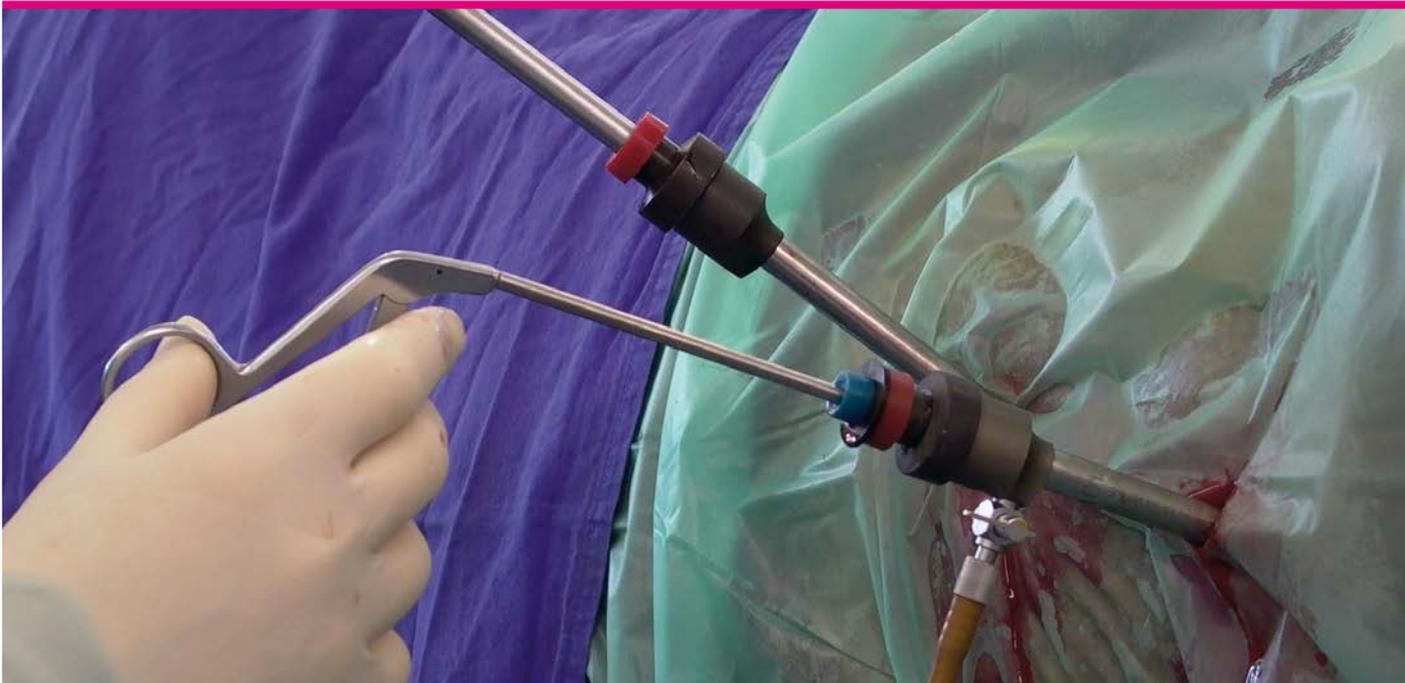


Michael Röcken | Bernhard Ohnesorge (Hrsg.)

Minimalinvasive Chirurgie beim Pferd

Oberer Respirationstrakt | Thorax |
Abdomen | Urogenitaltrakt



Mit Beiträgen von Claus Peter Bartmann |
Walter Brehm | Kerstin Gerlach | Klaus Hopster |
Astrid B.M. Rijkenhuizen | Doreen Scharner

schlütersche

vet



Michael Röcken | Bernhard Ohnesorge (Hrsg.)

Minimalinvasive Chirurgie beim Pferd

Michael Röcken | Bernhard Ohnesorge (Hrsg.)

Minimalinvasive Chirurgie beim Pferd

Mit Beiträgen von

Claus Peter Bartmann, Walter Brehm, Kerstin Gerlach, Klaus Hopster,
Astrid B.M. Rijkenhuizen, Doreen Scharner

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

ISBN 978-3-89993-665-0 (Print)

ISBN 978-3-8426-8364-8 (PDF)

© 2013, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hans-Böckler-Allee 7, 30173 Hannover

Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

Eine Markenbezeichnung kann warenzeichenrechtlich geschützt sein, ohne dass diese gesondert gekennzeichnet wurde. Die beschriebenen Eigenschaften und Wirkungsweisen der genannten pharmakologischen Präparate basieren auf den Erfahrungen der Autoren, die größte Sorgfalt darauf verwendet haben, dass alle therapeutischen Angaben dem derzeitigen Wissens- und Forschungsstand entsprechen. Darüber hinaus sind die den Produkten beigelegten Informationen in jedem Fall zu beachten.

Der Verlag und die Autoren übernehmen keine Haftung für Produkteigenschaften, Lieferhindernisse, fehlerhafte Anwendung oder bei eventuell auftretenden Unfällen und Schadensfällen. Jeder Benutzer ist zur sorgfältigen Prüfung der durchzuführenden Medikation verpflichtet. Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr.

Reihengestaltung: Groothuis, Lohfert, Consorten | glcons.de

Satz: Dörlemann Satz, Lemförde

Druck: Werbedruck Aug. Lönneker, Stadtoldendorf

Inhalt

Autoren	VIII	1.3.7	Laparoskopische Instrumente	16
Abkürzungsverzeichnis	VIII	1.3.8	Hochfrequenzchirurgie	17
Vorwort	1	1.3.9	Laserchirurgie	17
1	Methodische Grundlagen der minimal-invasiven Chirurgie	2	Minimalinvasive chirurgische Verfahren des oberen Respirationstraktes	
1.1	Sedierung und Allgemeinanästhesie bei minimalinvasiven Eingriffen	2.1	Nasen- und Nasennebenhöhlen	19
1.1.1	Sedierung am stehenden Pferd	2.1.1	Conchanektomie	19
	Vorbereitung des Patienten		Minimalinvasive Therapieverfahren	19
	Lokale Betäubung		Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	20
	Alpha-2-Agonisten	2.1.2	Conchazyste (schleimige Degeneration der Nasenmuschel)	21
	Phenothiazine (Acepromazin)		Minimalinvasive Therapieverfahren	21
	Opiode (L-Methadon, Butorphanol)		Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	23
	Kombinationsbeispiele	2.1.3	Choanalatresie	23
	Sedierung des adulten Pferdes:		Minimalinvasive Therapieverfahren	24
	Praktische Durchführung	2.1.4	Progressives Siebbeinhämatom	26
	Sedierung von Fohlen:		Minimalinvasive Therapieverfahren	26
	Praktische Durchführung	2.1.5	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	28
1.1.2	Besonderheiten bei der Allgemeinanästhesie		Zubildungen der Nasen- und Nasennebenhöhlen	30
	Vorbereitung des Patienten		Minimalinvasive Therapieverfahren	31
	Abdominalchirurgie in Trendelenburg-Position	2.1.6	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	31
	Distension des Abdomen mit Gas/CO ₂		Sinusitis und Nasennebenhöhlenempyem	33
	Thoraxchirurgie		Minimalinvasive Therapie der Sinusitis	33
	Besonderheiten bei Fohlen		Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	35
1.1.3	Risikomanagement bei Komplikationen	2.2	Luftsäcke	36
	Komplikationen bei Eingriffen am stehenden Pferd	2.2.1	Luftsackabszess und -empyem	36
	Komplikationen im Rahmen der Allgemeinanästhesie		Minimalinvasive Therapieverfahren	36
1.2	Flexible Endoskopie		Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	38
1.2.1	Endoskoptechnik	2.2.2	Luftsacktympanie	39
1.2.2	Grundlagen der Hochfrequenzchirurgie		Minimalinvasive Therapieverfahren	39
1.2.3	Laserchirurgie		Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	42
1.2.4	Injektionstherapie	2.2.3	Luftsackmykose	43
1.3	Starre Endoskopie		Minimalinvasive Therapieverfahren	44
1.3.1	Laparoskop/Thorakoskop			
1.3.2	Trokar und Mandrin			
1.3.3	Kamera			
1.3.4	Lichtquelle			
1.3.5	CO ₂ -Insufflationsgerät			
1.3.6	Befunddokumentation und Speicherung			

	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	44			
2.3	Oro- und Nasopharynx	47		3.2	Videoassistierte Thoraxchirurgie
2.3.1	Pharyngeale Fremdkörper	47		3.2.1	Thorakoskopische Herniorrhaphie
	Minimalinvasive Therapieverfahren	47			Minimalinvasive Therapieverfahren
2.3.2	Follikuläre Hyperplasie	48			Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie
	Minimalinvasive Therapieverfahren	48			89
2.3.3	Dorsalverlagerung des Gaumensegels	50		4	Laparoskopie
	Minimalinvasive Therapieverfahren	50		4.1	Durchführung
	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	52		4.2	Diagnostik
2.3.4	Gaumenspalten	54		4.3	Intraabdominaler Ultraschall
	Minimalinvasive Therapieverfahren	54		4.3.1	Untersuchungsgeräte
	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	54		4.3.2	Untersuchungstechnik
2.4	Larynx	55		4.3.3	Organe
2.4.1	Subepiglottiszysten	56			Leber
	Minimalinvasive Therapieverfahren	56			Milz
	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	57			Nieren
2.4.2	Epiglottis-Entrapment	58		4.4	Magen-Darm-Trakt
	Minimalinvasive Therapieverfahren	59		4.4.1	Laparoskopische Biopsie
	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	62			Organbiopsie
2.4.3	Epiglottishypoplasie	63			Leberbiopsie
	Minimalinvasive Therapieverfahren	63			Nierenbiopsie
2.4.4	Epiglottis-Retroversion	66			Milzbiopsie
	Minimalinvasive Therapieverfahren	66			Lymphknotenbiopsie
2.4.5	Hemiplegia laryngis	67			Biopsie von Dickdarm, Zäkum und Dünndarm
	Minimalinvasive Therapieverfahren	69			Biopsie einer Umfangsvermehrung
	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	70		4.4.2	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie
2.4.6	Komplikationen nach Laryngoplastik	71			101
	Minimalinvasive Therapieverfahren	71		4.4.2	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie
2.4.7	Axiale Deviation der Plica aryepiglottica	74			101
	Minimalinvasive Therapieverfahren	75		4.5	Kastration
2.4.8	Sonstige Larynxstenosen	76		4.5.1	Kastration am stehenden Patienten
	Minimalinvasive Therapieverfahren	76		4.5.2	Kastration in Rückenlagerung
2.5	Trachea und Bronchien	77			Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie
2.5.1	Stenosen der Trachea	77			106
	Minimalinvasive Therapieverfahren	77		4.6	Kryptorchismus
2.5.2	Bronchialtumor	78		4.6.1	Zugang am stehenden Patienten
	Minimalinvasive Therapieverfahren	78		4.6.2	Zugang in Rückenlagerung
					Equipment
3	Thorakoskopie				Patientenvorbereitung und Anästhesie
3.1	Diagnostische Thorakoskopie	81			Chirurgisches Vorgehen
3.1.1	Equipment	81			Nachuntersuchungen
3.1.2	Patientenvorbereitung	81			Komplikationen
3.1.3	Chirurgisches Vorgehen	81			Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie
3.1.4	Nachuntersuchungen	84			110
3.1.5	Komplikationen	86			110
3.1.6	Ausgewählte pathologische Befunde	86		4.6.3	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie
					111
				4.7	Ovariektomie
				4.7.1	Zugang am stehenden Patienten
				4.7.2	Zugang in Rückenlagerung
				4.7.3	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie
					114
				4.8	Laparoskopisch gestützte Ovariohysterektomie
				4.8.1	Minimalinvasive Therapieverfahren
				4.8.2	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie
					119

4.9	Endoskopische Operationstechniken beim Pseudohermaphroditismus	120	5	Endoskopische Verfahren an den Harnorganen	
4.9.1	Indikationen	121	5.1	Endoskopie der ableitenden Harnwege	145
4.9.2	Operationstechnik	122	5.2	Endoskopische Diagnostik und Biopsie im Rahmen der Zystoskopie	145
4.9.3	Alternative Operationsverfahren	123	5.3	Erkrankungen der Harnblase	149
4.10	Präventive Maßnahmen zur Verlagerung des Kolons	123	5.3.1	Indikationen	149
4.10.1	Laparoskopischer Verschluss des Milz-Nieren-Raums	124		Harnblasenruptur	149
	Minimalinvasive Therapieverfahren	124		Harnblasensteine	152
	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	126	5.3.2	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	153
4.10.2	Kolopexie	129	5.4	Endoskopisch und laparoskopisch assistierte Lithotripsie von Harnblasensteinen	154
	Minimalinvasive Therapieverfahren	129	5.4.1	Minimalinvasive Therapieverfahren	154
	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	129		Transurethrale endoskopisch assistierte elektrohydraulische Stoßwellenlithotripsie	154
4.11	Laparoskopische Herniorrhaphie	130		Laparoskopisch assistierte Zystotomie	155
4.11.1	Hernia inguinalis (Leistenbruch)	130	5.4.2	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	156
4.11.2	Minimalinvasive Therapieverfahren	131	5.5	Endoskopisch gestützte Nephrektomie	159
	Vernähen oder Klammern (Stapling) des Anulus vaginalis am liegenden Patienten	131	5.5.1	Minimalinvasive Therapieverfahren	159
	Transabdominale retroperitoneale Netz-Implantations-Technik	131	5.5.2	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	163
	Peritoneallappen-Technik (peritoneal flap)	132	6	Hysteroskopie	
4.11.3	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	133	6.1	Diagnostische Hysteroskopie und Probenahme	165
4.12	Laparoskopische Adhäsiolyse	135	6.1.1	Zykluszeitpunkt	165
4.12.1	Indikationen	136	6.1.2	Patientenvorbereitung und Ausrüstung	166
4.12.2	Untersuchungs- und Operationstechnik	137	6.1.3	Uterusdistension und Untersuchung	166
4.12.3	Ergebnisse	139	6.2	Operative Hysteroskopie	169
4.12.4	Risiken	140	6.2.1	Hysteroskopische Resektion von Endometriumzysten	169
4.12.5	Alternative Operationsverfahren und Adhäsionsprophylaxe	140	6.2.2	Hysteroskopische Adhäsiolyse und Septumdissektion	174
4.13	Endoskopische Verfahren bei Neonaten	142	6.2.3	Hysteroskopische Resektion intrauteriner Tumoren	177
4.13.1	Indikationen	142	6.2.4	Intrauterine Wundheilung nach operativer Hysteroskopie	178
	Laparoskopische Resektion der Nabelstrukturen beim Fohlen	142	6.2.5	Postoperative Fertilität	178
	Persistierender Urachus	142	6.3	Nachbehandlung	178
	Leistenbruch	143	6.4	Risiken	179
	Adhäsiolyse	143	6.5	Alternative Operationsverfahren	180
4.13.2	Diskussion und Vergleich mit konventioneller Chirurgie	143		Stichwortverzeichnis	183

Autoren

Claus Peter Bartmann PD Dr.
Lange Gasse 2, 83435 Bad Reichenhall

Walter Brehm Prof. Dr.
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig
Chirurgische Tierklinik
An den Tierkliniken 21, 04103 Leipzig

Kerstin Gerlach Dr.
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig
Chirurgische Tierklinik
An den Tierkliniken 21, 04103 Leipzig

Klaus Hopster Dr.
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Klinik für Pferde
Bünteweg 9, 30559 Hannover

Bernhard Ohnesorge Prof. Dr.
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Klinik für Pferde
Bünteweg 9, 30559 Hannover

Astrid B. M. Rijkenhuizen Prof. Dr.
Veterinary Clinic Duurstede
Singel 10, NL-3961CE Wijk bij Duurstede

Michael Röcken Prof. Dr.,
Lehrbeauftragter JLU Gießen
Tierärztliche Klinik für Kleintiere und Pferde
Truhenseeweg 8, 82319 Starnberg
und
Klinikum Veterinärmedizin Justus-Liebig-Universität Gießen
Klinik für Pferde -Chirurgie-
Frankfurter Str. 108, 35392 Gießen

Doreen Scharner Dr.
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig
Chirurgische Tierklinik
An den Tierkliniken 21, 04103 Leipzig

Abkürzungsverzeichnis

CT Computertomografie
DDSP *dorsal displacement of the soft palate*,
Dorsalverlagerung des Gaumensegels
DTI Dauertropfinfusion
HF Herzfrequenz; Hochfrequenz

HFC Hochfrequenz-Chirurgie
LDDLC linksdorsale Verlagerung des Colon ascendens
NSAID Nichtsteroidale Antiphlogistika
PSH progressives Siebbeinhämatom
RLN *recurrent laryngeal neuropathy*

Vorwort

In den letzten zweieinhalb Jahrzehnten haben die minimalinvasiven Therapieverfahren in der Pferdechirurgie ihren speziellen Stellenwert bei dieser Tierart bewiesen und sich seitdem als integraler Bestandteil des therapeutisch-chirurgischen Kodex etabliert. Am Anfang dieser Entwicklung stand die Arthroskopie, die die Arthrotomie als konventionelle Operationstechnik nahezu vollständig ersetzen konnte. In zeitlicher Abfolge kamen dann wenig invasive endoskopische Operationsverfahren bei der Diagnostik und Therapie von Erkrankungen der oberen Atemwege, bei urologischen und gynäkologischen Eingriffen, in der Abdominalchirurgie und letztlich in der Thoraxchirurgie zum Einsatz.

Die Grenzen der endoskopischen Chirurgie werden, wie sich in den letzten Jahren gezeigt hat, seitdem immer weiter gesteckt. Mit der Verbesserung des Instrumentariums und der zunehmenden Spezialisierung und Erfahrung der Chirurgen können immer mehr intrakorporale Bereiche visualisiert und therapeutisch angegangen werden. Operationstechnische Grenzen werden derzeit im Wesentlichen durch die pferdespezifischen anatomischen Gegebenheiten gesetzt.

Somit besitzen die minimalinvasiven, diagnostischen und therapeutischen Verfahren beim Pferd durch die Erweiterung des viszeral-chirurgischen Spektrums und die Reduktion der peri- sowie postoperativen Morbidität einen hohen Stellenwert und folgen den besonderen Ansprüchen der modernen Medizin.

Auf der Grundlage dieses Sachverhaltes entstand die Idee zum vorliegenden Werk, in dem (mit Ausnahme der Arthroskopie) die Vielzahl der zu diesem Thema in verschiedenen wissenschaftlichen Journalen und Habilitationsschriften bereits erschienen Arbeiten im Rahmen eines Lehrbuchs systematisch erfasst, aufgearbeitet und diskutiert werden. Entsprechend fiel die Auswahl der Autorenschaft bewusst auf erfahrene Fachleute, die sowohl durch ihre innovative praktische Arbeit als auch durch Veröffentlichungen über ihre Spezialgebiete maßgeblich zur Entwicklung und Etablierung der verschiedenen minimalinvasiven Operationstechniken beim Pferd beigetragen haben.

Das nun vorliegende Buch ist in seinem Aufbau so strukturiert, dass zunächst allgemeine Angaben zur instrumentellen Ausrüs-

tung und präoperativen Vorbereitung des Patienten inklusive Anästhesie erfolgen. Der nachfolgende spezielle Teil ist kapitel- und sachgebietsweise (oberer Respirationstrakt, Thorax, Abdomen, Urogenitaltrakt) den jeweiligen klinischen Indikationsstellungen und Operationen gewidmet. Die Technik und der Ablauf jeder Operation werden durch exzellente, intraoperativ im Rahmen von klinischen Operationen aufgenommene Originalbilder illustriert. Die Abbildungen zeigen hierbei den Situs, das operative Vorgehen und das verwendete Instrumentarium. In den Legenden zu den Abbildungen sowie auch im Text werden nicht nur die chirurgische Vorgehensweise, mögliche intraoperative Probleme und deren Vermeidung dargestellt, sondern es werden bewusst auch die jeweiligen konventionell-chirurgischen Verfahren diskursiv in den Kontext gestellt.

Ziel dieses Buches ist es, praktizierenden Tierärzten, Studierenden und Lehrenden einen Überblick über die klinischen Indikationsstellungen und die therapeutischen Optionen für die aktuellen minimalinvasiven Verfahren zu geben, die sich in der klinischen Anwendung bewährt haben. Ferner sollen durch die praxisnahen Darstellungen für den chirurgischen Anfänger die ersten Schritte erleichtert sowie dem fortgeschrittenen Chirurgen mögliche Anregungen gegeben und ein Methodenvergleich ermöglicht werden.

Frau Dr. Ulrike Oslage und der Schlüterschen Verlagsgesellschaft danken wir ganz besonders für ihre Bereitschaft, die initial geäußerte Idee zu diesem Buch aufzugreifen und hierdurch die Verwirklichung dieses Buches zu ermöglichen. Darüber hinaus möchten wir uns bei Frau Dr. Ulrike Oslage und Frau Dr. Simone Bellair für Ihre große Geduld, die konstruktiv-kompetente Begleitung und jederzeitige Hilfestellung bei der Erstellung des Werkes bedanken. Frau Bettina Sodemann danken wir für die große Unterstützung bei der Optimierung der Abbildungen.

Unser größter Dank gilt aber auch allen Mitautorinnen und Mitautoren ohne deren Ideen, unermüdlige Mitarbeit und klinische sowie schriftstellerische Leistungen ein derart umfassendes Gesamtwerk nicht zustande gekommen wäre.

Starnberg und Hannover, Januar 2013
Michael Röcken, Bernhard Ohnesorge

1 | Methodische Grundlagen der minimalinvasiven Chirurgie

Walter Brehm, Klaus Hopster, Bernhard Ohnesorge

1

1.1 Sedierung und Allgemein-anästhesie bei minimalinvasiven Eingriffen

Klaus Hopster

1.1.1 Sedierung am stehenden Pferd

Chirurgische Eingriffe am stehenden Patienten stellen eine besondere Herausforderung an die Sedierung dar. Einerseits müssen die Patienten ausreichend tief sediert sein, um invasive Maßnahmen zu tolerieren, andererseits muss eine sichere Standfestigkeit gewährleistet sein. Die zur Sedierung verwendeten Stoffe lassen sich nach ihrer chemischen Struktur oder nach ihrer pharmakologischen Wirkung in verschiedene Gruppen einteilen. Wir verwenden heute für die Sedierung von Pferden vor allem drei Stoffgruppen: Phenothiazine, Alpha-2-Agonisten und Opioiden. In der modernen Pferdemedizin spielen die Alpha-2-Agonisten die größte Rolle für die Sedierung von Pferden, ihre Nebenwirkungen und die Wirksamkeit lassen sich jedoch durch Kombinationen mit anderen Wirkstoffklassen reduzieren bzw. verbessern. Neben der Kombination von Alpha-2-Agonisten mit Phenothiazinen und Opioiden werden auch Kombinationen mit Ketamin oder Benzodiazepinen beschrieben.

Vorbereitung des Patienten

Da es sich bei minimalinvasiven Operationen in der Regel um länger andauernde Eingriffe handelt, empfiehlt der Autor das Einbringen eines Venenverweilkatheters vor Beginn der Sedierung. Dadurch ist die Möglichkeit einer wiederholten oder kontinuierlichen Applikation ohne erneute Venenpunktion gegeben und bei Auftreten von Komplikationen, wie beispielsweise dem Niedergehen des Pferdes, kann schnell und sicher eingegriffen werden.

Lokale Betäubung

Vor minimalinvasiven Eingriffen am stehenden und sedierten Pferd ist – abhängig von der Art des Eingriffs – eine lokale Betäubung des Operationsbereichs erforderlich. Dies kann entweder mittels Leitungsanästhesie der entsprechenden Nerven,

mittels Infiltration des Gewebes im Operationsfeld oder durch eine Oberflächenanästhesie von Schleimhäuten, z. B. bei Eingriffen im Bereich des oberen Respirationstrakts, erfolgen. Die chemischen Eigenschaften der Lokalanästhetika erklären deren Unterschiede im Wirkungsspektrum. Amide (Lidocain, Mepivacain, Bupivacain) werden nicht von Plasmacholinesterasen im Gewebe abgebaut, sondern unterliegen der Biotransformation in der Leber.¹ Von den genannten drei Wirkstoffen ist in Deutschland derzeit nur Lidocain für das Pferd zugelassen ist. Bupivacain (Positivliste; VO EU 1950/2006) kann mit sechsmonatiger Wartezeit auch beim Pferd eingesetzt werden. Mepivacain ist in der Verordnung über pharmakologisch wirksame Stoffe und ihre Einstufung hinsichtlich der Rückstandshöchstmengen in Lebensmitteln tierischen Ursprungs (Tab. 1; VO EU 37/2010) aufgeführt.

Durch den Zusatz von Adrenalin kann aufgrund einer lokalen Vasokonstriktion die Wirkungsdauer des Lokalanästhetikums um etwa 50 % verlängert werden. Von Nutzen ist dies jedoch nur bei kurz wirksamen Lokalanästhetika mit vasodilatativen Eigenschaften (Lidocain) und bei Verwendung in einem gut durchbluteten Gebiet mit ansonsten schneller Resorption. Für die Betäubung von Schleimhäuten, wie sie für viele Eingriffe im Bereich des oberen Respirationstrakts notwendig ist, sollte Lidocain entweder in Form der Injektionslösung oder als Gel-Formulierung lokal aufgebracht werden. Hier sollte dann etwa 5–10 Minuten gewartet werden, bis eine ausreichende Wirkung eintritt.

Alpha-2-Agonisten

Alpha-2-Agonisten sind nach heutigem Stand die Wirkstoffe der Wahl, wenn eine sichere Sedierung für die Durchführung von Manipulationen nötig ist. Intensität und Dauer der Sedierung sind abhängig von der Dosis sowie von der Art des gewählten Alpha-2-Agonisten.¹ Bei fast allen Pferden (auch bei sehr nervösen) kann eine Beruhigung herbeigeführt werden, insbesondere in Kombination mit Opioiden. Nach Applikation von Alpha-2-Agonisten wird die Herzfrequenz herabgesetzt und es können AV-Blöcke Grad I und Grad II auftreten. Der Blutdruck steigt kurz nach Applikation für 1–2 Minuten an und fällt darauf für längere Zeit ab (je nach Art und Dosis des Alpha-2-Agonisten 20 min bis > 1 h). Diese Effekte kommen grundsätzlich durch einen erhöhten Vagustonus sowie

einen verringerten Sympathikotonus zustande. Da Saugfohlen den durch die Bradykardie verursachten Blutdruckabfall kaum durch Herzkraftsteigerung kompensieren können, empfiehlt sich der Einsatz von Alpha-2-Agonisten erst bei Tieren nach der zweiten Lebenswoche.

Die drei für das Pferd zugelassenen Alpha-2-Agonisten unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich des Wirkungseintritts und der Wirkungsdauer. Auch die muskelrelaxierende Wirkung und die dadurch bedingte Standunsicherheit sind unterschiedlich stark ausgeprägt (bei Romifidin am geringsten).² Im Falle einer Überdosierung mit massiver Kreislaufbeeinträchtigung und lebensbedrohlichen Zuständen besteht die Möglichkeit, Alpha-2-Agonisten zu antagonisieren (Atipamezol i. v. oder i. m., Titration nach Wirkung, 0,2–0,4 mg/kg KG).³

Phenothiazine (Acepromazin)

Derzeit ist in Deutschland aus der Gruppe der Phenothiazine nur das Acepromazin für das Pferd zugelassen (Positivliste; VO EG 1950/2006). Acepromazin ist das Sedativum, welches beim Pferd mit 4–6 Stunden am längsten wirkt. Es kann jedoch zu plötzlichem Erwachen, insbesondere nach Schmerzstimuli, führen, da Acepromazin keine analgetische Wirkungskomponente besitzt.⁴ Der Sedierungseffekt ist nicht immer verlässlich sowie individuell und vom Erregungszustand des Pferdes abhängig: Nervöse oder aufgeregte Tiere zeigen möglicherweise überhaupt keine Reaktion, auch nicht bei Dosiserhöhung. Sehr stark erregte Tiere können aufgrund einer Adrenalinumkehr mit massivem Blutdruckabfall sogar kollabieren. Die weiteren Nebenwirkungen sind durch eine Alpha-adrenerge Blockade und die Hypothalamusdepression zu erklären. So kann es zu einer lang anhaltenden Dämpfung des Kreislaufs und des Thermoregulationszentrums kommen. Außerdem wird ein Penisprolaps oder auch Priapismus nach Verabreichung großer Dosen (> 0,04 mg/kg) bei Hengsten beschrieben, der sich zu einer schweren Komplikation entwickeln kann, wenn der Zustand irreversibel wird.⁵

Opioide (L-Methadon, Butorphanol)

Die Opiode binden gruppenspezifisch unterschiedlich stark an die verschiedenen Rezeptoren, wobei sie aktivierend oder hemmend wirken können. Beim Pferd kann die Applikation von Opioiden zu ausgeprägten Wesensänderungen führen (Unruhe, Vorwärtsdrängen, hochgradige Exzitation). Dies lässt sich durch eine Sedierung des Pferdes (Acepromazin oder Alpha-2-Agonist) vor der Applikation eines Opioids verhindern.⁶

Levomethadon (L-Methadon) ist ein vollsynthetischer reiner Agonist und in Kombination mit einem Parasympatholytikum (Fenpipramid) zur Anwendung beim Pferd in Deutschland zugelassen. Es findet Einsatz zur Ausschaltung starker Schmerzen und bei der Neuroleptanalgesie. Als reiner Agonist wirkt Levomethadon auf alle Rezeptortypen erregend. Es hat eine längere und stärkere analgetische Wirkung als Butorphanol.

Butorphanol ist ein synthetischer Opioid-Agonist-Antagonist. Es wirkt antagonistisch auf die μ -Rezeptoren und stimulierend auf die κ -Rezeptoren, wodurch eine Analgesie ohne starke Beeinträchtigung des kardiorespiratorischen Systems erreicht werden kann. Butorphanol besitzt kein nennenswertes Suchtpotenzial und untersteht nicht dem Betäubungsmittelgesetz. Es besitzt hinsichtlich seiner analgetischen Wirkung einen sogenannten *ceiling effect*, d. h., es gibt eine optimale Dosierung. Wird diese überschritten, so führt das zu keiner verbesserten Analgesie.

Alle in der Praxis gebräuchlichen Opiode entwickeln bei gemeinsamer Anwendung mit Alpha-2-Agonisten oder Phenothiazinen einen starken synergistischen, sedativen und analgetischen Effekt.^{6,7} Diese Verbindung verspricht durch die Hemmung der oberflächlichen Hypersensibilität der Alpha-2-Agonisten auch eine höhere Sicherheit.

Kombinationsbeispiele

Als »Gerüst« für eine verlässliche und nachhaltige Sedierung wird die Verwendung eines Alpha-2-Agonisten wie beispielsweise **Romifidin** empfohlen. Die kardiovaskulären Nebenwirkungen, welche vornehmlich auf der initialen Vasokonstriktion nach Applikation von Alpha-2-Agonisten beruhen, können durch die zusätzliche intravenöse oder intramuskuläre Gabe von **Acepromazin** reduziert werden. Dadurch lassen sich die initial entstehende Bradykardie und die dadurch bedingten kardiovaskulären Nebenwirkungen reduzieren. Zudem kann die notwendige Dosis des Alpha-2-Agonisten durch die vorhergehende Beruhigung mittels Acepromazin gesenkt werden.

Die Sedierung mit Alpha-2-Agonisten kann zu einer Hypersensibilität der Hautoberfläche führen, sodass augenscheinlich sedierte Tiere auch bei nicht schmerzhaften Stimuli mit großer Treffsicherheit ausschlagen können. Diese Gefahr wird durch Kombination mit **Opioiden** stark vermindert. Die somatische Analgesie von Alpha-2-Agonisten ist gering. Dagegen ist die viszerale Analgesie, verglichen mit anderen Analgetika, als hoch einzustufen, jedoch nur von relativ kurzer Dauer.⁸ Durch die Kombination mit einem Opioid werden die analgetischen Eigenschaften weiter verbessert.

Ketamin hat vor allem einen somatisch-analgetischen Effekt, wenn es bei Pferden in subanästhetischen Dosierungen eingesetzt wird. Es konnte jedoch kein alleiniger sedativer Effekt bei entsprechenden Dosierungen und Plasmakonzentrationen nachgewiesen werden.^{1,2} Bei Verwendung von Ketamin in Kombination mit Alpha-2-Agonisten und Opioiden werden invasive Maßnahmen am Kopf besser toleriert.⁹

Eine Ketamin-Dosierung von 0,2–0,4 mg/kg sollte in Kombination mit Alpha-2-Agonisten nicht überschritten werden, um massive Exzitationen oder sogar ein Niedergehen des Pferdes zu vermeiden.

Nach der neueren Literatur und auch aus der Erfahrung des Autors bringt die Kombination einer Alpha-2-Agonist-gestützten Sedierung mit einem **Benzodiazepin** ebenfalls Vorteile. Allerdings sollte hier eine niedrige Dosierung gewählt werden, da aufgrund der hohen muskelrelaxierenden Wirkung starke Ataxien bis zum Niedergehen auftreten können und im schlimmsten Fall zu Erregungszuständen führen. Durch die relaxierende Wirkung werden beispielsweise die maximale Öffnung des Mauls durch ein Maulgatter oder auch die Distention des Abdomens, wie bei der Laparotomie üblich, durch die Tiere besser toleriert.

Sedierung des adulten Pferdes: Praktische Durchführung

Für kurze Eingriffe am stehenden Pferd kann die einmalige Bolus-Applikation eines Alpha-2-Agonisten in Kombination mit einem Opioid sowie mit oder ohne Ketamin- oder Midazolam-Bolus ausreichend sein (Dosierungsvorschlag **Tab. 1.1**). Bei Eingriffen, für welche mit Vorbereitung des OP-Feldes ein Zeitraum von mehr als 1 Stunde eingeplant wird, ist eine Dauertropfinfusion (DTI) der mehrfachen Bolus-Applikation vorzuziehen. Dadurch wird eine gleichmäßigere Sedationstiefe erreicht und üblicherweise kann die Menge an benötigtem Sedativum reduziert werden. Für die praktische Umsetzung wird die Menge an benötigten Medikamenten je Stunde errechnet (Dosierungsvorschlag **Tab. 1.2**) und das Volumen auf einen Liter aufgefüllt. Die Infusionsrate beträgt somit 1 Liter je Stunde und kann entsprechend einfach angepasst werden.

Sedierung von Fohlen: Praktische Durchführung

Bei stark gestörtem Allgemeinbefinden und einem Alter unter 2 Wochen sollte auf die Verwendung von Alpha-2-Adrenozep-tor-Agonisten verzichtet werden.¹⁰ Bei Fohlen mit einem Alter von 2–6 Wochen kann zur Sedierung Xylazin verwendet werden, jedoch in niedrigen Dosierungen von 0,2–0,5 mg/kg Körpergewicht (KG). Höhere Dosierung können Ataxie, Niederlegen, und Hypothermie verursachen.

Bei sehr jungen Tieren (jünger als 14 Tage) kann eine sedierende Wirkung durch Benzodiazepine erreicht werden.¹⁰ Übliche Dosierungen sind: Midazolam 0,05–0,1 mg/kg i. v. oder Diazepam 0,05–0,1 mg/kg i. v. (**Tab. 1.3**).

Die Verwendung von Phenothiazinen wie dem Acepromazin führt vor allem bei jungen Fohlen zu einer deutlichen Beeinträchtigung der thermoregulativen Eigenschaften durch die lang anhaltende Vasodilatation und durch eine direkte Dämpfung des Thermoregulationszentrums (Area preoptica) im Hypothalamus. Daher raten die Autoren von einer Sedierung mit Acepromazin in den ersten 4 Lebenswochen ab.

Tabelle 1.1: Sedierungsbeispiel mit Dosierungen für einen kurz dauernden (< 45 min) minimalinvasiven Eingriff am stehenden Pferd; Kombinationsprotokoll aus Xylazin, Butorphanol und Midazolam

	Bolus	DTI
Xylazin	0,8 mg/kg i. v.	i. d. R. nicht notwendig
Butorphanol	0,05 mg/kg i. v.	
Midazolam	0,01 mg/kg i. v.	

Tabelle 1.2: Sedierungsbeispiel mit Dosierungen für einen länger dauernden (> 45 min) minimalinvasiven Eingriff am stehenden Pferd; Kombinationsprotokoll aus Acepromazin, Romifidin, Butorphanol und Ketamin

	Bolus	DTI
Acepromazin	0,03 mg/kg i. m./ i. v.	Wirkt ca. 4 h, daher nur einmalige initiale Applikation nötig
Romifidin	0,03 mg/kg i. v.	0,05 mg/kg/h
Butorphanol	0,02 mg/kg i. v.	0,02 mg/kg/h
Ketamin	0,02 mg/kg i. v.	0,04 mg/kg/h

Tabelle 1.3: Sedierungsbeispiel mit Dosierungen für einen kurz dauernden (< 45 min) minimalinvasiven Eingriff bei Fohlen (jünger als 14 Tage); Kombinationsprotokoll aus Midazolam und Butorphanol

	Bolus	DTI
Midazolam	0,1 mg/kg i. v.	i. d. R. nicht notwendig
Butorphanol	0,05 mg/kg i. v.	

Verschiedene Morphinderivate wie Butorphanol haben eine gute analgetische Wirkung über einen Opioid-Rezeptor-Agonismus. Im Gegensatz zu adulten Pferden konnte bei der Verwendung von Butorphanol bei jungen Fohlen mit einem Alter von 3–12 Tagen zusätzlich eine sedierende Wirkung beobachtet werden.¹¹

Literatur

1. **Löscher W, Ungemach KW, Kroker R** (2002): Pharmakotherapie bei Haustieren. 5. Aufl. Parey, Berlin.
2. **Freeman SL, England GC** (1999): Comparison of sedative effects of romifidine following intravenous, intramuscular, and sublingual administration to horses. *Am J Vet Res* **60**: 954–959.
3. **Paddleford RR, Harvey RC** (1999): Alpha 2 agonists and antagonists. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* **29**: 737–745.
4. **Sanchez LC, Eifenbein JR, Robertson SA** (2008): Effect of acepromazine, butorphanol, or N-butylscopolammonium bromide on visceral and somatic nociception and duodenal motility in conscious horses. *Am J Vet Res* **69**: 579–585.
5. **Hubbel J, Muir WW** (2006): Antagonism of detomidin sedation in the horse using intravenous tolazoline or atipamezole. *Equine Vet J* **38**: 238–241.
6. **Corletto F, Raisis AA, Brearley JC** (2005): Comparison of morphine and butorphanol as pre-anaesthetic agents in combination with romifidine for field castration in ponies. *Vet Anaesth Analg* **32**: 16–22.
7. **Hopster K, Hopster-Iversen C, Rohn K, Schiemann V, Ohnesorge B** (2008): Einfluss der Kombination von Butorphanol und Detomidin im Rahmen der Narkoseprämedikation auf den präoperativen Sedationsgrad, die intraoperative Kreislaufsituation und die frühe postoperative Phase beim Pferd. *Pferdeheilkd* **24**: 775–783.
8. **Daunt DA, Steffey EP** (2002): Alpha-2 adrenergic agonists as analgesics in horses. *Vet Clin North Am Equine Pract* **18**: 39–46.
9. **Wagner AE, Mama KR, Contino EK, Ferris DJ, Kawcak CE** (2011): Evaluation of sedation and analgesia in standing horses after administration of xylazine, butorphanol, and subanesthetic doses of ketamine. *J Am Vet Med Assoc* **238**: 1629–1633.
10. **Dunlop CL** (1994): Anesthesia and sedation in foals. *Vet Clin N Am Equine Pract* **10**: 67–85.
11. **Arguedas MG, Hines MT, Papich MG, Farnsworth KD, Sellon DC** (2008): Pharmacokinetics of butorphanol and evaluation of physiologic and behavioral effects after intravenous and intramuscular administration to neonatal foals. *J Vet Intern Med* **22**: 1417–1426.

1.1.2 Besonderheiten bei der Allgemeinanästhesie

Die Entscheidung, einen Eingriff am stehenden oder liegenden Pferd durchzuführen, hängt von zahlreichen Faktoren ab, beispielsweise dem Gesundheitszustand des Patienten oder dem für den Eingriff notwendigen Operationszugang. Das Verletzungsrisiko für den Chirurgen und den Patienten sowie das Risiko für das Instrumentarium und die Gefahr der Kontamination des Operationsfeldes sind bei allgemein-anästhesierten Patienten geringer.¹ Da es sich bei nahezu allen minimalinvasiven Eingriffen um geplante und elektive Eingriffe handelt, lässt sich durch gute Vorbereitung und Planung das bestehende Narkoserisiko für tödliche Komplikationen auf unter 1 % reduzieren.²

Vorbereitung des Patienten

Die Vorbereitung des Patienten für die Allgemeinanästhesie vor minimalinvasiven Eingriffen unterscheidet sich kaum von der Vorbereitung vor anderen elektiven Eingriffen (Aufklärung über Narkoserisiko, klinische Allgemeinuntersuchung mit besonderem Augenmerk auf Bewegungsapparat, Lungenfunktion und Herzkreislaufsystem). Eine routinemäßige Blutuntersuchung wird kontrovers diskutiert.

Vor einer Allgemeinanästhesie sollten die Tiere mindestens 6–8 Stunden hungern und freien Zugang zu Wasser haben, um das postoperative Kolikrisiko zu reduzieren.³ In einzelnen Fällen kann aufgrund der Operationsbedingungen eine längere Nahrungskarenz notwendig sein. Direkt vor dem Einleiten der Allgemeinanästhesie ist ein Venenkatheter in das Pferd einzubringen, um die sichere Applikation von Medikamenten vor und während der Allgemeinanästhesie sicherzustellen. Die Prämedikation mit Antibiotika und NSAID richtet sich ebenfalls nach dem durchzuführenden Eingriff.

Abdominalchirurgie in Trendelenburg-Position

Einige minimalinvasive Eingriffe unterscheiden sich hinsichtlich Lagerung (z. B. Trendelenburg) oder Beeinflussung der Ventilation (z. B. Thorakoskopie) von herkömmlichen Eingriffen und bedürfen daher entsprechender Maßnahmen.

Die Trendelenburg-Lagerung ist eine Patientenlagerung in Rückenlage, bei welcher der Kopf durch Schrägstellung des Operationstisches die tiefste Position des Körpers einnimmt. Durch diese Lagerung wird die Lungenfunktion des Patienten beeinträchtigt.⁴ Es kommt zu einer Erhöhung des intraabdominalen Drucks, welcher, vermittelt über das Diaphragma, den Thorax räumlich einschränkt. Gleichzeitig kommt es in der Regel zu einem Abfall der dynamischen Compliance und des expiratorischen Atemzugvolumens und damit zu einem Anstieg des arteriellen Kohlendioxidpartialdrucks. Zudem

fällt bei länger andauernder Trendelenburg-Position, vor allem bei spontan atmenden Patienten, der Sauerstoffpartialdruck ab. Während einer Hyperkapnie durch Erhöhung des Atemminutenvolumens mittels Beatmung entgegengewirkt werden kann, lässt sich eine Hypoxie nur begrenzt durch konventionelle Beatmung beheben. Hier könnten mit geeigneten Narkosegeräten durch einen positiv endexpiratorischen Druck Atelektasen reduziert und damit der Hypoxie vorgebeugt werden.

1

Vor allem bei längeren oder aufwendigen Eingriffen sollte der Blutdruck des Patienten regelmäßig überwacht werden, wobei die direkte invasive Blutdruckmessung der indirekten vorzuziehen ist. Da durch die Trendelenburg-Lagerung der Kopf in eine tiefe Position gebracht wird, erhöht sich der Druck in den Kopfarterien und spiegelt nicht immer sicher den mittleren Blutdruck des Pferdes wider. Aus diesem Grund sollte bei einer Blutdruckmessung an den Kopfarterien vor dem Kippen des Pferdes der Blutdruck notiert und dann mit dem Blutdruck nach dem Kippen abgeglichen werden. Trends und Verläufe sind somit weiterhin gut erkennbar. Die indirekte Blutdruckmessung mittels Blutdruckmanschette kann entweder am Metacarpus oder an der Schweifwurzel erfolgen. Die Messung am Metacarpus liefert häufig die konstanteren Werte, da sich durch die Kippung des Patienten die Position der Manschette im Verhältnis zur Herzbasishöhe kaum verändert. An der Schweifwurzel können nach der Umlagerung in Trendelenburg-Position falsch niedrige Werte angezeigt werden. Auch hier empfiehlt sich ein Vergleich der Werte vor und nach der Umlagerung.

Am Ende der Operation sollten das Zurücklagern des Patienten und das Ablassen des Gases fraktioniert und über einen Zeitraum von einigen Minuten erfolgen. Durch ein zu schnelles Verbringen in eine waagerechte Position kann es zu einer plötzlichen und massiven Reduzierung der Vorlast kommen, da der Rückfluss des Blutes zum Herzen vermindert wird. Der bei der Rücklagerung mögliche Blutdruckabfall kann sogar zu einer lebensbedrohlichen Kreislaufdepression führen, sodass die Blutdruckkontrolle und die Überwachung der expiratorischen Kohlendioxidkonzentration auch noch bei der Umlagerung erfolgen sollten.

Distension des Abdomen mit Gas/CO₂

Für laparoskopische Eingriffe ist zur besseren Sicht die Insufflation des Abdomens notwendig. Hierfür wird meist Kohlendioxid verwendet, da es gut löslich und nicht brennbar ist und nur eine geringe Gasemboliegefahr birgt. Als nachteilig muss die schnelle Resorption des insufflierten Kohlendioxids über das Peritoneum gesehen werden, die zu einer Hyperkapnie führen kann.⁵ Neben einem Anstieg des Kohlendioxidpartialdrucks wird regelmäßig der Abfall des Sauerstoffpartialdrucks

beobachtet. Klinisch sind der Einfluss von Trendelenburg-Position und abdominaler Distension auf die Ventilation und den Gasaustausch nur schwer trennbar, da diese in der Regel parallel vorgenommen werden. Allerdings führt schon die alleinige Insufflation des Abdomens zur reduzierten Lungenfunktion. So kam es nach Distension des Abdomens mit Kohlendioxid auf einen Druck von 12 mmHg zu einem deutlichen Anstieg des Kohlendioxidpartialdrucks.⁶ Dieser ist zum einen auf die druckbedingte Hypoventilation und zum anderen auf die schnelle Resorption des Kohlendioxids zurückzuführen. Die Therapiemöglichkeiten sind wie bei Lagerung in Trendelenburg-Position kontrollierte Druckbeatmung mit reinem Sauerstoff und, wenn es die Ausstattung und Erfahrung des Tierarztes erlauben, das Anbringen eines positiven endexpiratorischen Drucks von 10–15 mmHg.

Thoraxchirurgie

Bei Patienten, bei denen ein Thoraxeingriff durchgeführt wird, besteht ein erhöhtes Hypoxierisiko, weil das Zusammenspiel aus Allgemeinanästhesie, Lagerung und Eröffnung des Thorax häufig zu vermehrter Atelektasenbildung, Ventilations-Perfusions-Missverhältnis und arterieller Hypoxämie führt.⁷

In der Humanmedizin und vermehrt auch in der Veterinärmedizin wird die Thorakotomie immer häufiger durch eine Thorakoskopie ersetzt.^{8,9} Der Verbesserung von Ventilation und Gasaustausch steht dabei eine Reduzierung des Herzauswurfs durch die Distension des Abdomens entgegen. Aus diesem Grund muss, ähnlich wie bei laparoskopischen Eingriffen, die Hämodynamik engmaschig überwacht werden. Trotz der gegenüber der Thorakotomie verbesserten Lungenfunktion sollten zudem auch bei Thorakoskopien in regelmäßigen Abständen Ventilation und Gasaustausch mithilfe arterieller Blutgasanalyse überwacht werden.

Operationen an der Lunge selbst erfordern fast immer eine seitengetrennte Beatmung, d. h., nur der nicht operierte Lungenflügel wird während der Operation beatmet. Möglich ist dies durch den Einsatz spezieller Doppellumentuben, die in Allgemeinanästhesie in der Trachea platziert werden. Dabei wird die korrekte Tubuslage durch eine Bronchoskopie ermittelt, bei welcher der Tubus unter Sicht in die richtige Position gebracht wird. So können während der Operation, abhängig von den jeweiligen Erfordernissen, beide Lungenflügel gemeinsam oder getrennt voneinander beatmet werden. Die Ein-Lungenbeatmung gehört in der Humananästhesie zu den Standardverfahren in der Thoraxanästhesie, ist jedoch beim Pferd bisher nicht beschrieben.

Besonderheiten bei Fohlen

Narkosevoruntersuchung und Prämedikation

Vor der Manipulation des Fohlens kann es nötig sein, die Mutterstute zu sedieren (z. B. Kombination aus Acepromazin 0,03 mg/kg i. v. und Detomidin 0,015 mg/kg i. v.). Auch bei kooperativen »Müttern« sollte eine Sedierung spätestens vor der Entfernung des Fohlens erfolgen. Für eine ruhige Anästhesieeinleitung ist es vorteilhaft, die Mutterstute beim Fohlen zu belassen, bis das Fohlen vollständig anästhesiert ist. Bei der präoperativen Gabe von nichtsteroidalen Antiphlogistika (NSAID) sollte die besondere Empfindlichkeit von Fohlen gegenüber diesen Substanzen berücksichtigt werden.

Narkoseeinleitung

Die Einleitung mittels volatiler Anästhetika wird zwar in der Literatur beschrieben, ist jedoch mit starken Abwehrbewegungen, Stress und Katecholaminausschüttung verbunden und wird daher hier nicht empfohlen.

In vielen Fällen ist die Narkoseinduktion via Bolus-Injektion auch für sehr junge Fohlen gut geeignet. Verschiedene Einleitungsprotokolle sind denkbar und basieren auf dem Injektionsanästhetikum Ketamin, welches dann mit einem Muskelrelaxans (Diazepam, Midazolam, Guaifenesin) kombiniert wird. Eine Ketamin-Dosis von 2,2 mg/kg KG i. v. leitet auch bei jungen Fohlen nach ca. 1–2 Minuten die Narkose in guter Qualität ein. Ein einmaliger Bolus führt in Abhängigkeit von der Prämedikation zu einer Allgemeinanästhesie von 10–15 Minuten Dauer. Vor allem bei jungen Fohlen muss eine wiederholte Bolus-Applikation mit Vorsicht durchgeführt und zeitlich beschränkt werden, da aufgrund des reduzierten Lebermetabolismus die Gefahr der Akkumulation größer ist.

Auch die Anwendung von Propofol bei Fohlen ist möglich.¹⁰ Nach Prämedikation mit Xylazin (0,3 mg/kg i. v.) kann eine schnelle und ruhige Einleitung nach Bolus-Injektion von 2 mg/kg Propofol i. v. beobachtet werden. Häufigste Nebenwirkung bei der Anwendung von Propofol ist seine stark atemdepressive Wirkung mit Hyperkapnie und milder Hypoxie, die häufig eine kontrollierte Beatmung notwendig macht.

Narkoseerhaltung und Überwachung

Aufgrund des hohen Atemminutenvolumens sind für die Erhaltung einer längeren Allgemeinanästhesie (> 30 min) bei Fohlen volatile Anästhetika (Isofluran, Sevofluran) gut geeignet. Weitere Vorteile sind die Metabolismus unabhängige Elimination des Anästhetikums und die ausbleibende Akkumulation, wodurch auch bei langen Narkosen eine gute Steuerbarkeit und die kontrollierte Aufwachphase gewährleistet sind.

Für die Durchführung einer Inhalationsnarkose ist eine tracheale Intubation nahezu unumgänglich. Bei Fohlen sind die orale sowie die nasale Intubation in der Regel problemlos durchführbar. Eine nasale Intubation ist oft auch im wachen Zustand möglich, wenn eine volatile Einleitung mit Isofluran oder Sevofluran durchgeführt werden soll. Bei der Intubation ist auf eine geeignete Tubusgröße zu achten, um den Durchmesser der oberen Atemwege nicht zu sehr zu reduzieren und damit den Atemwiderstand nicht zu erhöhen. Auch muss berücksichtigt werden, dass insbesondere bei langen Tuben der Tubus nicht zu weit vorgeschoben wird und es damit zu einer einseitigen Intubation kommt.

Bei Fohlen mit einem Alter von mehr als 6 Wochen kann eine Injektionsnarkose vergleichbar der beim adulten Tier durchgeführt werden: Eine Injektionskombination aus 250 mg Xylazin und 1000 mg Ketamin auf 1 Liter 5%igem Guaifenesin mit einer Infusionsrate von 1–2 ml/kg/Stunde ist hier gut geeignet.¹⁰ Zu beachten ist allerdings, dass die Xylazin-Konzentration in diesem Triple-Drip im Vergleich zum adulten Pferd reduziert ist.

Bei Fohlen sollte auch bei kurzen Narkosen immer eine Flüssigkeitstherapie durchgeführt werden. Der Autor verwendet bei gesunden Fohlen mit einem Alter unter 2 Wochen eine Vollelektrolytlösung mit Acetat, zu der je nach Bedarf 5 oder 10 % Glukose zugesetzt werden. Die Infusionsrate liegt höher als bei adulten Tieren und sollte in den ersten 4 Wochen *post partum* je nach Bedarf mindestens 10 ml/kg/Stunde betragen.

Aufgrund der hohen Empfindlichkeit für Hypothermie sollte bei Fohlen zusätzlich zur kardiorespiratorischen Überwachung auch die Körpertemperatur regelmäßig kontrolliert werden. Ein Pulsoximeter ist ein gutes und nichtinvasives Hilfsmittel, um die arterielle Sauerstoffsättigung und die Pulsfrequenz abzuschätzen. Hierzu wird der Pulsoximeter-Clip in der Regel auf die Zunge gesetzt.

Aufwachphase

Die Aufwachphase sollte in trockener und warmer Umgebung erfolgen, bei jungen Fohlen sehr gut mittels manueller Unterstützung. Die Tiere sollten so früh wie möglich in Brustlage verbracht werden. Aufgrund der hohen Anfälligkeit für Hypoxien wird eine fortgeführte Insufflation von Sauerstoff dringend angeraten.¹¹ Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass der Durchmesser des Sauerstoffschlauchs nicht das Lumen des Tracheotubus verlegt, da dieser sonst wie von einem Korken verschlossen wird und CO₂ nicht suffizient abgeatmet werden kann. Die Extubation sollte erst nach dem Wiedereinsetzen eines deutlichen Schluckreflexes erfolgen. Sobald das Fohlen einen sicheren Stand erreicht, kann es wieder zur Mutter gebracht werden.

Literatur

1. **Wilkie DA** (1991): Ophthalmic procedures and surgery in the standing horse. *Vet Clin North Am Equine Pract* **7**: 535–47.
2. **Johnston GM, Eastment JK, Wood JLN, Taylor PM** (2002): The confidential enquiry into perioperative equine fatalities (CEPEF): mortality results of Phases 1 and 2. *Vet. Anaesth Analg* **29**: 159–170.
3. **Senior JM, Pinchbeck GL, Allister R, Dugdale AH, Clark L, Clutton RE, Coumbe K, Dyson S, Clegg PD** (2006): Post anaesthetic colic in horses: a preventable complication? *Equine Vet J* **38**: 479–484.
4. **Filzek U, Fischer U, Scharner D, Ferguson J** (2001): Auswirkungen laparoskopischer Eingriffe unter Allgemeinanästhesie auf Lungenfunktionen. *Pferdeheilkd* **17**: 482–486.
5. **Cunningham AJ, Brull S** (1993): Laparoscopic Cholecystectomy: Anesthetic Implications. *Anesth Analg* **76**: 1120–1133.
6. **Linden B** (1999): Auswirkungen des Kapnoperitoneums auf respiratorische und hämodynamische Parameter während laparoskopischer Eingriffe bei Pferden. Dissertation.
7. **Rehder K, Sessler AD** (1973): Function of each lung in spontaneously breathing man anesthetized with thiopentalmeperidine. *Anesthesiology* **38**: 320–327.
8. **Lewis RJ, Caccavale RJ, Sisler GE, Mackenzie JW** (1992): One hundred consecutive patients undergoing video-assisted thoracic operations. *Ann Thorac Surg* **54**: 421–426.
9. **García F, Prandi D, Peña T, Franch J, Trasserra O, de la Fuente J** (1998): Examination of the thoracic cavity and lung lobectomy by means of thoracoscopy in dogs. *Can Vet J* **39**: 285–291.
10. **Dunlop CL** (1994): Anesthesia and sedation in foals. *Vet Clin North Am Equine Pract* **10**: 67–85.
11. **Stewart JH, Rose RJ, Barko AM** (1984): Response to oxygen administration in foals: effect of age, duration and method of administration on arterial blood gas values. *Equine Vet J* **16**: 329.

1.1.3 Risikomanagement bei Komplikationen

Auch wenn minimalinvasive Techniken entwickelt wurden, um das Risiko insbesondere für den Patienten zu minimieren, sind weder die Sedierung noch die Allgemeinanästhesie risikofrei. Bei Eingriffen am stehenden und sedierten Tier steht die Gefahr unkontrollierter Abwehrbewegungen und des Niedergehens im Vordergrund, während bei der Allgemeinanästhesie regelmäßig Hypoxien, Hypotension und Probleme im Rahmen der Aufstehphase vorkommen.

Komplikationen bei Eingriffen am stehenden Pferd

Wie bereits im Kapitel 1.1.1 beschrieben, stellen Alpha-2-Agonisten das Grundgerüst für eine stabile Sedierung dar. Aufgrund ihrer kardiovaskulären Nebenwirkungen kann die resultierende Bradykardie jedoch eine zum Teil massive Kreislaufdepression verursachen.¹ In besonders schweren Fällen ist es möglich, dass es im Rahmen einer Sedierung zum Niedergehen des Pferdes kommt. Auch die Applikation großer Mengen Lokalanästhetika kann hochgradige Ataxien bis hin zum Niedergehen bewirken. Oft zeigen die Pferde im Vorfeld schwankende Bewegungen, Bradyarrhythmien und eine Tachy- oder Dyspnoe. Bei diesen Anzeichen muss die Applikation der Sedativa unterbrochen und eine Kreislauftherapie eingeleitet werden.

Geht der Patient nieder, so muss zunächst entschieden werden, ob durch gegebenenfalls unkontrollierte Aufstehversuche ein Risiko für den Patienten, das Personal oder das Instrumentarium besteht. In diesem Fall sollte das Pferd in Allgemeinanästhesie verbracht werden, damit im ersten Schritt eventuelle chirurgische Zugänge gefahrlos verschlossen werden können. Danach ist das Pferd in eine sichere Umgebung zu bringen, in der es kontrolliert aufgestellt werden kann. Solange wie möglich sollte der Patient auch intravenös mit Flüssigkeit versorgt werden, um die Kreislaufsituation zu verbessern.

Bei unkontrollierbaren Abwehrbewegungen genügen in den meisten Fällen eine Unterbrechung der Manipulation und eine Vertiefung der Sedierung, um den Patienten wieder ruhigzustellen. Es wird die Verwendung potenter und schnell wirksamer Sedativa wie Detomidin empfohlen. Zusätzlich kann es hilfreich sein, die Augen der Pferde abzudecken. Sollten diese Maßnahmen nicht helfen, das Pferd zu beruhigen, muss im Einzelfall entschieden werden, ob die Einleitung der Allgemeinanästhesie notwendig ist, um die Sicherheit von Personal und Patienten nicht weiter zu gefährden.

Komplikationen im Rahmen der Allgemeinanästhesie Hypoxie, Hypoxämie

Von einer Hypoxie ist auszugehen, wenn der blutgasanalytisch ermittelte Sauerstoffpartialdruck im arteriellen Blut unter 70 mmHg sinkt. Im Rahmen der minimalinvasiven Chirurgie tritt eine solche Hypoxämie besonders häufig bei Patienten auf, die aufgrund des Eingriffs in Trendelenburg-Position verbracht werden und/oder bei denen das Abdomen mit einem Gas distensiert werden muss. Als erste Therapiemaßnahme ist zu prüfen, ob durch eine Erhöhung der inspiratorischen Sauerstofffraktion das Sauerstoffangebot erhöht werden kann. Um das Ventilations-Perfusions-Verhältnis zu verbessern, kann den Pferden langsam Acepromazin verabreicht werden, um die Durchblutung der Lunge zu verbessern.⁴ Dies sollte jedoch nur unter Blutdruckkontrolle erfolgen.

Häufig ist bei diesen Pferden eine Hypoventilation zu beobachten, daher sollten Patienten wenn möglich intubiert und beatmet werden. Das übliche Beatmungsprotokoll beim Pferd ist eine intermittierende Druckbeatmung. Hier werden Volumina von 12–15 ml/kg KG oder Drücke von 30–35 cm H₂O verwendet. Auch durch eine Anpassung des Inspiration-Expiration-Verhältnisses zugunsten der Inspirationszeit (von I : E = 1 : 2 auf 1 : 1) kann helfen, die alveoläre Ventilation zu verbessern. In einzelnen Fällen kann durch Einrichtung eines positiven endexpiratorischen Drucks die Atelektasenbildung reduziert und damit die gasaustauschende Fläche vergrößert werden. Dadurch lässt sich eine deutliche Erhöhung des Sauerstoffpartialdrucks erreichen.⁵ Allerdings kommt es durch die Erhöhung des intrathorakalen Drucks zu einer Reduzierung der venösen Vorlast und damit zu einer Reduzierung des Herzaustriffs. Gute Kreislauf- und Blutdrucküberwachung sind daher unbedingt notwendig.

Hypotension

Aufgrund der engen Korrelation zwischen intraoperativer Hypotension und postoperativer Myopathie sollte ein mittlerer arterieller Blutdruck unter 65 mmHg unmittelbar therapiert werden. Ein Abfall des arteriellen Blutdrucks in Allgemeinanästhesie ist überwiegend auf die Narkosetiefe zurückzuführen. Neben der Reduzierung der Narkosetiefe ist in

dem meisten Fällen eine weiterführende Kreislauftherapie notwendig, die bereits parallel eingeleitet werden sollte. Viele kardial bedingte Hypotensionen lassen sich durch die Applikation von Dobutamin beheben.⁶ Es sollte nach Effekt mit einer Infusionsrate von 0,5–5 µg/kg/min infundiert werden. Bei Hypotensionen aufgrund von Gefäßweitstellung empfiehlt sich die Anwendung von Phenylephrin, entweder als Bolus oder besser ebenfalls als Dauertropfinfusion mit einer Infusionsrate von 0,2–0,4 µg/kg/min.⁶ Kristalloide und kolloidale Lösungen helfen, bestehende Volumendefizite auszugleichen (**Tab 1.4**). In einzelnen Fällen kann es notwendig sein, dass Anästhesieregime von einer Isofluran-basierten zu einer Ketamin-basierten (Triple-Drip) zu wechseln, da Ketamin nachweislich weniger kardiovaskuläre Depressionen verursacht als Isofluran.¹

Hypertension

Ein pathologisch zu hoher Blutdruck (systolischer arterieller Blutdruck > 160 mmHg; mittlerer arterieller Blutdruck > 95 mmHg) lässt sich in primäre (idiopathisch) und sekundäre (renal, endokrin etc.) Hypertensionen einteilen. Die häufigsten Gründe sind eine nichtadäquate oder »zu flache« Narkosetiefe, Medikamente (Alpha-2-Agonisten, Sympathomimetika) oder massive Hyperkapnie, Hypoxie, Hyperthermie. Sie tritt seltener auf und sollte symptomatisch therapiert

Tabelle 1.4: Dosierung und Indikation gängiger Arzneimittel für den Einsatz bei Narkosezwischenfällen beim Pferd

Narkosezwischenfall	Medikament (Wirkstoff)	Dosierung
Atemstillstand	Beatmung (Ventilator oder Demand-Valve)	
Hypotension	1. Narkosetiefe reduzieren! 2. Ringer-Lösung 3. Tetraspan 10 % (kolloide Lösung) 4. Dobutamin 5. NaCl 7,5 % (hypertone Lösung)	5–20 ml/kg/h ca. 2–4 ml/kg/h max. 10 ml/kg/h max. 50 ml/kg/d 0,5–5 µg/kg/min 2 ml/kg Bolus
Bradykardie HF < 20/min	Atropin (1 mg/Ampulle)	0,01–0,02 mg/kg
Bradykardie HF < 10/min	Adrenalin (Suprenin)	1 µg/kg
Herzstillstand	Adrenalin (Suprenin)	10 µg/kg
Ventrikuläre Arrhythmie	Lidocain (ohne Sperrkörper)	Bolus: 1,3 mg/kg/10 min DTI: 0,05 mg/kg/min
Anaphylaktischer Schock	Methylprednisolon Adrenalin (Suprenin)	2 mg/kg 1 µg/kg

werden. Oftmals reicht eine Anpassung der Anästhesietiefe aus, in seltenen Fällen kann den Pferden langsam Acepromazin verabreicht werden, um durch eine milde Vasodilatation auch die Durchblutung der Muskulatur zu verbessern.⁴

Komplikationen während der Aufwachphase

Die Aufwachphase ist die am wenigsten zu kontrollierende Phase der Allgemeinanästhesie. Daher sollten die Tiere unabhängig von der Art der Allgemeinanästhesie und der Aufwachunterstützung engmaschig bis zum Erreichen des sicheren Standes überwacht werden.

Wenn Anzeichen für ein zu frühes Aufwachen auftreten (deutlicher Nystagmus, hohe Atemfrequenz, Wiehern), sollten die Tiere für die Aufstehphase sediert (z. B. Xylazin 0,2 mg/kg i. v.) und wenn möglich manuell bis zum Wirkungseintritt in Seitenlage gehalten werden, um die Qualität der Aufstehphase zu verbessern.⁷ Bei Anzeichen für eine Obstruktion (z. B. erhöhte Atemfrequenz und laute, stridorartige Atemgeräusche) sollten die Tiere wenn möglich wieder orotracheal intubiert werden.⁸ In milden Fällen können auch die lokale Applikation von Phenylephrin oder ein nasotrachealer Tubus Abhilfe schaffen. In schweren Fällen kann jedoch eine Tracheotomie notwendig werden.

Myopathien äußern sich häufig durch Schwitzen, Aufkrümmen des Rückens, reduzierte Lastaufnahme, hochgradige Schmerzhaftigkeit und den Absatz braunen Urins.⁹ In der Laboruntersuchung fallen massiv erhöhte Kreatinin-Werte auf. Die Tiere sollten unmittelbar nach Stellen der Verdachtsdiagnose mit kristalloiden Lösungen infundiert werden. Um die Perfusion zu verbessern, kann Acepromazin verabreicht werden, wodurch auch gleichzeitig eine milde Sedierung erreicht wird. Nichtsteroidale Antiphlogistika sind Analgetika der Wahl, in einzelnen Fällen kann das Anbringen eines Schlingensystems Entlastung bringen.

Nervenparalysen, die infolge von Minderperfusion oder falscher Lagerung entstehen können,¹⁰ fallen durch Steifheit, Unwilligkeit beim Aufstehen und Unruhe auf. Das Anbringen hoher und stützender Verbände kann helfen, den Tieren besseren Halt zu geben. Da die meisten Nervenlähmungen nur wenig schmerzhaft sind, sind Glukokortikoide den nichtsteroidalen Antiphlogistika vorzuziehen. Bei sehr unruhigen Tieren kann eine Sedierung notwendig sein, um die initiale Therapie einzuleiten.

Literatur

1. **Löscher W, Ungemach KW, Kroker R** (2002): Pharmakotherapie bei Haustieren. Paray, 5. Aufl., Berlin.
2. **Doherty D, Valverde A** (2006): Manual of Equine Anesthesia & Analgesia. Blackwell Publishing, London.
3. **Johnston GM, Eastment JK, Wood JLN, Taylor PM** (2002): The confidential enquiry into perioperative equine fatalities (CEPEF): mortality results of Phases 1 and 2. *Vet. Anaesth Analg* **29**: 159–170.
4. **Marntell S, Nyman G, Funkquist P, Hedenstierna G** (2005): Effects of acepromazine on pulmonary gas exchange and circulation during sedation and dissociative anaesthesia in horses. *Vet Anaesth Analg* **32**: 83–93.
5. **Hopster K, Kästner SBR, Rohn K, Ohnesorge B** (2011): Intermittent positive pressure ventilation with constant positive end-expiratory pressure and alveolar recruitment manoeuvre during inhalation anaesthesia in horses undergoing surgery for colic, and its influence on the early recovery period. *Vet Anaesth Analg* **38**: 169–177.
6. **Lee YH, Clarke KW, Alibhai HI, Song D** (1998): Effects of dopamine, dobutamine, dopexamine, phenylephrine, and saline solution on intramuscular blood flow and other cardiopulmonary variables in halothane-anesthetized ponies. *Am J Vet Res* **59**: 1463–1472.
7. **Bienert A, Bartmann CP, von Oppen T, Poppe C, Schiemann V, Deegen E** (2003): [Standing behavior in horses after inhalation anesthesia with isoflurane (Isoflo) and postanesthetic sedation with romifidine (Sedivet) or xylazine (Rompun)]. *Dtsch Tierarztl Wochenschr* **110**: 244–248.
8. **Senior M** (2005): Post-anaesthetic pulmonary oedema in horses: a review. *Vet Anaesth Analg* **32**: 193–200.
9. **Serteyn D, Lavergne L, Mottart E, Philippart C, Lamy M** (1987): [Equine postanesthetic myopathy: production of lactates by the compressed muscles in the horse anesthetized by halothane]. *Schweiz Arch Tierheilkd* **129**: 19–22.
10. **Furuoka H, Mizushima M, Miyazawa K, Matsui T** (1994): Idiopathic peripheral neuropathy in a horse with knuckling. *Acta Neuropathol* **88**: 389–393.

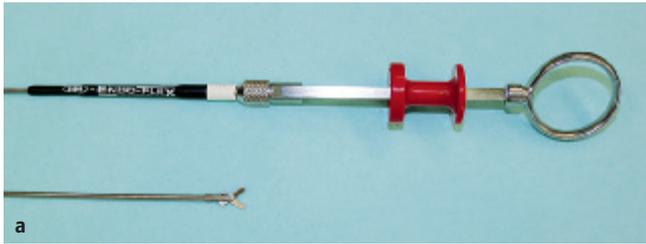


Abb. 1.1a, b, c
Minimalinvasives Instrumentarium zur transendoskopischen Chirurgie via Arbeitskanal (ENDO-FLEX® GmbH, Voerde, Deutschland). (a) Schere, (b) Dreigreifer, (c) Punktionskanüle.

1.2 Flexible Endoskopie

Bernhard Ohnesorge

1.2.1 Endoskoptechnik

Zur transendoskopischen Therapie sind ein flexibles Endoskop mit nicht zu großem Außendurchmesser (ca. 10–14 mm), ausreichender Länge, mindestens einem Arbeitskanal sowie eine Lichtquelle erforderlich. Operationen in den oberen Atemwegen bei Saugfohlen erfordern in der Regel ein Endoskop mit geringerem Durchmesser (< 10 mm). Von besonderer Bedeutung bei Eingriffen in den oberen Atemwegen ist die Eigenschaft, das distale Endoskopende mittels Stell-



Abb. 1.2
Fasszange zur unterstützenden Manipulation in den oberen Atemwegen (Karl Storz, Tuttlingen, Deutschland).

schrauben in unterschiedliche Richtungen abzuwinkeln und auch in festen Positionen zu fixieren. Dabei erweisen sich humanmedizinische Gastroskope als weniger geeignet, da die Abwinkelung in drei Dimensionen maximal 90° beträgt und eine weitergehende Winkelung lediglich nach dorsal möglich ist. Coloskope bieten demgegenüber eine flexiblere Verwendungsmöglichkeit, da sich ihr distales Ende in alle Richtungen bis 130° und weiter abwinkeln lässt. Für minimalinvasive Therapieverfahren ist zudem der Einsatz eines Videokamerasystems unerlässlich, da neben dem Operateur, der das distale Ende des Endoskopes lenkt, auch der Endoskopführer und gegebenenfalls Hilfspersonen, welche die endoskopischen Instrumente bedienen, das Operationsfeld ständig einsehen können. Zudem ermöglicht ein Videosystem die Dokumentation und die Beurteilung des Krankheitsverlaufs. Videochip-Endoskope, bei denen die Kameraeinheit im distalen Ende des Endoskopes sitzt, bieten im Vergleich zu Lichtleiter-Endoskopen ein helleres und qualitativ besseres Bild. Ergänzend zur endoskopischen Ausstattung ist der Einsatz von Saug- und Spülpumpen mit Fußschalter empfehlenswert, welche die Insufflation von Spüllösung bzw. Luft im Wechsel mit einer Absaugfunktion ermöglichen. Zur minimalinvasiven Therapie existiert aus der Humanmedizin eine große Palette an konfektionierten transendoskopischen Instrumenten (z. B. Polypektomieschlingen unterschiedlicher Größe und Form, Auswahl an Nadelpapillotomen, Scheren, Fangkörben, Dreigreifern und Punktionskanülen; **Abb. 1.1**). Benutzt man beim Pferd routinemäßig ein längeres Endoskop, so können diese Instrumente vom Hersteller auf die Länge des Arbeitskanals angepasst werden. Bei einigen Eingriffen in den oberen Atemwegen des Pferdes ist die Manipulation mittels eines zweiten Instrumentes erforderlich, z. B. bei der Resektion von Gewebe. In diesen Fällen kann durch ein zweites Endoskop mit Instrument im Arbeitskanal oder mit einer Fasszange (**Abb. 1.2**) Gewebe fixiert werden, sodass der minimalinvasive Eingriff besser zu kontrollieren ist.