

# Einfluss verschiedener Reinigungs- und Trocknungsverfahren auf die Endoskopiehygiene in der Pferdemedizin

Ann Kristin Barton<sup>1</sup>, Nicole Roschanski<sup>2</sup>, Roswitha Merle<sup>3</sup>, Judith Winter<sup>1</sup>, Uwe Rösler<sup>2</sup> und Heidrun Gehlen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin

<sup>2</sup> Institut für Tier- und Umwelthygiene, Freie Universität Berlin

<sup>3</sup> Institut für Veterinärepidemiologie und Biometrie, Freie Universität Berlin

## Influence of different cleaning, disinfection and drying methods on endoscope hygiene in equine medicine

In times of increasing numbers of infections caused by multiresistant bacteria like MRSA (Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*) or ESBL (Extended-Spectrum Beta-Lactamasen) producing bacteria, sufficient, but feasible cleaning and disinfection of veterinary endoscopes is of great importance. In the here described study, two cleaning- and disinfection methods (manual vs. automatized) as well as two different drying techniques (air-drying vs. pressurized air) were compared. Therefore, in 4 groups of 40 endoscopic examinations were investigated by sampling of working channel, endoscope tip and shaft at 3 time-points. Microbiologic swab results were evaluated for total bacteria numbers, successful cleaning and disinfection was defined as total bacteria of 0 or at least 4 log reduction. Overall, the percentage of successful cleaning, disinfection and drying over the different groups varied from 74 to 82%. A significant influence of the method of drying and the examined organ system was found for the working channel, while no significant factors were found for tip and shaft. Disinfection was most successful after examinations of the lower airways ( $P = 0.003$ ), while odds ratios for the gastrointestinal tract and upper airways were 0.073 and 0.115, respectively. There was also a trend towards a positive effect of pressurized air drying, but this remained insignificant ( $P = 0.095$ ). Overall, modern methods of disinfection and drying were found to be superior for the localizations working channel and endoscope tip ( $P > 0.05$ ), but not for the shaft. In conclusion, careful cleaning and disinfection is essential in particular after endoscopic examinations of the upper airways and the gastrointestinal tract. Pressurized air drying seems preferable.

**Keywords:** endoscopy, hygiene, cleaning, disinfection, horse

**Zitation:** Barton A. K., Roschanski N., Merle R., Winter J., Rösler U., Gehlen H. (2017) Influence of different cleaning, disinfection and drying methods on endoscope hygiene in equine medicine. *Pferdeheilkunde* 33, 165-171; DOI 10.21836/PEM20170209

**Korrespondenz:** Dr. Ann Kristin Barton, Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin, Oertzenweg 19b, 14163 Berlin; Email: ann-kristin.barton@fu-berlin.de

## Einleitung

Endoskopische Untersuchungen sind ein wichtiger Teil der modernen human- und tiermedizinischen Diagnostik und Therapie. Diese invasiven Methoden sind jedoch mit dem Risiko verbunden, Infektionen weiter zu verbreiten (Coghill et al. 1989, Schembre et al. 1993, Spach et al. 1993, Leiss et al. 1995 und 2003, Bronovicki et al. 1997), was vor allem für gastroenterologische Untersuchungen gilt. Vor diesem Hintergrund wurden von den humanmedizinischen Fachgesellschaften verschiedener Länder Leit- und Richtlinien zur Aufbereitung von flexiblen Endoskopen erarbeitet (Leiss et al. 2002). Für Deutschland publizierte die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert-Koch-Institut bereits im Jahr 2002 „Anforderungen der Hygiene an die baulich-funktionelle Ausstattung von Endoskopieeinheiten“ und die „Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung flexibler Endoskope und endoskopischen Zusatzinstrumentariums“, welche 2012 aktualisiert wurden. Es ist gesetzliche Aufgabe der Gesundheitsämter, diese Einrichtungen im Hinblick auf die Einhaltung der Infektionsprophylaxe zu überwachen (Bundesgesetzblatt 2000). Entsprechend dieser Richtlinie wurden in zwei aufeinander folgenden Untersuchungen in den Jahren 2003 und 2013 die Struktur- und Prozessqualität bei der Aufbereitung flexibler Endoskope in allen gastroenterologischen Kliniken und Praxen im Frankfurter Raum überprüft. Das Ergebnis zeigte, dass die Kliniken die Richtlinien bereits 2003 weitgehend einhielten und die Praxen ihr Hygienema-

nagement über den folgenden 10-Jahreszeitraum erheblich verbessert hatten (Bader et al 2002, Heudorf et al. 2005, Jager et al. 2014). Für die Tiermedizin fehlen derartige Standards und Kontrollmechanismen derzeit leider noch, auch wenn die Endoskopie verschiedener Organsysteme mittlerweile in die Routinediagnostik der meisten Kliniken und Praxen Einzug gehalten hat. Die Verwendung maschineller Aufbereitungssysteme zur Reinigung und Desinfektion sowie die Verwendung medizinischer Druckluft und einer Druckluftpistole zur Trocknung des Arbeitskanals zählen in der Humanmedizin zu den Standards der modernen Endoskopiehygiene.

Diese Verfahren finden in der Tiermedizin, speziell in der Pferdemedizin, deutlich seltener Verwendung, was zum Einen an den Anschaffungskosten entsprechender Aufbereitungsanlagen liegen dürfte, zum Anderen auch an der Tatsache, dass viele Untersuchungen im Rahmen der Fahrpraxis durchgeführt werden. Definitive Zahlen fehlen allerdings, da es keine entsprechende Kontrollinstanz gibt und die verantwortungsbewusste Endoskopiehygiene derzeit noch der kritischen Selbstkontrolle der tierärztlichen Praxis unterliegt.

Ziel dieser Studie war es daher, die Kombination aus jeweils zwei Reinigungs- und Desinfektionsverfahren (manuell vs. automatisiert) sowie zwei Trocknungsverfahren (Lufttrocknung vs. Druckluft) bei 162 Endoskopien von Pferden mit Erkrankungen der oberen und tiefen Atemwege, des Gastrointestinal- sowie des Urogenitaltraktes zu vergleichen. Zu diesem

Zweck wurden unmittelbar im Anschluss an die endoskopische Untersuchung, nach Reinigung und Desinfektion sowie nach Trocknung der Endoskope Tupferproben von Arbeitskanal, Endoskopspitze und -schaft genommen wurden, welche im Anschluss auf deren Gesamtkeimzahl und spezifischen Keimgehalt untersucht wurden. Dabei sollten folgende Fragen beantwortet werden: Unterscheiden sich die verschiedenen Reinigungs- und Desinfektions- sowie Trocknungsprotokolle sowie das untersuchte Organsystem hinsichtlich des Erfolges der Gesamtkeimzahlreduktion an den verschiedenen Lokalisationen? Führt die Dauer der Lagerung zu einem Wiederanstieg der Keimzahlen bei den verschiedenen Protokollen, Organsystemen und Lokalisationen? Ist die „moderne“ Variante, d.h. automatisierte Reinigung und Desinfektion sowie die Trocknung mit Druckluft, der „konventionellen“ Methode, d.h. der manuellen Reinigung und Desinfektion sowie Lufttrocknung, überlegen.

## Material und Methoden

Über einen Zeitraum von 14 Monaten wurden insgesamt 162 veterinärmedizinische Endoskope für diese Studie beprobt. Bei den untersuchten Pferden handelte es sich um Patienten der Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin, die zur endoskopischen Untersuchung der oberen oder tiefen Atemwege, des Oesophagus und des Magens sowie der Harnröhre und der Blase vorgestellt worden waren bzw. in der Klinik stationär behandelt wurden. Die Gruppeneinteilung erfolgte hierbei unabhängig von Alter, Rasse, Geschlecht, untersuchtem Organsystem und Diagnose.

Vor der Untersuchung wurden die Endoskope (Videomed München, Bronchoskop 180 cm und Gastroskop 330 cm) in desinfizierten Transportwannen gelagert und während der Untersu-



Abb. 1 Sampling of endoscope tip

chung ausschließlich mit Handschuhen gehandhabt. Auch das verwendete transendoskopische Equipment (Katheter, Biopsiezangen etc.) wurde vor Gebrauch sterilisiert. Im unmittelbaren Anschluss an die Untersuchung, noch vor Durchspülung des Arbeitskanals als erstem Schritt der Aufbereitung, erfolgte eine Beprobung des Arbeitskanals in 0–10 cm Tiefe, der Endoskopspitze im Bereich von Optik und Spüldüse, sowie des flexiblen Schafes des Endoskops 10cm oberhalb der Endoskopspitze (Abb. 1) mit sterilen, trockenen Wattetupfern (Nerbe Plus, Winsen), welche anschließend in 2 ml 0,9%iger NaCl-Lösung geschwenkt und bis zur Auswertung im Institut für Tier- und Umwelthygiene bei 4 °C im Kühlschrank gelagert wurden. Die Proben wurden in der Klinik gesammelt und zweimal wöchentlich an das Labor übergeben. Im Anschluss wurden die Endoskope zufällig jeweils einem Reinigungs- und Desinfektionsprotokoll sowie einem Trocknungsprotokoll zugeordnet, so dass insgesamt 4 Gruppen entstanden (Tab.1).

### Reinigungs- und Desinfektionsprotokoll A

Im Reinigungsprotokoll A wurde das Endoskop zunächst manuell grob gereinigt, d.h. das Endoskop wurde von außen mit lauwarmem Wasser, einem enzymatischen Reiniger (Advanced multi enzymatic, VES Veterinary Services, Esses, UK) und einem Schwamm gereinigt sowie der Arbeitskanal mit lauwarmem Wasser gespült und mit einer Reinigungsbürste gesäubert. Danach wurde das Endoskop einem Dichtetest unterzogen und für 20 Minuten in ein Röhrensystem mit einem Reinigungs- und Desinfektionsmittel (Gigasept Med, Schülke) gehängt (Abb. 2). In den Arbeitskanal wurde ebenfalls Reinigungslösung gesogen, fünffach gespült und dann mittels Unterdruck durch einen aufgesetzten Stopfen dort für die Dauer des Desinfektionsvorganges im Arbeitskanal belassen.

### Reinigungs- und Desinfektionsprotokoll B

Im Reinigungsprotokoll B wurde das Endoskop zunächst manuell wie im Protokoll A vorgereinigt und nach dem Dichtetest in eine Aufbereitungsmaschine für veterinärmedizinische Endoskope (Dr. Fritz GmbH, Tuttlingen) verbracht (Abb. 3). Die Desinfektion erfolgte hier bei 45 °C, ebenfalls unter Verwendung des Reinigungs- und Desinfektionsmittel (Gigasept 5%ig, Schülke) wie in Protokoll A. Die Dauer des Reinigungs- und Desinfektionsprogramms betrug 30 min.

### Trocknungsprotokoll A

Zur Trocknung im Protokoll A wurde das Endoskop in ein Röhrensystem gehängt, der Arbeitskanal mit Hilfe einer luftgefüllten Spritze entleert und das Endoskop dann bis zur vollständigen

Tab. 1 Group definition by combination of two disinfection- and drying protocols, A = "conventional" (manual disinfection/air drying), B = "modern" (automatized disinfection/pressurized air)

Group	n	Disinfection protocol	Drying protocol
I	40	A	A
II	41	A	B
III	40	B	A
IV	41	B	B

äußeren Trocknung in der Röhre belassen. Die weitere Lagerung erfolgte in einer desinfizierten Lagerungswanne mit Deckel auf einem sterilisierten Handtuch bis zum erneuten Einsatz.

#### Trocknungsprotokoll B

Zur Trocknung im Protokoll B wurde der Arbeitskanal mittels einer aufgesetzten Druckluftpistole für 60 Sekunden getrocknet, danach wurde das Endoskop bis zur vollständigen äußeren Trocknung in einer desinfizierten Lagerungswanne mit geöffnetem Deckel auf einem sterilisierten Handtuch gelagert, danach wurde der Deckel geschlossen bis zum erneuten Einsatz.

Bei allen Endoskopien wurden das Signalement des Pferdes (Alter, Geschlecht, Rasse), Grund der Untersuchung, untersuchtes Organsystem, Diagnose sowie die Zeitpunkte der drei Tupferentnahmen (direkt nach der Endoskopie, nach Reinigung und Desinfektion, vor erneutem Einsatz des Endoskops) dokumentiert.

#### Mikrobiologische Untersuchung

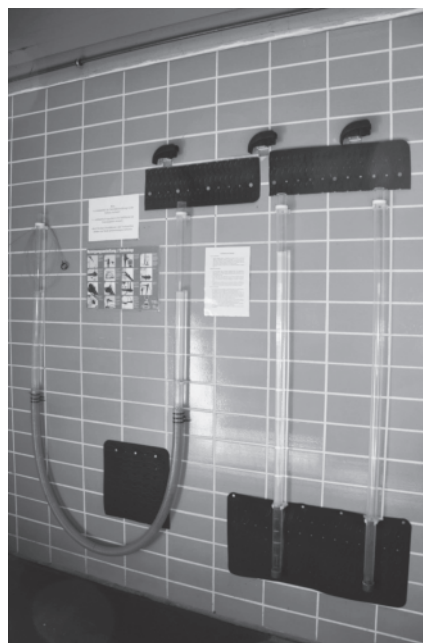
Durch zweiminütiges Vortexen wurden die Bakterien in Lösung gebracht. Von den erhaltenen Bakteriensuspensionen wurden je 100 µl auf Columbia-Agar mit Schafblut Plus (OXOID, Wesel, Deutschland) ausplattiert. Die Inkubation erfolgte für 24 bis maximal 48 Std bei 37 °C. Zeichnete sich nach 24-stündiger Bebrütung ein starkes Bakterienwachstum ab, wurden Verdünnungsstufen der bis dahin bei 4 °C gelagerten Originalsuspension ausplattiert, um eine Quantifizierung der einzelnen Kolonie Morphotypen zu gewährleisten. Im Anschluss wurden die Bakterien gemäß ihrer Koloniemorphologie quantifiziert und die jeweilige Bakterienspezies mittels MALDI-TOF (Matrix assisted laser desorption ionization – time of flight) Massenspektrometrie (MALDI Microflex®LT) und der Software Biotyper®-database (beides Bruker Daltronics, Bremen) identifiziert.

#### Statistik

Die statistische Auswertung wurde mit der Software SAS (Version 9.4 TS Level 1M1) durchgeführt. Um Unterschiede zwischen den Reinigungs- und Trocknungsverfahren feststellen zu können, wurde eine binäre Variable „Erfolg“ gebildet. Für Endoskope mit einer Reduktion der Keimzahl um mindestens 4 Zehnerpotenzen (gemäß aktueller Richtlinien der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft für die Desinfektion von Oberflächen in der Tierhaltung) oder auf 0 nach Reinigung und Trocknung wurde eine „1“ vergeben, für Endoskope mit geringerer Reduktion der Keimzahl eine „0“. Endoskope, die bereits vor Reinigung und Trocknung eine Keimzahl von 0 hatten, wurden von der Untersuchung ausgeschlossen. In die Auswertung gingen 104 (Schaft), 112 (Arbeitskanal) bzw. 62 (Spitze) Proben ein. Mit der Prozedur PROC LOGISTIC wurden zunächst einfaktorielle logistische Regressionsmodelle für die Variablen Reinigung, Trocknung, Organsystem, Endoskoptyp sowie logarithmierte Ausgangskeimzahl getrennt für die Lokalisationen Schaft, Arbeitskanal und Spitze angepasst. Alle Variablen wurden nacheinander in ein multifaktorielles logistisches

Regressionsmodell aufgenommen und auf Wechselwirkungen geprüft (manuelle Vorwärtsselektion). Ausgangspunkt war die Variable, die im univariablen Modell den niedrigsten p-Wert aufwies. Variablen mit einem p-Wert über 0,10 wurden wieder aus dem Modell entfernt (Signifikanzniveau 10%).

Zur Untersuchung, ob durch die Lagerung der Endoskope nach der Reinigung und Trocknung die Keimzahl wieder ansteigt, wurde eine weitere Variable „Lagerung“ gebildet, in die eine „1“ eingetragen wurde, wenn sich die Keimzahl während der Lagerung nicht, und eine „0“ eingetragen wurde, wenn sich die Keimzahl während der Lagerung erhöht hatte. Für alle drei Lokalisationen lagen je 163 Beobachtungen vor. Für die Faktoren Reinigung, Trocknung, Organsystem, Endoskoptyp, Zeit und Ausgangskeimzahl wurden unifaktorielle



**Abb. 2** Pipe-system for disinfection and air-drying of flexible endoscopes



**Abb. 3** Automated disinfection for flexible endoscopes Endoskope (Dr. Fritz GmbH, Tuttlingen)

logistische Regressionsanalysen separat für die Lokalisationen Spitze, Arbeitskanal und Schaft durchgeführt. Für die multifaktorielle Modellbildung wurden alle Variablen nacheinander in das Modell aufgenommen und auf Wechselwirkungen geprüft (manuelle Vorwärtsselektion). Ausgangspunkt war wieder die Variable, das im univariablen Modell den niedrigsten p-Wert aufwies. Variablen mit einem p-Wert über 0,10 wurden wieder aus dem Modell entfernt (Signifikanzniveau 10%).

Zuletzt wurde anhand einer Nicht-Unterlegenheitsanalyse untersucht (Berechnung mit MS Excel® 2013), ob die neuen Verfahren mindestens genauso gut sind wie die herkömmlichen. Dazu wurde jeweils der Prozentsatz erfolgreich gereinigter und desinfizierter Endoskope bestimmt und festgelegt, dass ein Unterschied bis zu 5% zwischen den beiden Verfahren noch als gleich gut, eine Differenz über 5% als unterschiedlich betrachtet wird. Für die in der Studie beobachteten Differenzen wurden die 95%-Konfidenzintervalle bestimmt. Wenn die obere Grenze des Konfidenzintervalls kleiner als 5% war, wurde das neue Verfahren als „mindestens gleich gut oder besser“ beurteilt.

## Ergebnisse

Insgesamt wurden im Rahmen von 162 endoskopischen Untersuchungen Tupferproben gewonnen. Das Probandengut war gemischten Geschlechts und Rasse, wobei das mittlere Alter der Pferde bei  $10,96 \pm 6,83$  Jahren lag. Insgesamt erfolgten 49 Untersuchungen bzw. Diagnosestellungen im Bereich der oberen Atemwege (Nasengänge, Luftsäcke, Pharynx und Larynx), 66 im Bereich der tiefen Atemwege (Trachea, Hauptbronchien), 45 im Gastrointestinaltrakt (Oesophagus und Magen) und 2 im Urogenitaltrakt (Harnblase). Eine Bewertung der Ergebnisse aus dem Urogenitaltrakt war daher nur eingeschränkt möglich. Die Verteilung auf die Gruppen I-IV ist in Tabelle 2 dargestellt.

In einem multivariablen Modell wurde zunächst die Frage nach erfolgreicher Reinigung und Desinfektion, d.h. die

Reduktion der Gesamtkeimzahl zwischen der ersten und zweiten Tupferentnahme auf 0 bzw. um mindestens vier Zehnerpotenzen, für die verschiedenen Gruppen, Reinigungs- und Trocknungsprotokolle sowie das Organsystem mittels logistischer Regression untersucht. Dabei wurden Proben ausgeschlossen, die bereits vor Reinigung und Desinfektion eine Keimzahl von 0 aufwiesen. Auch das Organsystem „Urogenitaltrakt“ musste aufgrund zu geringer Probenzahl ausgeschlossen werden.

Insgesamt variierte die Gesamtzahl der „erfolgreichen“ Reinigungen zwischen 74 und 82%. In einem multivariablen logistischen Regressionsmodell zeigte sich, dass das Trocknungsverfahren und das untersuchte Organsystem signifikanten Einfluss auf den Erfolg der Reinigung und Desinfektion hatten. Hinsichtlich der verschiedenen Organsysteme lag die größte Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Reinigung, Desinfektion und Trocknung bei den tiefen Atemwegen ( $p = 0,0068$ ). Für den Gastrointestinaltrakt (Oesophagoskopien und Gastroskopien) war die Chance deutlich kleiner (Odds Ratio 0,096), d.h. die Chance für Erfolg war nur 0,096-mal so hoch wie für die tiefen Atemwege ( $p = 0,0102$ ). Für die oberen Atemwege lag das Odds Ratio bei 0,163 im Vergleich zu den tiefen Atemwegen ( $p = 0,2200$ ). Druckluft (Protokoll B) hatte im Vergleich zur Lufttrocknung in der Röhre (Protokoll A) einen positiven Effekt auf den Erfolg der Reinigung und Desinfektion, es wurden also in Kombination mit einer Trocknung durch Druckluft mehr Proben erfolgreich gereinigt und desinfiziert als in der Röhre ( $p = 0,0723$ ). Für die anderen Lokalisationen (Schaft und Spitze) wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen, Reinigungs- und Trocknungsprotokolle sowie Organsystemen gefunden.

Im nächsten Schritt wurde mittels logistischer Regression die Frage nach einem Wiederanstieg der Gesamtkeimzahlen zwischen der zweiten und dritten Tupferentnahme, d.h. nach dem Effekt der Lagerung untersucht. Modelliert wurde wieder der Erfolg, d.h. es gab keinen Anstieg der Keimzahl während der Lagerung. Hierbei wurden lediglich für die Endoskopspitze sig-

**Tab. 2** Numbers of endoscopic examination of different organ systems in groups I-IV. OAW = upper airways, TAW = lower airways, GIT = gastro-intestinal tract, UGT = urogenital tract

Gruppe	OAW	TAW	GIT	UGT
I	5	15	20	0
II	7	26	6	2
III	17	10	13	0
IV	20	15	6	0

**Tab. 3** Results of statistical test on non-inferiority comparing "modern" disinfection and drying with "conventional" methods. n = number of samples, P = difference in successful disinfections between modern and conventional methods, KI = confidence interval

	Schaft		Working channel		Tip	
	Disinfection	Drying	Disinfection	Drying	Disinfection	Drying
n	104	104	112	112	64	64
P	0,062	0,1333	-0,0026	-0,0919	-0,006	0,0166
KI top	0,1083486	0,19862642	0,00683123	-0,0383978	0,0129206	0,04790295
KI down	0,0156514	0,06797358	-0,01203123	-0,1454022	-0,0249206	-0,01470295
Threshold value	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Better alternative	no	no	yes	yes	yes	yes

nifikante Effekte gefunden, wo die Dauer der Lagerung einen negativen Einfluss hatte. Die Zeit zwischen Reinigung und Desinfektion und Wiederbenutzung hatte einen negativen Effekt auf den Erfolg ( $p=0,0266$ , Odds Ratio 0,995), d.h. die Chance für einen Nicht-Anstieg der Keimzahl betrug pro Tag 0,995 im Vergleich zum Vortag. Zwischen den Organsystemen und auch zwischen den verschiedenen Reinigungs- und Trocknungsprotokollen gab es keine signifikanten Unterschiede. Da die Möglichkeit der automatisierten Reinigung und Desinfektion mittels einer Waschmaschine sowie die Trocknung mit Druckluft den wenigsten praktischen Tierärzten zur Verfügung steht und viele Endoskopen auch in der Fahrpraxis durchgeführt werden, wurden die beiden Reinigungs- sowie die beiden Trocknungsverfahren hinsichtlich des Prozentsatzes erfolgreich gereinigter Endoskope mit dem Test auf Nicht-Unterlegenheit verglichen. Dabei zeigte sich, dass die „modernen“ Verfahren gegenüber dem „konventionellen“ Verfahren sowohl bei Reinigung und Desinfektion, als auch bei der Trocknung an den Lokalisationen Endoskopspitze und Arbeitskanal überlegen war ( $p < 0,05$ ), während dies für den Schaft nicht bestätigt werden konnte (Tabelle 3). Bei Erhöhung des Signifikanzniveaus auf  $p < 0,1$  waren Reinigung und Desinfektion des Arbeitskanals, der Endoskopspitze sowie die Trocknung des Arbeitskanals den „konventionellen“ Verfahren gleichwertig oder besser.

Mittels der MALDI Technik wurden insgesamt 118 verschiedene Bakterienspezies in 1458 Proben nachgewiesen, ein Großteil davon nicht organ- bzw. speziespathogen. Eine Übersicht der möglicherweise klinisch relevanten Erreger findet sich in Tabelle 4. Der Erfolg von Reinigung und Desinfektion war aufgrund der Vielzahl der nachgewiesenen Spezies nicht separat statistisch auswertbar, Tabelle 4 zeigt daher exemplarisch den Erfolg der Reinigung und Desinfektion für ausgewählte, klinisch bedeutsame Erreger als Anteil von Proben, bei denen der Erreger in der letzten Proben nicht mehr identifizierbar war. Neben diesen Bakterienspezies wurde in 26 Proben *Pseudomonas aeruginosa* gefunden (Gruppe I 10 Proben, Gruppe II 8 Proben, Gruppe III 7 Proben, Gruppe IV 1 Probe), ein häufiger Kontaminationskeim in endoskopischen Spül- und Arbeitskanälen, welcher in 92% dieser Fälle bei der letzten Probennahme nicht mehr nachweisbar war.

## Diskussion

Die Hygiene in der Endoskopaufbereitung und der Durchführung endoskopischer Untersuchungen stellt in Zeiten ansteigender Infektionen mit multiresistenten Mikroorganismen eine

wichtige human-, aber auch tiermedizinische Anforderung dar. Bei Endoskopie-assoziierten Infektionen in der Humanmedizin handelt es sich in der Regel um endogene Infektionen, d.h. Infektionen mit der eigenen Mikroflora des Patienten, während exogene Infektionen deutlich seltener sind (Nelson 2003, Muscarella 2004, Shaikat und Nelson 2007). In einem umfassenden Review 140 exogener Endoskopie-assoziiierter Krankheitsausbrüche in den USA und im internationalen Vergleich in den Jahren 1974–2004 wurde zwar das Infektionsrisiko in der Humanmedizin als sehr gering bewertet (Seoane-Vazquez et al. 2007 und 2008), allerdings liegt die Dunkelziffer wahrscheinlich deutlich höher (Rutala und Weber 2007). Ein Großteil entsprechender Infektionen trat nach Bronchoskopen und gastrointestinalen Endoskopen auf, deren Anteil gleich verteilt war (jeweils 47,5%). Von Bedeutung waren mit über 70% hauptsächlich bakterielle Infektionen, während nur ein Fall viraler Transmission in den USA berichtet wurde (Seoane-Vazquez et al. 2007).

Auch wenn lange davon ausgegangen wurde, dass das Risiko exogener Infektionen nach Richtlinien-konformer Aufbereitung der Endoskope verschwindend gering ist (Nelson und Muscarella 2006), gibt es mittlerweile auch Studien, die eine Restkontamination nach korrekter Desinfektion nachgewiesen haben (Bisset et al. 2006, Osborne et al. 2007). Eine Sterilisation flexibler Endoskope ist aufgrund der verwendeten Materialien nicht möglich (Rutala und Weber 2007), und der Erfolg der Desinfektion hängt von vielen Faktoren ab. Vom Robert-Koch-Institut wurden bereits vor über 10 Jahren Anforderungen an die Hygiene bei der Endoskopie mit flexiblen Endoskopen in Klinik und Praxis erlassen, wo die Anforderungen an den Aufbereitungsraum, die Art der Aufbereitung, die Lagerung, Aufbereitung von Zusatzinstrumentarium und Optikspülflasche sowie regelmäßige mikrobiologische Beprobungen genauer definiert sind. Dabei wird die Trocknung mit medizinischer Druckluft mittels einer Druckluftpistole sowie die Verwendung einer maschinellen Aufbereitung gegenüber der manuellen oder der Verwendung von Halbautomaten als vorteilhaft bewertet (Robert Koch Institut 2002a und 2002b). In der vorliegenden Studie wurden daher eine „konventionelle“, d.h. manuelle Form der Reinigung und Desinfektion einschließlich Lufttrocknung des Endoskops mit einer „modernen“ Variante, d.h. einer maschinellen Reinigung und Desinfektion mit anschließender Drucklufttrocknung des Arbeitskanals, sowie die Kombinationen beider Verfahren für Endoskopen der verschiedenen, in der Pferdemedizin häufig untersuchten Organsysteme vergleichend untersucht.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass es auch in der Pferdemedizin Unterschiede zwischen den verschiede-

**Tab. 4** Overview of samples, in which bacterial species were identified by using the MALDI technique, which could be of clinical relevance in the horse. Overall, 118 different bacterial species were found in 1458 samples analyzed. RD: Cleaning and disinfection

Bacterial Species	Number of positive samples	Result RD [%]
<i>Actinobacillus equuli</i>	6	100
<i>Bordetella bronchiseptica</i>	5	100
<i>Escherichia coli</i>	13	92%
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	6	100%
<i>Staphylococcus aureus</i>	20	70%
<i>Streptococcus equi</i>	16	94%
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	3	33%

nen Protokollen, aber auch zwischen den verschiedenen Lokalisationen und untersuchten Organsystemen gibt. Die Endoskope waren nach einer Untersuchung der tiefen Atemwege mit der höchsten Wahrscheinlichkeit erfolgreich gereinigt, was vermutlich am hohen Anteil der nicht-infektiösen Atemwegserkrankungen und damit einer geringeren Keimbelastung durch die endoskopische Untersuchung in dieser Studie lag. Mehrheitlich wurde die Diagnose der „Chronisch obstruktiven Bronchitis“ gestellt. Außerdem stellen die tiefen Atemwege durch die Funktion des Flimmerepithels per se ein deutlich keimärmeres Milieu dar als die Nasengänge, Gastrointestinal- und Urogenitaltrakt. Gleichzeitig war der Anteil von Nasennebenhöhlenerkrankungen bei den Endoskopien der oberen Atemwege relativ hoch, welche in der postoperativen Phase zu einem hohen Prozentsatz Demarkierungen nekrotischen Materials, z.B. nach Entfernung von Paranasalzysten, und damit einhergehende purulente Sekrete in den Nasengängen zeigten. Erwartungsgemäß lag die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Reinigung und Desinfektion nach Endoskopien des Magens und des Oesophagus deutlich unter der für die tiefen Atemwege. Vor allen Endoskopien des distalen Gastrointestinaltraktes, z.B. Colonoskopien, gelten in der Humanmedizin als problematisch (Greenwald 2010), diese werden jedoch beim Pferd eher selten durchgeführt. Besonders interessant hinsichtlich des Erfolgs der verschiedenen Protokolle wäre der Urogenitaltrakt gewesen, da hier in den weniger Fällen sehr hohe Gesamtkeimzahlen von größer 20.000 cfu/2ml initial vorlagen. Aufgrund der geringen Fallzahl konnten hier jedoch keine systematischen, statistischen Vergleiche durchgeführt werden.

Hinsichtlich der verschiedenen Lokalisationen, stellte sich der Arbeitskanal erwartungsgemäß als am schwierigsten zu reinigen und zu desinfizieren heraus, so dass es hier zu den deutlichsten Differenzen in den Gesamtkeimzahlen kam. Auch an der Endoskopspitze waren Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen ersichtlich. Ein Grund hierfür könnte sein, dass auch die Spüldüse relativ schwer zugänglich für die mechanische Reinigung ist.

Auch dem Trocknungsprotokoll kommt in der Endoskopiehygiene eine Bedeutung zu, da verschiedene Krankheitsausbrüche auch mit mangelhafter Trocknung assoziiert waren (Seoane-Vazquez et al. 2007 und 2008). Durch den Trocknungsprozess wird das Restwasser nach Auswaschen des Desinfektionsmittels entfernt und reduziert so eine mögliche Kontamination des Endoskops mit durch Trinkwasser übertragende Mikroorganismen (Muscarella 2006). Verschiedene Richtlinien geben hier jedoch unterschiedliche Empfehlungen, die von Trocknungsgängen nach jedem Aufbereitungsschritt bis hin zum kompletten Fehlen eines Trocknungsprotokolls reichen. Die Trocknung mit Druckluft hatte in unserer Studie einen positiven Effekt, sowohl im Bereich des Arbeitskanals, als auch im Bereich der Endoskopspitze.

Nichtsdestotrotz kam es auch bei Drucklufttrocknung zu einer leichten Rekontamination der Endoskopspitze bei längerer Lagerung. Allerdings beträgt die Chance für eine erfolgreiche Reinigung nach einer Woche Lagerung immer noch über 96% im Vergleich zum Tag der Reinigung, so dass es wahrscheinlich unter Praxisbedingungen ausreicht, alle Endoskope, die länger als diese Zeit nicht benutzt werden, routinemä-

Big noch einmal zu reinigen. Entsprechende Empfehlungen in der humanen Gastroenterologie liegen ebenfalls bei 7–14 Tagen (Vergis et al. 2007).

Im Vergleich zwischen den beiden Reinigungs- und Trocknungssystemen stellten sich die „modernen“ Reinigungs- und Trocknungsverfahren den Anforderungen des Robert-Koch-Instituts entsprechend für den Arbeitskanal und die Endoskopspitze als überlegen oder mindestens gleich gut heraus. Da der Schaft am leichtesten zugänglich ist, ist es leicht nachvollziehbar, dass hier auch die manuelle Reinigung und Lufttrocknung zu guten Ergebnissen führte und die modernen Verfahren daher keine besseren Ergebnisse erzielten. Wenn man alle Endoskopien inklusive derer mit initial niedrigen Keimzahlen betrachtet, ist außerdem festzustellen, dass in allen Gruppen zum Zeitpunkt der dritten Probenahme sehr niedrige Gesamtkeimzahlen festzustellen waren, d.h. auch die „konventionelle“ Reinigung und Desinfektion mit anschließender Lufttrocknung erscheint in den allermeisten Fällen ausreichend.

Bei den MALDI-Ergebnissen war der Anteil nicht speziesspezifischer und nicht pathogener Bakterienspezies erwartungsgemäß sehr hoch. Für eine separate statistische Auswertung nach Erreger, Gruppe oder untersuchtem Organsystem waren die Anzahlen der möglicherweise klinisch relevanten Erreger daher leider zu klein.

Zusammenfassend kann dennoch festgestellt werden, dass die positiven Ergebnisse der „modernen“ Reinigungsprotokolle auch im Hinblick auf die Verfügbarkeit günstigerer derartiger Aufbereitungssysteme für tiermedizinische Endoskope und die damit verbundene Arbeitserleichterung für das Personal, die Anschaffung eines maschinellen Reinigungs- und Desinfektionssystems sowie die Trocknung mit Druckluft, insbesondere für Endoskope, die im Bereich des Gastrointestinal- und Urogenitaltrakt eingesetzt werden, sinnvoll erscheint. Darüber hinaus deuten die Ergebnisse der Untersuchung darauf hin, dass eine mehrtägige Lagerung des Endoskops bis zum erneuten Einsatz kein relevantes Problem darstellt.

## Literatur

- Bisset L., Cossart Y. E., Selby W., West R., Catterson D., O'hara K., Vickery K. (2006) A prospective study of the efficacy of routine decontamination for gastrointestinal endoscopes and the risk factors for failure. *Am. J. Infect. Control* 34, 274-280
- Bronovicki J. P., Venard V., Botte C., Monhoven N., Gastin I., Choné L., Hudziak H., Rihn B., Delanoë C., LeFaou A., Bigard M. A., Gaucher P. (1997) Patient to patient transmission of hepatitis C virus during colonoscopy. *New Engl. J. Med.* 337, 237-240
- Coghill S. B., Mason C. H., Stufley J. G. (1989) Endoscopic biopsy forceps and transfer of tissue between cases. *Lancet* 1, 388-389.
- Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (IfSG) Bundesgesetzblatt 2000, 1045-1077
- Greenwald D. (2010) Reducing infection risk in colonoscopy. *Gastrointest. Endosc. Clin. N. Am.* 20, 603-614
- Heudorf U., Hofmann H., Kutzke G., Otto U., Exner M. (2005) Wie steht es um die Hygiene beim Endoskopieren? *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz* 48, 1265-1272
- Jäger E., Hausemann A., Hofmann H., Otto U., Heudorf U. (2014) Struktur- und Prozessqualität bei der Aufbereitung flexibler Endoskope in Klinik und Praxis in Frankfurt am Main – 2013 im Vergleich zu 2003. *Z. Gastroenterol.* 52, 1402-1407

- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (2002a) Anforderungen der Hygiene an die baulich-funktionelle Gestaltung und apparative Ausstattung von Endoskopieeinheiten. Bundesgesundheitsblatt 45, 412-414
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (2002b) Anforderungen der Hygiene bei der Aufbereitung flexibler Endoskope und endoskopischen Zusatzinstrumentariums. Bundesgesundheitsblatt 45, 395-411
- Leiss O., Niebel J., Exner M. (1995) Infektionsrisiko in der Endoskopie. Leber Magen Darm 25, 198-202
- Leiss O., Beilenhoff U., Bader L., Jung M., Exner M. (2002) Leitlinien zur Aufbereitung flexibler Endoskope und endoskopischen Zusatzinstrumentariums im internationalen Vergleich. Z. Gastroenterol. 40, 531-542
- Leiss O., Niebel J. (2003) Infektionsübertragung in der Endoskopie – virtuelles oder reales Risiko? Verdauungskrankh. 21, 216-223
- Muscarella L. F. (2004) Dear Los Angeles Times: the risk of disease transmission during gastrointestinal endoscopy. Gastroenterol. Nurs. 27, 271-278
- Muscarella L. F. (2006) Inconsistencies in endoscope-reprocessing and infection control guidelines: the importance of endoscope drying. Am. J. Gastroenterol. 101, 2147-2154
- Nelson D. B. (2003) Infection control during gastrointestinal endoscopy. J. Lab. Clin. Med. 141, 159-167
- Nelson D. B., Muscarella L. F. (2006) Current issues in endoscope reprocessing and infection control during gastrointestinal endoscopy. World J. Gastroenterol. 12, 3953-3964
- Osborne S., Reynolds S., George N. (2007) Challenging endoscopy reprocessing guidelines: a prospective study investigating the safe shelf life of flexible endoscopes in a tertiary gastroenterology unit. Endoscopy 39, 825-830
- Rutala W. A., Weber D. J. (2007) How to assess risk of disease transmission to patients when there is a failure to follow recommended disinfection and sterilization guidelines. Infect. Control Hosp. Epidemiol. 28, 146-155
- Schembre D., Bjorkman D. J. (1993) Review article: endoscopy-related infections. Aliment. Pharmacol. Ther. 7, 347-355
- Seoane-Vazquez E., Rodriguez-Monguio R. (2008) Endoscopy-related infection: relic of the past? Curr. Opin. Infect. Dis. 21, 362-366
- Seoane-Vazquez E., Rodriguez-Monguio R., Visaria J., Carlson A. (2007) Endoscopy related infections and toxic reactions: an international comparison. Endoscopy 39, 742-778
- Shaukat A., Nelson D. B. (2007) Risks of infection from gastrointestinal endoscopy. Tech. Gastrointest. Endosc. 9, 225-232
- Spach D. H., Silverstein F. E., Stamm W. E. (1993) Transmission of infection by gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. Ann. Intern. Med. 118, 117-128
- Vergis A. S., Thomson D., Pieroni P., Dhalla S. (2007) Reprocessing flexible gastrointestinal endoscopes after a period of disuse: is it necessary? Endoscopy 39, 737-739

## Zusammenfassung

Eine gründliche, aber im Klinikalltag durchführbare Reinigung und Desinfektion veterinärmedizinischer Endoskope ist im Zeitalter multiresistenter Bakterien wie MRSA (Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus) oder ESBL (Extended-Spectrum Beta-Lactamasen) bildender Bakterien von zunehmender Bedeutung. In dieser Studie wurden in vier Gruppen à 40 Endoskopien zwei Reinigungs- und Desinfektionsverfahren (manuell vs. automatisiert) sowie zwei Trocknungsverfahren (Lufttrocknung vs. Druckluft) verglichen.

Zu 3 Zeitpunkten des Aufbereitungsvorganges wurden Tupferproben von Arbeitskanal, Endoskopspitze und -schaft genommen und auf die Gesamtkeimzahl untersucht. Dabei wurde eine Reduktion der Gesamtkeimzahl auf 0 bzw. um mindestens 4 Logstufen als erfolgreiche Reinigung und Desinfektion definiert. Insgesamt lag die Gesamtzahl der erfolgreichen Desinfektionen zwischen 74–82%. In der logistischen Regressionsanalyse zeigte sich, dass das untersuchte Organsystem einen signifikanten Einfluss auf den Erfolg der Reinigung und Desinfektion des Arbeitskanals hatte, während für Lokalisationen Endoskopspitze und -schaft kein signifikanter Einfluss nachgewiesen wurde. Der Arbeitskanal war nach Untersuchung der tiefen Atemwege am besten zu desinfizieren ( $p=0,003$ ). Im Vergleich dazu lag das Odds Ratio für den Gastrointestinaltrakt bei 0,073 und für die oberen Atemwege bei 0,115. Druckluft hatte im Vergleich zur Lufttrocknung einen positiven Effekt, welcher jedoch statistisch nicht signifikant war ( $p=0,095$ ). Im Test auf Nicht-Unterlegenheit zeigte sich, dass die „modernen“ Verfahren gegenüber dem „konventionellen“ Verfahren sowohl bei Reinigung und Desinfektion, als auch bei der Trocknung an den Lokalisationen Endoskopspitze und Arbeitskanal überlegen war ( $p < 0,05$ ), während dies am Schaft nicht bestätigt werden konnte.

Zusammenfassend sind für eine optimierte Endoskopiehygiene in der Pferdemedizin eine gründlichere Reinigung und Desinfektion nach Untersuchungen der oberen Atemwege und des Gastrointestinaltraktes sowie eine Trocknung des Arbeitskanals mit Druckluft zu empfehlen.

**Schlüsselwörter:** Endoskopie, Hygiene, Reinigung, Desinfektion, Pferd