wie Ventile und Distalkappen.

Nach erfolgreichem Dichtigkeitstest wird der Außenmantel des Endoskops mithilfe eines Einwegtuches gereinigt. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Reinigung der Distalenden bei Duodenoskopen und Geräten für den endoskopischen Ultraschall zu richten, wie Ausbrüche mit multiresistenten Keimen deutlich zeigen. Hersteller haben zur Reinigung der Distalenden spezielle Bürsten entwickelt. Zu beachten sind die baulichen Unterschiede bei Duodenoskopen.

Die Endoskopkanäle werden mit Reinigungslösung gefüllt bzw. befeuchtet, um den Reinigungseffekt zu verbessern. Dies kann über Spritzen oder Spülansätze erfolgen. Alle zugänglichen Endoskopkanäle werden mehrfach gebürstet, bis die Bürsten frei von Verunreinigungen sind. In Studien konnte eine deutliche Re-

duktion der Verschmutzungen nach mehrmaligem Bürsten gezeigt werden. Eine konkrete Anzahl der Bürstenzyklen ist kaum zu definieren, da die Keimlast pro Endoskop sehr unterschiedlich sein kann. Die Bürstengröße ist auf die Endoskopkanäle abzustimmen. Dickere Bürsten sind für die Reinigung der Ventilöffnungen notwendig. Einmalbürsten sind nach den Reinigungsschritten an einem Endoskop zu verwerfen.

Alle Endoskopkanäle werden mithilfe entsprechender Spülansätze nach erfolgter Bürstenreinigung mit Reinigungslösung gespült, um gelöste Verunreinigungen zu entfernen. Im europäischen Ausland haben sich dazu Spülvorrichtungen mit Pumpensystemen etabliert, die alle Kanäle durchspülen. Zusätzliche Spülkanäle sind bei jeder Aufbereitung manuell zu reinigen, auch wenn sie während des Eingriffs nicht benutzt wurden, weil alle Endoskopkanäle während des Eingriffs durch auftretende Kapillareffekte mit Körperflüssigkeiten und Schmutz in Berührung kommen. Um Kompatibilitätsprobleme mit den Prozesschemikalien der RDG-E zu vermeiden, kann ein Klarspülen mit Leitungswasser in einem separaten Becken erfolgen.

Ventile und Distalkappen werden mit Bürsten nach den Herstellerangaben gereinigt. Bei Ventilen und Distalkappen ist ebenfalls ein Trend zu Einmalmaterial zu beobachten.

In Großbritannien bilden Endoskop und Ventile eine Einheit und dürfen daher bei der Reinigung nicht getrennt oder vertauscht werden. Diese Vorgabe machen die KRINKO-Empfehlungen noch nicht, was im Sinne der Rückverfolgbarkeit eine logische Konsequenz wäre. Auch Ventile können die Ursache für Infektionen sein. Eine Feldstudie zeigte erhebliche Kontaminationen bei gelagerten Ventilen.

Die weitere Aufbereitung kann im RDG-E, manuell oder teilautomatisch durchgeführt werden.

2.5.6 Aufbereitung im RDG-E

Merke

M!

Endoskope und ihr Zubehör sollen einer standardisierten und validierten Aufbereitung im RDG-E zugeführt werden.

RDG-E erfüllen heute die Anforderungen der DIN EN ISO 15883 (Norm für Reinigungs- und Desinfektionsgeräte) erfüllen. Ihr Aufbereitungszyklus im RDG-E beinhaltet in der Regel ein erstes Spülen, den Dichtigkeitstest, Reinigung, Zwischenspülen, Desinfektion, Spülen, Neutralisieren und Trocknen.

In RDG-E können unterschiedliche Endoskope aufbereitet werden. Durch die unterschiedlichen Endoskop-Hersteller, Endoskopfamilien, Gerätetypen und Gerätegenerationen ergeben sich für die einzelnen Endoskope unterschiedliche Kanalanschlüsse. Es liegt in der Verantwortung der RDG-E-Hersteller diese unterschiedlichen Adapter zur Verfügung zu stellen.

Beim Einlegen der Endoskope in den RDG-E ist auf eine korrekte und schadenspräventive Positionierung zu achten. Alle verfügbaren Kanäle sind bei jedem Aufbereitungszyklus anzuschließen, unabhängig davon, ob sie beim jeweiligen endoskopischen Eingriff benutzt wurden oder nicht. Vor der Entnahme der aufbereiteten Endoskope aus dem RDG-E soll eine Händedesinfektion durchgeführt werden, um sekundäre Kontaminationen zu vermeiden.

2.5.7 Manuelle Aufbereitung

Merke

M!

Nach der manuellen Reinigung sind die Einwirkzeiten für den Reinigungs- und den Desinfektionsschritt zu beachten. Alle Kanalsysteme sind entsprechend zu füllen. Für die einzelnen Arbeitsschritte sind verschiedene saubere Wannen vorzuhalten.

Alle Reinigungsschritte werden vor der Desinfektion durchgeführt. Im Anschluss an die Bürstenreinigung werden alle Kanäle über entsprechende Spülansätze mit Reinigungslösung gefüllt, wobei die Einwirkzeit zu beachten ist.

Zwischen der Reinigung und der Desinfektion wird ein Zwischenspülschritt mit Leitungswasser (Trinkwasserqualität) durchgeführt, um gelöste Verunreinigungen aus allen Endoskopkanälen und von den Endoskopoberflächen zu entfernen.

Zur Desinfektion werden alle Kanäle mit Desinfektionslösung luftblasenfrei über entsprechende Spülansätze gefüllt. Das Endoskop ist mit allen Ventilen vollständig in Lösung einzulegen. Die Desinfektionslösung sollte mindestens täglich frisch zubereitet werden. Die Empfehlungen des Herstellers bezüglich korrekter Konzentration, Temperatur und Kontaktzeit müssen konsequent befolgt werden, um eine angemessene Desinfektion zu gewährleisten.

Nach erfolgter Desinfektion wird die Neutralisation in einer sauberen Wanne durchgeführt. Dazu sollte laut KRINKO-Empfehlungen Wasser verwendet werden, das mikrobiologisch Trinkwasserqualität entspricht und frei von fakultativ pathogenen Mikroorganismen ist. Dies kann zum Beispiel durch den Einsatz von Sterilwasserfiltern bereitgestellt werden.

Das Endoskop ist mit allen Ventilen vollständig in das Wasser einzulegen. Dabei werden alle Kanäle über entsprechende Spülansätze ausreichend gespült. Dieser Neutralisationsschritt ist wichtig, da Rückstände der Prozesschemikalien zu Irritationen (z. B. einer Kolitis) beim nächsten Patienten führen könnten.

2.5.8 Teilautomatische Aufbereitung

Bei der teilautomatischen Aufbereitung wird der Desinfektionsschritt immer im Automaten durchgeführt, während je nach Produkt Reinigung und Neutralisation hinzugenommen werden oder auch nicht.

2.5.9 Visuelle Inspektion

Ausbrüche im Rahmen der ERCP (S.246) legen die Hypothese nahe, dass Mikroläsionen je nach Lokalisation nur schwer durch den Dichtigkeitstest zu erkennen sind. Komplexe Bauteile, wie das Distalende der Duodenoskope, sind schwierig zu reinigen. Bei Ausbrüchen wurden Defekte und Verunreinigungen am Distalende und an Linsensystemen festgestellt.

Merke

M!

Das aufbereitete Endoskop wird einer visuellen Kontrolle unterzogen, um Beschädigungen und Restverschmutzungen auszuschließen.

Die visuelle Inspektion sollte unter Zuhilfenahme einer Lupe durchgeführt, um kleinste Läsionen und Restverschmutzungen an komplexen Bauteilen und Linsen frühzeitig zu erkennen. Die Inspektion wird mit Kontrolle der Dokumentation im Rahmen der Freigabe dokumentiert.

2.5.10 Trocknung

Zwischen den Untersuchungen ist eine vollständige Trocknung nicht zwingend erforderlich, wenn das Gerät direkt wieder eingesetzt wird. Im Gegensatz dazu ist eine komplette Trocknung aller Endoskopkanäle vor Lagerung obligat. Wasserkeime waren maßgeblich für Ausbrüche und Infektionen verantwortlich, die auf unzureichende Trocknung vor Lagerung in Kombination mit kontaminiertem Spülwasser zurückzuführen sind.

Merke

M!

Die Trocknung der Endoskopoberflächen und -kanäle ist vor der Lagerung notwendig, um ein Wachsen von Mikroorganismen zu vermeiden.

RDG-E verfügen über unterschiedlich lange Trocknungszeiten. Vor Lagerung sind die Programme mit längeren Trocknungszeiten zu wählen. Die Trocknungsqualität des RDG-E wird im Rahmen der Validierung geprüft.

Reicht die Trocknung des RDG-E nicht aus, müssen die Endoskope vor der Lagerung manuell mit medizinischer Druckluft nachgetrocknet werden (Vorsicht: Dabei sind die Angaben der Endoskophersteller zu beachten). Alternativ übernehmen Trockenschränke die weitere Trocknung.

Auch die Ventile sind zu trocknen. Entweder mit medizinischer Druckluft oder im Trockenschrank.

2.5.11 Lagerung

Die KRINKO-Empfehlungen aus dem Jahr 2012 geben zwar eine maximale Lagerungsdauer von 14 Tagen an, die aber im ergänzenden Kommentar differenziert wird: Die Lagerung hängt von der Qualität der Aufbereitung, der Trocknung, den Lagerungsbedingungen und dem Rekontaminationsrisiko ab. Im Zweifel soll eine erneute Aufbereitung erfolgen.

Die Lagerungsempfehlungen variieren international von Land zu Land und selbst innerhalb den USA gibt es unterschiedliche Meinungen. Die Studienlage umfasst relativ geringe Fallzahlen mit Kontaminationen innerhalb von 5–7 Tagen und max. 14 Tagen, die aber insgesamt inhomogen sind.

In Deutschland wird die Mehrheit der Endoskope vertikal in gut belüfteten, geschlossenen Schränken aufbewahrt. Die Ventile werden dabei nicht eingesetzt, aber möglichst beim jeweiligen Endoskop kontaminationsgeschützt und trocken gelagert, um eine Zuordnung zu erreichen.

Zunehmend werden speziell konzipierte Lagerungsschränke mit Trocknungsfunktion genutzt, die sowohl eine vertikale Lagerung als auch eine Lagerung in Kassetten und Körben anbieten. Diese Schränke bedürfen entsprechend der EN 16442 (Norm für Lagerungsschränke mit geregelten Umgebungsbedingungen für aufbereitete, thermolabile Endoskope) regelmäßigen Wartungen und Überprüfungen. Die maximalen Lage-

rungszeiten in den Trockenschränken werden von den Herstellern definiert. Studien zeigen die sichere Funktion der Trockenschränke in der täglichen Anwendung.

In Trockenschränken erfolgt die Lagerung je nach Modell hängend oder liegend in Kassettensystemen. In beiden Fällen werden alle Kanalsysteme angeschlossen, um eine Luftzirkulation und Trocknung zu ermöglichen. Ventile können dem Endoskop zugeordnet ebenfalls gelagert werden.

In Großbritannien werden Endoskope und Ventile wegen der geforderten Rückverfolgbarkeit als Einheit betrachtet, die auch bei der Aufbereitung und Lagerung nicht getrennt werden dürfen. Dies wird in Deutschland bis dato noch nicht thematisiert. Ventile werden oftmals in offenen Sammelbehältnissen gelagert. Eine Feldstudie fand bei diesen gesammelten Ventilen erhebliche Kontaminationen, was den Schulungsbedarf in diesem Bereich aufzeigt. Derartig kontaminierte Ventile stellen ein potentielles Infektionsrisiko dar.

Merke



Endoskope werden vertikal hängend in Lagerungsschränken oder in speziellen Trockenschränken gelagert. Die Lagerungsdauer der Endoskope ist von den Lagerungsbedingungen abhängig. Während der Lagerung werden die Ventile nicht ins Endoskop eingesetzt.

2.6 Dokumentation

Die Dokumentation stellt folgende Datenketten dar:

- Patient, an dem das Endoskop zuletzt verwendet wurde
- benutztes Endoskop
- manuelle Reinigungsschritte
- Aufbereitung im RDG-E mit Prozessparametern
- ggf. den Trockenschrank
- aufbereitende Mitarbeiter
- freigebender Mitarbeiter, der den korrekten Ablauf des Aufbereitungszyklus bestätigt und das Endoskop für den nächsten Einsatz freigibt

Die Daten werden als Beweis für eine korrekte Aufbereitung in der Akte des nächsten Patienten hinterlegt. Die Dokumentation ist als Beweismittel bei eventuellen Rückfragen bezüglich Endoskopie-assoziierten und nosokomialer Infektionen von Bedeutung. Eine elektronische Datenerhebung ist zu empfehlen, um einen schnellen Zugriff sowie eine schnelle Zuordnung und Auswertung zu ermöglichen.

Praxistipp



Der gesamte Aufbereitungszyklus sollte mit Prozessparametern und Freigabeentscheidung dokumentiert werden. Ein Patientenbezug ermöglicht eine Rückverfolgbarkeit und ist Beweis für eine korrekte Aufbereitung.

2.7 Aufbereitung endoskopischen Zusatzinstrumentariums

Die Mehrzahl der endoskopischen Zusatzinstrumente, wie Nadeln, Zangen, Schlingen, Dilationsballonkatheter und ERCP-Zubehör, wird heute als Einmalmaterial verwendet. Die Wiederaufbereitung von Einmalprodukten wird aus rechtlichen und sicherheitstechnischen Gründen nicht empfohlen. Dennoch werden einzelne Zusatzinstrumente sowie Optikspülflaschen als wiederaufbereitbare, thermostabile Produkte eingesetzt. Je nach Aufbau und Einsatz werden sie als kritisch A, B oder C eingestuft. Da eine maschinelle Aufbereitung gefordert wird, sollten diese Instrumente in der ZSVA aufbereitet werden, die über entsprechende RDG verfügen. Eine abschließende Sterilisation ist obligat, da kritische Instrumente bei der Anwendung steril sein müssen. Bei Kritisch-C-Produkten sind zusätzliche Zertifizierungen und ein Qualitätsmanagement notwendig.

Die arbeitstägliche, maschinelle Aufbereitung der Optikspülwasserflaschen mit abschließender Sterilisation ist ebenso gefordert wie die Füllung mit sterilem Wasser. Alternativ stehen Einmalsysteme für Optikspülsysteme und Endowasher zur Verfügung.

Merke



Wiederaufbereites endoskopisches Zusatzinstrumentarium soll einer standardisierten und validierten Aufbereitung mit thermischer Desinfektion in Reinigungs- und Desinfektionsgeräten und abschließender Sterilisation zugeführt werden.

2.8 Validierung und Routineüberprüfungen

Es besteht die gesetzliche Verpflichtung zur Qualitätssicherung. Basierend auf der DIN EN ISO 15 883 wurde eine deutsche Leitlinie zur Validierung maschineller Aufbereitungsprozesse für thermolabile Endoskope entwickelt. Gemäß der Leitlinie wurden Validierungen etabliert. Ziel der Validierung und der periodischen Routineprüfungen ist es, zu kontrollieren, ob das RDG-E innerhalb der angegebenen technischen Spezifikationen arbeitet und die gewünschte Leistung bringt.

Die mikrobiologischen Überprüfungen werden in 3–6 monatigen Intervallen empfohlen. Mikrobiologische Überwachungen belegen die finale Ergebnisqualität des Aufbereitungsprozesses.

RDG-E und Endoskopie sind außer Betrieb zu nehmen, wenn:

- mikrobiologische Überwachungen Kontaminationen zeigen
- technische Parameter bei Routineüberprüfungen und erneuter Qualifikation außerhalb der Spezifikationen oder Grenzwerte liegen
- Defekte bestehen und Fehlfunktionen dauerhaft auftreten

Bei Verdacht auf Endoskopie-assoziierte Infektionen und bei technischen Problemen werden die entsprechenden Endoskope und RDG-E aus dem Betrieb genommen, solange bis korrektive Maßnahmen ergriffen wurden und erneute mikrobiologische Untersuchungen, ggf. eine erneute Qualifikation, die korrekte Funktion und Aufbereitungssicherheit liefern.

Die betroffenen RDG-E und Endoskope dürfen erst wieder zum Einsatz kommen, wenn der Fehler behoben ist und erneute

Aufbereitung flexibler Endoskope

mikrobiologische Überprüfungen und ggf. eine erneute Qualifikation die einwandfreie Funktion belegen.

Für die Validierung der manuellen Aufbereitung von Medizinprodukten beschreibt bereits eine separate Leitlinie die notwendigen Maßnahmen. Für die Validierung der manuellen Aufbereitung von flexiblen Endoskopen wird eine entsprechende Leitlinie erarbeitet (Stand Juli 2018).

Merke

M!

Das Hygienemanagement der Endoskopie umfasst die Validierung von RDG-E, die erneute Qualifikation und periodische Routineüberprüfungen.



Abb. 2.2 Konnektieren aller Endoskopkanäle im RGD-E. (Paavo Bläfield)



Abb. 2.3 Konnektieren des Dichtigkeitstesters im RGD-E. (Paavo Bläfield)



Abb. 2.4 Entnahme der sauberen Endoskope aus der RDG-E. (Paavo Bläfield)

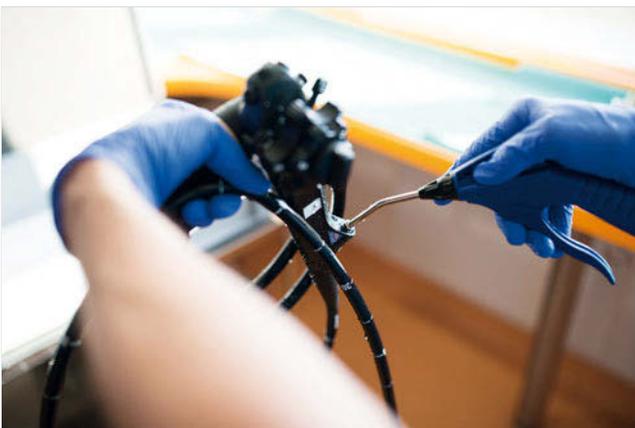


Abb. 2.5 Manuelles Nachtrocknen der Endoskopkanäle. (Paavo Bläfield)



Abb. 2.6 Chargendokumentation. (Paavo Bläfield)

Literatur

- [1] Association for the Advancement of Medical Instrumentation ANSI/AAMI ST91:2015. Flexible and semi-rigid endoscope processing in health care facilities. www.aami.org
- [2] Denzer U, Beilenhoff U, Eickhoff A. S2k-Leitlinie Qualitätsanforderungen in der gastrointestinalen Endoskopie. *Z Gastroenterol* 2015; 53: E1-E227
- [3] Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI) und des Bundesinstitutes für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten. *Bundesgesundheitsbl* 2012; 55: 1244-1310
- [4] European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE-ESGENA). Guidelines zur Hygiene in der GI Endoskopie. www.esge.com/esge-guidelines.html
- [5] Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe 250. Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege (TRBA 250). *GMBI* 2014, Nr. 10/11 vom 27.03.2014



Abb. 2.7 Entnahme eines aufbereiteten Endoskopes aus dem Trockenschrank: Einscannen und Überprüfen der Prozessdaten vor Freigabe. (Paavo Bläfield)



Abb. 2.8 Transport von sauberen Endoskopen in einem geschlossenen und desinfizierten Container. (Paavo Bläfield)





Kapitel 3

Sedierung in der Endoskopie

3.1	Einleitung	42
3.2	Vorbereitung und präendoskopische Risikobewertung	42
3.3	Intraendoskopische Überwachung	43
3.4	Möglichkeiten der Sedierung	43
3.5	Vorgehen nach erfolgter Sedierung	45
3.6	Schlussfolgerungen für die Praxis	46

3 Sedierung in der Endoskopie

Andrea Riphauts

3.1 Einleitung

In den vergangenen Jahren hat sich das Interesse an der Sedierung in der Endoskopie am Gastrointestinaltrakt weltweit erhöht.

Eine logische Konsequenz war die Entwicklung nationaler Leitlinien zur Erhöhung der Patientensicherheit. Der Vergleich aktueller Umfrageergebnisse für die Sedierung aus verschiedenen Ländern zeigt eine signifikante Zunahme der Sedierungshäufigkeit und die Verwendung des kurzwirksamen Propofols.

Allerdings ist die Sedierung für die Endoskopie immer noch Gegenstand vieler, teils kontroverser Diskussionen. Ein wichtiger Aspekt ist die genaue Indikationsstellung für eine Sedierung. Ob und in welchem Ausmaß eine Sedierung erforderlich ist, hängt von der Art der Untersuchung, der Dauer, Komplexität und Invasivität sowie den individuellen Patienteneigenschaften ab. In den meisten Ländern darf die Sedierung nur von Anästhesisten durchgeführt werden. In ausgewählten Ländern können Patienten mit geringem Risiko jedoch auch durch Nicht-Anästhesisten (in der Regel Gastroenterologen) oder entsprechend ausgebildetes Pflegepersonal sediert werden.

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die notwendigen Voraussetzungen und die Patientenvorbereitung, einschließlich der individuellen Risikostratifizierung und die derzeit am häufigsten verwendeten Sedativa (insbesondere unter Berücksichtigung des zunehmend eingesetzten kurzwirksamen Propofols). Darüber hinaus werden persönliche und personelle Anforderungen sowie technische Voraussetzungen für die Sedierung in der gastrointestinalen Endoskopie zusammengefasst.

3.2 Vorbereitung und präendoskopische Risikobewertung

Nach den Richtlinien der American Society of Anesthesiologists (ASA) werden vier Sedierungstiefen unterschieden. Die minimale, moderate und tiefe Sedierung sowie die Narkose (► Tab. 3.1).

Tab. 3.1 Stadien der Sedierung, modifiziert nach der American Society of Anesthesiologists.

Stadium	Reaktion auf Ansprache	Spontanatmung
minimal (Anxiolyse)	Patient reagiert adäquat auf verbale Kommandos	unbeeinflusst
moderat	Bewusstseinstäubung, Reaktion auf lautere Kommandos ggf. mit zusätzlicher taktiler Stimulation	adäquat
tief	Bewusstseinstäubung, schwer erweckbar, reagiert zielgerichtet auf wiederholte taktile Stimulation und Schmerzreize	respiratorische Funktion kann inadäquat sein. Eine assistierte Atemwegsicherung kann erforderlich sein
Narkose	Patient nicht erweckbar, reagiert selbst auf Schmerzreize nicht	inadäquat, Intubationsnarkose oder Larynxmaske erforderlich

Alle Sedativa und Analgetika können fließende Sedierungszustände von minimaler Sedierung (sog. Anxiolyse) bis hin zur Allgemeinanästhesie hervorrufen. Daher bedarf es einer individuellen Einschätzung des kardio-respiratorischen Risikoprofils jedes einzelnen Patienten. Diese sollte neben einer Anamnese auch nachfolgende Aspekte berücksichtigen:

- Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Erkrankungen der Atemwege
- Stridor, Schnarchen, Schlafapnoe-Syndrom
- Komplikationen bei früheren Untersuchungen, bei denen Sedativa oder Analgetika zur regionalen und/oder Allgemeinanästhesie verabreicht wurden
- Bestehende Allergien, aktuelle Medikamente und mögliche Wechselwirkungen mit anderen Medikamenten
- Letzte Mahlzeit: Wann und was wurde gegessen?
- Tabak, Alkohol, Drogenkonsum

Auch eine körperliche Untersuchung sollte durchgeführt werden, einschließlich Vitalzeichen und Auskultation von Herz und Lunge. Zur Abschätzung eines möglichen Sedierungsrisikos erfolgt aktuell die Verwendung der sog. ASA-Klassifikation (► Tab. 3.2). Patienten mit dem ASA-Grad III oder höher weisen ein erhöhtes Risiko bei der Sedierung auf. Darüber hinaus müssen anatomische Merkmale (z. B. Mikrognathie, Deformierung des Gesichtsschädels nach Operationen) berücksichtigt werden. Eine eingeschränkte Mundöffnung (klassifiziert nach der Mallampati-Klassifikation) könnte die Behandlung von Atemkomplikationen komplizieren. Hochrisikopatienten sollten nicht durch ausgebildetes Assistenzpersonal sediert werden. Bei ihnen sollte vielmehr die präendoskopische Konsultation eines Anästhesisten in Erwägung gezogen werden. Es ist obligatorisch, dass geeignete Notfallmedikamente und -ausrüstung, wie Defibrillator, Ausrüstung für das Atemwegmanagement (Beutelmaskenbelüftung, endotracheale Intubation) usw. zur Verfügung stehen. Das gesamte Endoskopierteam sollte die Technik der kardiopulmonalen Reanimation beherrschen und sie im Rahmen strukturierter Kurse regelmäßig auffrischen.

Insbesondere bei interventionellen oder langdauernden Untersuchungen und bei Patienten mit hoher Ko-Morbidität, pulmonaler Beeinträchtigung oder Kreislaufdepression (z. B. Notfällen), ist das erhöhte Auftreten von Hypoxämie bekannt. Die aktuellsten Leitlinien empfehlen daher eine routinemäßige Sauerstoffverabreichung über eine Nasensonde (z. B. mit 2–3 l/min). Eine Sauerstoffgabe, die mindestens 2 Minuten vor der Untersuchung beginnt, kann die Häufigkeit der schweren Hypoxie während des endoskopischen Verfahrens signifikant redu-

Tab. 3.2 ASA-Klassifikation.

Grad	Beschreibung
I	kein Risiko
II	leichte Erkrankung ohne Leistungseinschränkung
III	schwere Erkrankung mit Leistungseinschränkung
IV	lebensbedrohliche Erkrankung
V	moribund, Tod binnen 1 Tag zu erwarten

zieren. Bei ausgeprägter Hyperkapnie (erhöhte CO_2 -Werte), beispielsweise im Rahmen einer COPD (chronisch obstruktive Lungenerkrankung), muss die Sauerstoffversorgung individuell angepasst werden, um den Atemantrieb nicht (durch übermäßige O_2 -Applikation) zu reduzieren. Patienten, die trotz einer mehrminütigen Sauerstoffgabe noch hypoxämisch ($\text{SpO}_2 < 90\%$) sind, sollten besonders aufmerksam beobachtet werden, da bei ihnen das Risiko für respiratorische Komplikationen während der Sedierung deutlich erhöht ist. Eine unmittelbare Intubationsbereitschaft sollte daher zur Verfügung stehen.

Auch wenn immer wieder die Befürchtung geäußert wird, dass die routinemäßige prophylaktische Sauerstoffgabe den Nachweis einer Hypoxie verzögern könnte, wird in aktuellen Leitlinienempfehlungen der Vorteil der Prä-Oxygenierung in den Vordergrund gestellt.

3.3 Intraendoskopische Überwachung

Da die Übergänge zwischen den verschiedenen Sedierungsstadien (► Tab. 3.1) fließend verlaufen, ist für alle Patienten eine entsprechende Patientenüberwachung erforderlich. Sie erfolgt durch eine unabhängige, nicht am endoskopischen Eingriff beteiligte und entsprechend geschulte Person. Sie ist für die klinische Überwachung der Atmung durch Beobachtung, Palpation von Thorax und Bauchwandbewegung und möglicherweise Palpation des expiratorischen Luftstroms zuständig. Von verschiedenen internationalen Fachgesellschaften wird ein Standard-Monitoring empfohlen. Es umfasst die kontinuierliche Pulsoximetrie und die automatisierte, nichtinvasive Blutdruckmessung zu Beginn und während der Untersuchung (in 3-Minuten-Intervallen) sowie in der Erholungsphase. Eine kontinuierliche Elektrokardiografie (EKG-Ableitung) wird bei ausgewählten Patienten mit vorbekannten Herz- und/oder Lungenerkrankungen empfohlen. Die Ausgangswerte sowie die minimalen und maximalen Werte der Herzfrequenz, des Blutdrucks und der Sauerstoffsättigung sollten aufgezeichnet werden.

3.4 Möglichkeiten der Sedierung

3.4.1 Benzodiazepine

Diazepam sollte aufgrund seiner sehr langen Halbwertszeit von 25–30 Stunden im Rahmen der Sedierung in der gastrointestinale Endoskopie nicht mehr verwendet werden. Für Midazolam hingegen hat die pharmakologischen Vorteile einer kürzeren Halbwertszeit (1,5–3 Stunden), einer besseren retrograden Amnesie und einer höheren Wasserlöslichkeit. Die Substanz wirkt nach 1–3 Minuten und das Wirkmaximum wird nach 3–4 Minuten erreicht. Die Wirkung hält 15–80 Minuten an. Die Wirkdauer ist abhängig von Ko-Faktoren wie Übergewicht, fortgeschrittenem Alter und Erkrankungen der Leber und Niere. Dosisabhängig besitzt Midazolam, wie andere Benzodiazepine auch, hypnotische, anxiolytische, amnestische und antikonvulsive Eigenschaften.

Die Wirkung von Midazolam kann durch den benzodiazepin-spezifischen Antagonisten Flumazenil aufgehoben werden. Die Aufhebung der Midazolam-induzierten Atemdepression erfolgt bereits 120 Sekunden nach intravenöser Verabreichung von

Flumazenil. Die Halbwertszeit von Flumazenil beträgt 0,7–1,3 Stunden, mit einer durchschnittlichen Dauer des antagonistisierenden Effekts von jedoch nur 1 Stunde. Da der Effekt von Midazolam 80 Minuten oder länger andauern kann, ist die Gefahr der Re-Sedierung gegeben. Daher können erneute Flumazenil-Gaben notwendig werden. Die Patienten müssen daher über die Wirkdauer des Flumazenils hinaus überwacht werden, um einen Rebound zu erkennen und zu therapieren. Der routinemäßige Einsatz von Flumazenil wird auch in der aktuellen S3-Leitlinie zur Sedierung nicht empfohlen.

Eine erste nationale Umfrage aus dem Jahre 2008 ergab, dass etwa ein Drittel aller Gastroenterologen eine Kombination von Benzodiazepinen und Opioiden (überwiegend Midazolam plus Meperidin) für die Koloskopie einsetzen.

Der Vorteil einer Kombination von Benzodiazepinen und Opioiden bei der Endoskopie ist aktuell sehr umstritten und kann nach den jüngsten Daten nicht empfohlen werden.

3.4.2 Propofol – der neue Standard

Voraussetzungen

Mit der Einführung des kurzwirksamen Propofols (Plasma-Halbwertszeit von 7–8 Minuten), welches hauptsächlich im Rahmen einer intermittierenden Bolusgabe verabreicht wird, sind die rechtlichen und personellen Anforderungen zunehmend in den Mittelpunkt verschiedener Diskussionen geraten. Zahlreiche Leitlinien für die Sedierung in der Endoskopie wurden in den letzten Jahren weltweit entwickelt. Alle Richtlinien sind sich einig: Die Patientenüberwachung und die Propofol-Verabreichung können nicht vom Endoskopiker selbst, gleichzeitig zum endoskopischen Verfahren, durchgeführt werden. Dafür ist eine weitere, unabhängige, entsprechend geschulte Person nötig, die nicht am endoskopischen Verfahren beteiligt ist. Die Qualifikation von medizinischem und nicht-medizinischem Personal sollte durch regelmäßige Teilnahme an strukturierten Trainingscurricula sichergestellt sein. Trainingscurricula wurden auf nationaler Ebene durch die Deutsche Gesellschaft für Endoskopiefachberufe (DEGEA) und die Deutsche Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen (DGVS) sowie mittlerweile auch auf europäischer Ebene entwickelt. Neben der Theorie soll auch das Atemwegs- und Komplikationsmanagement an Simulatoren beinhaltet sein. Dies gilt nicht nur für die Propofolsedierung, sondern gleichermaßen für die Verwendung anderer Substanzen zur Sedierung bzw. Analgesie.

Diagnostische Endoskopie

Propofol hat, im Vergleich zu Midazolam, den Vorteil, dass die Wirkung viel schneller eintritt und sich Patienten wesentlich schneller wieder erholen. Dies gilt insbesondere auch für die Wiederherstellung psychomotorischer Funktionen, wie in einer ersten Studie unter Verwendung eines Fahrsimulators gezeigt werden konnte. Ähnliche Ergebnisse wurden in einer japanischen Studie veröffentlicht, in der Propofol mit Midazolam in der Gastroskopie verglichen wurde. Auch die mögliche Verbesserung der diagnostischen Genauigkeit bei der Gastroskopie erscheint ein zusätzlicher Vorteil von Propofol im Vergleich zu Midazolam.