

Aus dem Zentrum für klinische Tiermedizin der
Ludwig-Maximilians-Universität
München
Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie des Pferdes
sowie Gerichtliche Tiermedizin

Lehrstuhlinhaber: Univ.-Prof. Dr. Hartmut Gerhards

**Direkter intraluminaler Wundverschluss einer artifiziellen
Rektumperforation vierten Grades am Präparat**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Stephan Leser
aus
Hamburg

München 2010

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Braun

Referent: Univ.-Prof. Dr. Gerhards

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Matis

Tag der Promotion: 24. Juli 2010

Meiner Familie
und
in Gedenken an meine Großeltern
Horst und Helga Schultz

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG	2
II.	LITERATURÜBERSICHT	3
1.	Anatomie und Histologie des Dickdarms des Pferdes.....	3
1.1.	Anatomie und Histologie des Blinddarms.....	5
1.2.	Anatomie und Histologie des Grimmdarms.....	6
1.3.	Anatomie und Histologie des Mastdarms.....	8
1.4.	Anatomie und Histologie des Afterkanals und des Afters.....	9
2.	Physiologie des Dickdarms des Pferdes	10
2.1.	Physiologie des Blinddarms	11
2.2.	Physiologie des Grimmdarms	12
2.3.	Physiologie des Mastdarms	12
3.	Darmnaht	13
3.1.	Geschichte der Nahttechnik am Verdauungstrakt.....	13
3.1.2.	Unterschiedliche Nahttechniken am Darm.....	15
3.1.2.1.	Invertierende Nähte.....	15
3.1.2.2.	Schichtgerechte Adaptationsnähte.....	16
3.1.2.3.	Naht nach Darmresektion	17
3.1.2.4.	Laparoskopische Darmnaht	17
3.2.	Abheilung der Darmnaht	18
3.3.	Beurteilungsmethodik zur erfolgreichen Heilung einer Darmnaht....	19
3.3.1.	Berstungsdruck	19
3.3.2.	Durchgängigkeit	21
3.3.3.	Histologie	21
4.	Rektumläsion beim Pferd	22
4.1.	Transrektale Untersuchung des Pferdes nach	22
	den Regeln der Kunst	

4.2.	Ätiologie, Prädisposition und patho-anatomische Lage.....	26
	der Rektumläsion	
4.2.1.	Ätiologie der Rektumläsion	26
4.2.2.	Prädisposition der Rektumläsion.....	27
4.2.3.	Patho-anatomische Lage der Rektumläsion	30
4.3.	Einteilung der Rektumläsion in Schweregrade.....	32
4.4.	Klinische Symptome und Erstversorgung sowie Wahl	35
	der Behandlungsmethode	
4.5.	Behandlungsmethoden der Rektumläsion	39
4.5.1.	Konservative Behandlung	39
4.5.2.	Transrektaler Kunststoffschlauch (TIRL).....	41
4.5.3.	Kolostomie	44
4.5.3.1.	Schleifenkolostomie	44
4.5.3.2.	Endkolostomie	48
4.5.4.	Primärer Wundverschluss der Rektumläsion	52
4.5.4.1.	Transrektaler Wundverschluss.....	52
4.5.4.2.	Wundverschluss mittels Rektumprolaps	56
4.5.4.3.	Minimalinvasives Operationsverfahren	58
4.5.4.4.	Mediane Laparotomie	59
4.6.	Forensische Aspekte der iatrogenen Rektumläsion.....	61
III.	Material und Methoden	66
1.	Material	66
1.1.	Patientengut.....	66
1.2.	Darmmaterial	68
1.3.	Phantom.....	68
2.	Methode	70
2.1.	Versuchsaufbau	70

2.2.	Platzierung des Darmmaterials im Phantom	70
2.3.	Iatrogene Perforation des Darmsegments	71
2.4.	Nahttechnik	72
3.	Beurteilungskriterien der Darmnaht.....	75
3.1.	Verschlusszeit der Perforationswunde	75
3.2.	Palpatorische Prüfung der Darmnaht.....	75
3.3.	Überprüfung der Darmnaht mittels des Berstungsdruckes.....	75
3.4.	Überprüfung der Darmnaht mittels der Durchgängigkeit	77
3.5.	Kriterien für eine geglückte Naht.....	78
3.6.	Statistik	78
IV.	Ergebnisse	80
1.	Versuchsvorbereitung	80
2.	Durchführung der Darmnaht	80
3.	Überblick über die Ergebnisse	81
4.	Ergebnisse der Qualitätsprüfung der Darmnaht.....	82
5.	Verschlusszeit der Perforationswunde	87
6.	Vergleich von vermeintlich geglückten Nähten zu tatsächlich.....	89
	geglückten Nähten nach Belastungstest.....	
7.	Statistische Analyse der Ergebnisse	89
V.	DISKUSSION	91
VI.	ZUSAMMENFASSUNG	101
VII.	SUMMARY	104
VIII.	LITERATURVERZEICHNIS	106
IX.	DANKSAGUNG.....	116

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
cm	Zentimeter
EMND	Equine motorische Nervenzelldegeneration
M.	Musculus
min	Minuten
mm	Millimeter
µl	Mikroliter
NaCl	Natriumchlorid
NSAIDs	Engl.: Nonsteroidal Antiinflammatory Drugs (nicht steroidale Antiphlogistika)
TIRL	Engl.: Temporarily Indwelling Rectal Liner (rektaler Kunststoffschlauch)
USP	United States Pharmacopeia
UV	Umfangsvermehrung
ZNS	Zentrales Nervensystem

I. EINLEITUNG

Die transrektale Untersuchung eines Pferdes gehört zu einer der Standardmethoden bei der tierärztlichen Diagnose von Erkrankungen der Bauchhöhlenorgane oder einer Trächtigkeit. Sie wird mehrere tausend Mal im Jahr durchgeführt. Eine seltene Komplikation bei diesem Untersuchungsgang ist die Ruptur der Darmwand über der rektal eingeführten Hand. Dies wird oft erst bemerkt, wenn nach dem Herausziehen der Hand aus dem Rektum Blutspuren am Handschuh entdeckt werden. Meist reißt das Rektum, 25 bis 30 cm vom Anus ausgehend, dorsolateral über den Handknöcheln im peritonealen Bereich. Die Rektumläsion wird in vier Grade eingeteilt. Ein kompletter Riss aller Schichten wird als eine Verletzung vierten Grades eingeteilt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Verletzung primär oder sekundär heilen zu lassen. Eine dieser Methoden ist die direkte transrektale Naht mit einer Deschampschen Nadel. Diese Technik kann sofort an Ort und Stelle durchgeführt werden, wird aber von verschiedenen Autoren kontrovers diskutiert, da der Verschluss des Darmes blind erfolgt. Der Verschluss von Verletzungen vierten Grades wurde bisher nur von einem Autor als erfolgreich bei vier Pferden beschrieben (HUSKAMP, 1994).

Mit der vorliegenden Arbeit sollte der Frage nachgegangen werden, ob und gegebenenfalls in wieweit ein wasserdichter und stabiler Darmwandverschluss einer iatrogen verursachten Rektumläsion vierten Grades an frischen Präparaten möglich ist. Dazu sollte das Rektumpräparat in ein Phantom eingespannt werden, um die anatomische Lage im lebenden Pferd so korrekt wie möglich nachzuempfinden. Der Darm sollte, nachdem eine iatrogene Perforation blind gesetzt wurde, mit einer Deschampschen Nadel und extra langen Fäden genäht werden. Nachdem der Darm genäht war, sollte die Naht auf ihre Belastbarkeit hin geprüft werden. Die Palpation der Naht, ein Berstungsdruck ≥ 60 mm Hg, sowie die Durchgängigkeit ≥ 85 % des Darmrohres sollten dabei als Kriterien einer geglückten Naht dienen.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Anatomie und Histologie des Dickdarms des Pferdes

Der Dickdarm des Pferdes hat eine Länge von sechs bis neun Metern und setzt sich aus folgenden Abschnitten zusammen (KÖNIG und GERHARDS, 2002):

- Blinddarm, Zäkum
- Grimmdarm, Kolon
- Mastdarm, Rektum
- Afterkanal, Canalis analis
- After, Anus

Der Blinddarm und der aufsteigende Grimmdarm weisen in Bezug auf Umfang und Fassungsvermögen den größten Anteil am gesamten Darmkanal beim Pferd auf. Diese beiden Dickdarmabschnitte dienen durch ihre Funktionen als „Gärkammern“ der Zelluloseverdauung. Die einzelnen Abschnitte des Dickdarms zeichnen sich durch ihre charakteristische Ausgestaltung und Lage in der Bauchhöhle aus. Die Dickdarmabschnitte verfügen als besonderes Merkmal über Bandstreifen (Taeniae), die durch Zusammenraffung der Längsmuskulatur entstehen, und die dazwischen liegenden Poschen (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004). Der mikroskopisch-anatomische Wandbau des Dickdarms ist in seiner Ausbildung in den einzelnen Teilabschnitten nicht so verschieden wie dessen makroskopisch-anatomisches Erscheinungsbild. Die Unterschiede liegen histologisch diesbezüglich hauptsächlich in der Muskelschicht (*Tunica muscularis*), wobei die Muskulatur des Mastdarms ausgeprägter als die des Blinddarms und Grimmdarms ist. Die Hauptfunktion der Dickdarmschleimhaut ist die Resorption von Wasser und Elektrolyten im Austausch gegen Kalium und Bikarbonat. Eine weitere Funktion ist die Eindickung des Darminhalts und die Aufnahme noch im Darmlumen vorhandener, gespaltener Nahrungsbestandteile und Vitamine. Die Schleimhaut (*Tunica mucosa*) ist im Bereich aller Dickdarmabschnitte frei von Darmzotten. Somit ist die innere Wandauskleidung weitgehend glatt. Sie wird von einem einschichtigen

hochprismatischen Epithel ausgekleidet. Die Saumzellen dieses Epithels sorgen durch eine Bildung von Mikrovilli für einen stark die Zelloberfläche vergrößernden Bürstensaum. Somit wird die Resorptionsaktivität der Dickdarmschleimhaut zur Aufnahme von Elektrolyten und Wasser erhöht. In die Tiefe der gesamten Schleimhaut des Dickdarms senken sich tubuläre Drüsen (*Glandulae intestinales*), die zunächst von einschichtig hochprismatischen Epithelzellen gebildet werden. Innerhalb der Drüsenwand nehmen diese von proximal nach distal ab und werden durch sezernierende Becherzellen ersetzt. Unterhalb des Epithels schließt sich das Schleimhautbindegewebe (*Lamina propria mucosae*) an, dessen Struktur dem Grundbauplan des häutig-muskulären Systems entspricht. Diese aus lockerem Bindegewebe bestehende Schicht schließt Blut- und Lymphgefäße, Nervenfasergeflechte, Immunzellen, Mastzellen und vereinzelt glatte Muskelzellen ein. Das Schleimhautgewebe wird vom Unterschleimhautgewebe (*Tela submucosa*) durch die aus glatten Muskelzellen bestehende *Lamina muscularis mucosae* abgetrennt. Das nun folgende Unterschleimhautgewebe wird ebenfalls von einem lockeren Bindegewebe gebildet und enthält neben Blut- und Lymphgefäßen freie Immunzellen und vegetative Ganglien (*Plexus nervorum submucosus*, Meißner Plexus). Teilweise kommen in der Schleim- und Unterschleimhaut Einzellymphknötchen (*Noduli lymphatici solitarii*) oder deren aggregierte Formen (*Noduli lymphatici aggregati*) vor.

Dem Unterschleimhautgewebe folgt die zweischichtige *Tunica muscularis*. Zirkuläre Muskelfasern bilden die innere geschlossene Schicht. Die äußere Schicht wird durch Längsmuskellagen gebildet, welche sich zu Bandstreifen (*Taeniae*) differenzieren. Die Bandstreifen sind zu dicken Muskelbündeln zusammengefasst, die in den verschiedenen Dickdarmabschnitten in unterschiedlicher Anzahl vorliegen. Im Bereich der Bauchhöhle wird der Dickdarm von der *Tunica serosa* überzogen. Die *Tunica serosa* wird aus folgenden Schichten gebildet: Das oberflächlich gelegene einschichtige Plattenepithel als Deckschicht (*Mesothelium*). Dieser Befestigungs- und Verschiebeschicht folgt die *Lamina propriae serosae* und die lockere bindegewebige *Tela subserosa*, die mit der *Tunica muscularis* verbunden ist. In der Beckenhöhle tritt als äußerste

Schicht des Verdauungskanals die aus lockerem Bindegewebe bestehende *Tunica adventitia* auf. Sie dient als Verbindungsschicht zwischen Darm und anliegendem Gewebe (LIEBICH, 2010).

1.1. Anatomie und Histologie des Blinddarms

Der bis zu einem Meter lange, blind endende stumpfkegelförmige Blinddarm reicht von der dorsalen Bauchwand der rechten Lendengegend entlang der rechten Flanke bis zur ventralen Bauchwand. Seine Spitze reicht bis in die Gegend des Schaufelknorpels. Er dient mit einem Fassungsvermögen von bis zu 68 Liter als erste Gärkammer. Er ist kommaförmig und wird unterschieden in Kopf (*Basis caeci*), Körper (*Corpus caeci*, mit großer und kleiner Krümmung) und Spitze (*Apex caeci*). An der Grenze zwischen Blinddarmkopf und -körper befindet sich die Einmündung des letzten Teils des Dünndarms, dem Hüftdarm (*Ileum*), das *Ostium ileale* mit seiner Vorwölbung, der *Papilla ilealis*. Der Schließmuskel des Hüftdarms (*M. sphincter ilei*) verschließt diese Öffnung und verhindert damit den Rückfluss von Blinddarminhalt in den Dünndarm. Auf der Querebene dazu liegt, ebenfalls an der Grenze von Blinddarmkopf und -körper, die Blinddarm-Grimmdarmöffnung, das *Ostium caecocolicum*, das von zwei kräftigen Schleimhautfalten, *Valvae caecocolicae*, eingerahmt wird. Der Schließmuskel des Blinddarms, *M. sphincter caeci* verhindert den Rückfluss aus dem Grimmdarm. Die außen gelegene Längsmuskulatur rafft sich zu vier Bandstreifen (dorsale, mediale, ventrale und laterale Tähne) zusammen und zieht in einer Winkelung von 90° in Richtung Spitze. Sie ist verantwortlich für die Peristaltik, die von der Blinddarmspitze in Richtung Kopf verläuft. Von den Bandstreifen eingeschlossen, liegen vier Reihen von Poschen. Hierbei handelt es sich um aufeinander folgende Aussackungen nach außen, die nach innen durch Falten begrenzt werden. Mit den medialen und lateralen Bandstreifen verlaufen auch die Gefäßversorgung des Blinddarms und der größte Teil seiner Lymphdrainage. Die Blinddarmspitze ist in ihrem Endabschnitt rundherum frei und nicht durch Bänder an ihre Umgebung fixiert (KÖNIG und GERHARDS, 2002). Die ausgeprägten makroskopisch-anatomischen Erweiterungen werden mikroskopisch-anatomisch durch

adaptive Veränderungen der Muskelschicht begleitet. Die Bandstreifen werden durch glatte Muskelzüge und elastische Fasern gebildet (LIEBICH, 2010).

1.2. Anatomie und Histologie des Grimmdarms

Der Grimmdarm ist vor allem charakterisiert durch den besonders weiten aufsteigenden Grimmdarmanteil (*Colon ascendens*) mit einem Fassungsvermögen von bis zu 130 Litern und dem mit bis zu vier Metern langen absteigenden Grimmdarmanteil (*Colon descendens*). Zwischen diesen beiden Grimmdarmabschnitten verläuft das kurze Querkolon (*Colon transversum*). Der umfangreiche aufsteigende Grimmdarm findet in der Bauchhöhle Platz, indem er sich zu einem doppelten U-Rohr mit ventraler und dorsaler Längslage übereinander legt. Er wird so nach Lage und Verlauf unterschieden. Beginnend an der Blinddarm-Grimmdarmöffnung- über das Blinddarm-Grimmdarm-Band (*Plica caecocolica*) mit dem Blinddarm verbunden- verläuft die rechte ventrale Längslage (*Colon ventrale dextrum*) zunächst noch mit engem, dann mit weiterem Volumen. Sie folgt dem rechten Rippenbogen und grenzt lateral an die Bauchwand. Über median nach links bildet die ventrale Zwerchfellkrümmung (*Flexura diaphragmatica ventralis*) in der Schaufelknorpelgegend den Übergang in die linke ventrale Längslage (*Colon ventrale sinistrum*). Diese folgt der ventralen Bauchwand bis zum Beckeneingang, legt sich dabei auch der lateralen Bauchwand an und geht vor dem Beckeneingang über die Beckenkrümmung (*Flexura pelvina*) als Verbindungsmuffe in die linke dorsale Längslage (*Colon dorsale sinistrum*) über. Die linke dorsale Lage liegt auf der gleichseitigen ventralen Lage und geht über die dorsale Zwerchfellkrümmung (*Flexura diaphragmatica dorsalis*), kraniodorsal der ventralen Zwerchfellkrümmung, in die rechte dorsale Längslage (*Colon dorsale dextrum*) über. Diese legt sich in die rechte Zwerchfellnische dem Zwerchfell und der Leber an und überschreitet den Rippenbogen minimal. Wegen ihrer Weite wird diese Lage magenähnliche Erweiterung (*Ampulla coli*) genannt (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004). Die Beckenkrümmung und die linken Längslagen besitzen dorsal keine Fixierung durch ein Gekröse, sondern

sind nur untereinander durch die Gekröseplatte des aufsteigenden Grimmdarms, das *Mesocolon ascendens*, verbunden, was in diesem Bereich zu bedeutenden Verlagerungen führen kann. Auf den ventralen Längslagen und ihrer verbindenden Krümmung sind vier Bandstreifen in einer Winkelung von 90° mit vier dazwischen liegenden Reihen von Poschen angeordnet. Die jeweils dorsalen Bandstreifen (*Taenia mesocolica medialis und lateralis*) dieser Lagen mit ihren vermehrt glatten Muskel- und Nervenfasern dienen der Gekröseplatte des aufsteigenden Grimmdarms als Ansatz. Entlang der ventralen Bandstreifen (*Taenia libera medialis und lateralis*) der gleichen Lagen liegen keine großen Blutgefäße, Nerven oder Lymphknoten. Sie bestehen vor allem aus elastischen Fasern bzw. glatten Muskelfasern. Von den vier Bandstreifen haben die freie und die seitliche vorwiegend Haltefunktion, während die anderen beiden Bandstreifen der ventralen Längslagen für die Peristaltik mit verantwortlich sind. In der Beckenkrümmung setzt sich nur die *Taenia mesocolica medialis* als erkennbarer Muskelstreifen fort. Aus den anderen drei verstrichenen Bandstreifen bildet sich eine Längsmuskellage, die über eine Sphinkterfunktion selektierend auf den Weitertransport von Darminhalt einwirkt. Auf den dorsalen Längslagen führt die *Taenia mesocolica* über die Zwerchfellkrümmung von der linken zur rechten Längslage. Weitere Bandstreifen gibt es auf dieser linken Längslage nicht, daher auch keine Poschen. Auf der rechten dorsalen Längslage bilden sich zwei weitere Bandstreifen (*Taenia libera medialis und lateralis*; KÖNIG und GERHARDS, 2002). Auf die weite magenähnliche Erweiterung des Grimmdarms folgt das kurze und sehr enge *Colon transversum*, das mit dem dorsal gelegenen Pankreas und der dorsalen Bauchwand verwachsen und durch ein kurzes Gekröse mit der Gekrösewurzel verbunden ist. Hieran schließt sich das absteigende *Colon descendens* an. Dieses ist im Vergleich zum aufsteigenden *Colon ascendens* eng und hängt an einer langen Gekröseplatte (*Mesocolon descendens*). Neben seiner Lage im linken dorsalen Quadranten der Bauchhöhle ist es damit sehr verschiebbar und zu beträchtlichen Ortsverlagerungen fähig. Mit seinen zwei kräftigen Bandstreifen (*Taenia mesocolica*, Ansatz für die Gekröseplatte, und *Taenia libera*) bildet es zwei Reihen mit halbkugeligen Poschen, die für diesen

Grimmdarmabschnitt, in dem der Kotstrang zu Ballen zerlegt wird, so charakteristisch sind (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004). Neben der Gefäßversorgung kommt der sehr voluminösen vorderen Gekrösewurzel (*Arteria mesenterica cranialis*) beim Grimmdarm eine besondere Bedeutung zu. Durch eine bindegewebige Verankerung über die Aorta mit der Wirbelsäule, die als Tragapparat für den Darm dient, übernimmt sie Halte- und Stützfunktion. Die durch den arteriellen Blutdruck bedingte Wandspannung der Arterien lässt selbige zu Rohren mit vorgeformten Biegungen werden, die die Organe in ihrer physiologischen Lage halten und gleichzeitig der Darmbewegung folgen können (KÖNIG und GERHARDS, 2002). Die Bandstreifen werden durch eine Umstrukturierung der *Tunica muscularis* in längs verlaufende verdickte Bänder von glatter Muskulatur gebildet, die durch elastische Faserbündel verstärkt werden. Im Bereich der DrüsenSchläuche findet sich eine große Zahl von Becherzellen (LIEBICH, 2010).

1.3. Anatomie und Histologie des Mastdarms

Der Mastdarm mit einer Länge von ca. 0,3 Metern geht in Höhe des Beckeneingangs aus dem absteigenden Grimmdarm hervor. Der im Beckenraum gelegene peritoneale Teil hängt an seinem kurzen Gekröse und wird daher Mesorektum genannt (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004). Das Gekröse beinhaltet die zuführenden versorgenden Blutgefäße, Lymphbahnen und Nerven sowie eine größere Menge an Fett (ARNOLD et al., 1978a). In Höhe des vierten und fünften Kreuzwirbels setzt sich das Rektum im retroperitonealen Beckenraum fort. Es erweitert sich hier zur Mastdarmampulle (*Ampulla recti*) bevor es in Höhe des zweiten bis dritten Schwanzwirbels in den Afterkanal übergeht (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004). Die Ampulle hat ein flaschenförmiges und, seitlich betrachtet, wellenförmiges Aussehen. Sie ist sehr geräumig und dehnungsfähig und ihr retroperitonealer Anteil ist dorsal länger als ventral. Am Übergang vom Kolon ins Rektum, im kranialen Ampullendach, besteht eine deltoidförmige Fläche, in der die Muskelschicht schwächer ausgebildet ist. Diese Fläche entsteht durch eine Veränderung der Bandstreifen, die im Kolon noch als zwei, durch geraffte Längsmuskulatur entstandene Bandstreifen

vorhanden sind. Am Übergang zum Rektum verlieren sich diese, indem sie sich in die Muskelschicht wieder aufgliedern und sich damit im Rektum wieder auf den ganzen Umfang des Darmes verteilen. So gabelt sich der ventrale Bandstreifen in zwei Muskelstreifen, die nach lateral ziehend sich verbreitern, sich schließlich zum Teil in die seitlichen Muskelplatten einfügen bzw. als Teile der *Musculi rectococcygei* zu den Schwanzwirbeln ziehen und mit anderen Anteilen die dorsale Mastdarmschleife bilden. Der dorsale Bandstreifen zieht lateral mit stärkeren Faserbündeln, die sich nach rechts und links aufspalten. In dem so durch Aufspaltung entstandenen, in der Medianebene liegenden, deltoidförmigen Bereich finden sich größere Ansammlungen von Fett und die Hauptversorgungsgefäße dieses Darmabschnittes (KÖHLER et al., 1986a). Die äußere *Tunica serosa* der freien Bauchhöhle wird ab dem Durchtritt des Rektums in die Beckenhöhle durch die bindegewebige *Tunica adventitia* ersetzt. Charakteristisch für den weiteren Wandaufbau des Rektums ist eine hohe Dichte an Becherzellen im oberflächlichen Deckepithel sowie in der Schleimdrüsenwand (LIEBICH, 2010). Die arterielle Versorgung des Rektums übernehmen die *Arteriae rectalis cranialis*, *Arteriae rectalis media* und *Arteriae rectalis caudalis*. Die entsprechenden Venen verlaufen dazu parallel. Die Lymphe fließt über das *Lymphocentrum mesentericum caudale* und das *Lymphocentrum iliosakrale* ab. Das Rektum wird über die *Nervi pelvini* aus der *Pars sacralis* des Parasympatikus und sympathisch über die *Plexus rectalis medii* und *caudalis* aus dem *Plexus pelvinus* innerviert (KÖNIG und GERHARDS, 2002).

1.4. Anatomie und Histologie des Afterkanals und des Afters

Der kurze Analkanal geht aus dem Rektum hervor. Er endet mit dem After, der unter der Schwanzwurzel einen stark pigmentierten und mit fein behaarter Haut überzogenen stumpf-kegelförmigen Vorsprung, den Afterkegel, bildet (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004). Der Abstand vom Anus bis zum Peritoneum beträgt beim ausgewachsenen Pferd nur 15 bis 20 cm (ARNOLD et al., 1978a). Die drüsenlose Schleimhaut des Analkanals setzt sich durch die *Linea anorectalis* gegen die Rektumschleimhaut ab und geht mit der *Linea anocutanea* in die äußere

Haut des Afterkegels über. Der unwillkürliche innere Analsphinkter (*M. sphincter ani internus*) aus glatter Muskulatur und der willkürliche äußere Analsphinkter (*M. sphincter ani externus*) aus quer gestreifter Muskulatur verschließen den After nach außen. Kranial vom Schließmuskel liegt die ventrale Mastdarmschleife, die *Pars rectalis* des *M. retractor penis* bzw. *clitoridis*, die schleifenartig das Ende des Darmrohrs umfasst (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004).

2. Physiologie des Dickdarms des Pferdes

Die wesentlichen Aufgaben des Dickdarmes sind neben dem Transport, der bakterielle Abbau unverdaulicher Nährstoffe (Funktion als Gärkammer) und die Wasserresorption und damit die Kotbildung (BREVES et al., 2005). Daneben werden Futterinhaltsstoffe, die zuvor im Magen und Dünndarm nicht zerlegt werden konnten, weiter aufgeteilt und zum Teil noch nutzbar gemacht (MEYER und COENEN, 2002). Alle Funktionen des Darms beeinflussen sich gegenseitig (ARGENZIO, 1975). Die Dauer der Nahrungspassage durch den Verdauungskanal ist vor allem von der Futterart abhängig. Ca. 85 % der gesamten Passagedauer liegen im Dickdarm. Zum Durchmischen und Transport des Darminhalts dienen Darmbewegungen, die von der Längs- und Ringmuskulatur des Darms ausgehen (MEYER und COENEN, 2002). Dabei kommen in erster Linie drei Kontraktionsformen vor: peristaltische und antiperistaltische Wellen, aboral wandernde Segmentationskontraktionen und Poschenbewegungen. Peristaltische und antiperistaltische Wellen sind im Dickdarm im Gegensatz zum Dünndarm durch eine geringere Einschnürtiefe der Kontraktionswellen charakterisiert. Dadurch ist der Vorschub des Darminhalts begrenzt. Gleichzeitig entsteht durch die zentrale Öffnung ein düsenartiger Rückstrom, der für eine kräftige Durchmischung des Inhalts sorgt. Aboral wandernde Segmentationskontraktionen kommen an nahe beieinander gelegenen Stellen durch lang anhaltende Einschnürungen zustande und unterteilen den Chymus in einzelne Boli. Poschenbewegungen im Wechsel von Kontraktion und Erschlaffung wälzen den Chymus um oder sorgen durch oral gerichtete Rollbewegungen für einen gezielten Transport von

Flüssigkeit. An allen Regulationsvorgängen der physiologischen Darmfunktion sind nervale Mechanismen beteiligt. Die Innervation des Darmtrakts besteht aus verschiedenen Teilsystemen des vegetativen Nervensystems. Diese Nerven liegen zum einen außerhalb der Darmwand (extrinsisch) und werden von viszerale Afferenzen sowie von parasymphatischen und sympathischen Nerven versorgt. Zu einem weit größeren Teil liegen sie innerhalb der Darmwand (intrinsisch) und gehören zum enterischen Nervensystem. Während die extrinsischen Nerven überwiegend überwachende Funktionen haben, ist das enterische Nervensystem für die autonome Regulation verantwortlich. Es steuert die Aktivität der Muskulatur sowie verschiedene Schleimhautfunktionen und ist an der Regulation der Durchblutung beteiligt. Das enterische Nervensystem, „Bauch-Gehirn“ genannt, besitzt bestimmte Programme, Reflexschaltkreise, die es je nach Stimulus einsetzen kann. Voraussetzung dafür sind unterschiedliche Zelltypen des Nervensystems. Es gibt sensorische Neurone, die als Mechanorezeptoren, mechanosensible Nerven und Chemorezeptoren agieren. Sie registrieren die Wandspannung, intraluminale Drücke, Volumenänderungen, Scherreize, Nährstoffe, Osmolarität oder den pH-Wert und können darauf reagieren. Daneben gibt es Interneurone, die die Kommunikation zwischen enterischen sowie vom Gehirn kommenden Signalen gewährleisten und Hemmung oder Aktivierung der Reflexschaltkreise bestimmen. Zusätzlich gibt es Motoneurone, die je nach Ausschüttung eines Transmitters zu einer Hemmung oder Erregung der Effektoren führen (BREVES et al., 2005).

2.1. Physiologie des Blinddarms

Im Blinddarm (erste Gärkammer) zersetzen Bakterien und Protozoen hauptsächlich Rohfasern, aber auch andere bisher unverdaute Nährstoffe. Die Aktivität der Keime hängt dabei von der Art und Menge der aufkommenden Nährstoffe, der Passagegeschwindigkeit des Futters und der Pufferkapazität im Darmlumen ab (MEYER und COENEN, 2002). Die Peristaltik läuft von der Blinddarmspitze in Richtung Blinddarmkopf. Der Darminhalt wird so gegen die große Krümmung im Bereich des

Blinddarmkopfes geschleudert und gelangt weiter in den blind endenden Teil des Blinddarmkopfes, durch dessen Peristaltik er durch die Blinddarm-Kolon-Öffnung in das Kolon transportiert wird (KÖNIG und GERHARDS, 2002). Die peristaltischen Wellen des Blinddarms werden auch „große Blinddarmbewegung“ genannt. Daneben gibt es Rollbewegungen durch die ausgeprägte Poschenbildung (BREVES et al., 2005).

2.2. Physiologie des Grimmdarms

Der absteigende Grimmdarm ist wie der Blinddarm in erster Linie für die Zellulosefermentierung durch Mikroorganismen zuständig. Im Dickdarm werden insgesamt etwa 50 % der Zellulose abgebaut (postgastrische Zelluloseverdauung). Dabei frei werdende kurzkettige Fettsäuren werden resorbiert (HELDMAIR und NEUWEILER, 2004). Für den Transport des Darminhalts im Grimmdarm sorgen motorische Komplexe. Das sind wandernde Segmentationskontraktionen, die sich durch Aktivitätsphasen und motorische Ruhephasen auszeichnen und von Poschenbewegungen überlagert werden, die wiederum für eine Umwälzung und Durchmischung sorgen (BREVES et al., 2005). Nach der Überleitung des Darminhalts über das Querkolon in den absteigenden Grimmdarm findet hier vor allem eine Rückresorption von Wasser und der Elektrolyttransport statt (MEYER und COENEN, 2002).

2.3. Physiologie des Mastdarms

Das Rektum wird durch die wandernden motorischen Komplexe des Kolons mit dem eingedickten Chymus gefüllt. Die Füllung des Rektums löst den Drang zum Kotabsatz aus und wird als erste unwillkürliche Phase der Defäkation angesehen. Zu dieser kommt es in einer willkürlichen Phase durch Erhöhung des intraabdominalen Druckes bei gleichzeitiger Erschlaffung des inneren und äußeren Analsphinkters (BREVES et al., 2005).

3. Darmnaht

Die Begriffe Darmnaht, zirkuläre Darmnaht und Anastomose werden heute fast synonym verwendet. In ihrer ursprünglichen Bedeutung war die Darmnaht eine Naht, die bei einfachen Verletzungen des Darmes angewandt wurde, zum Beispiel bei einem nur antimesenterial vorliegenden Längsriss aller Schichten des Darmes. Bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts wurde ausschließlich diese Naht am Darm praktiziert. Danach wurde auch die zirkuläre Darmnaht angewandt, eine End-zu-End-Naht zweier vollständig durchtrennter Darmenden nach Resektion oder Verletzung. Die ursprüngliche Bedeutung von Anastomose wiederum ist die Verbindung zwischen zwei Darmschlingen, die im natürlichen Zustand nicht zusammengehören (WEISSER, 2002).

3.1. Geschichte der Nahttechnik am Verdauungstrakt

Seit über 150 Jahren werden Nahttechniken von Anastomosen am Darm klinisch und tierexperimentell angewendet und erprobt. Dabei wird diskutiert, mit welcher Nahttechnik - ein- oder ausstülpender sowie ein- oder mehrreihiger Naht - eine optimale Darmkontinuität und Wundheilung erzielt werden kann (MÜLLER et al., 1978). 1812 publizierte TRAVERS seine Forschungsergebnisse über Anastomosen am Kaninchendarm, die er mit einer evertierenden Naht genäht hatte. Dabei ging er davon aus, dass die unmittelbare Nähe zur peritonealen Oberfläche und deren Fähigkeit, mit einer adhäsiven Inflammation zu reagieren, Voraussetzung für die Wundheilung sei (BALLANTYNE, 1983). Dagegen sah LEMBERT die breite Vereinigung der Serosa als Voraussetzung für die Abheilung. Er entwickelte 1826 die einstülpende, einreihige, seromuskuläre Darmnaht und schuf damit die Grundlage für die meisten späteren Darmnahtmethoden. Um größere Sicherheit gegen Nahtinsuffizienzen zu schaffen, fügte CZERNY 1880 eine zusätzliche Nahtreihe in der Mukosa hinzu. Nach CONNELL (1892) war dann die fortlaufende Naht den zahlreichen einzelnen Knoten vorzuziehen (WEISSER, 2002). HALSTEADT publizierte 1887, dass die einreihige Naht mit schichtgerechter Adaption gegenüber der mehrreihigen, einstülpenden Naht doch vorzuziehen sei, insbesondere um eine stärkere Einengung des

Darmlumens zu vermeiden. Er wies die Bedeutung der Submukosa für die Festigkeit der Darmnaht nach (HALSTEAD, 1887). Ende des 19. Jahrhunderts hatte sich die invertierende Naht mit einer Serosa-Apposition unter Einbeziehung der Unterschleimhaut mehrheitlich durchgesetzt. Folgender Grundsatz für eine erfolgreiche Darmnaht hat sich etabliert: Eine Naht muss im Gesunden vorgenommen werden, d.h. sie soll frei von Hämatomen, nekrotischen Gewebe und Infektionen sein (BALLANTYNE, 1983). GAMBEE berichtete 1956 über seine zehnjährigen Erfahrungen mit einer einreihigen Stoß- auf Stoßnaht, bei der nach Durchstechen der gesamten Darmwand die Schleimhaut in Form eines Rückstichs adaptiert wird (GAMBEE, 1956). Weiterhin blieben auch unterschiedliche Meinungen und Erfahrungen in Bezug auf die Anzahl der Nahtreihen und andere technische Details bestehen. Vor- und Nachteile wurden auf ihre Relevanz diskutiert. Bei Versuchen am Schweinedarm konnte durch Mikroangiographie gezeigt werden, dass es bei der einschichtigen Darmnaht auf Stoß zu einer rascheren Vaskularisierung kam als bei der invertierenden mehrreihigen Naht. Es zeigte sich auch, dass nach 21 Tagen im Grad der Vaskularisierung kein Unterschied mehr vorhanden war. Auch die Messung des Berstungsdruckes ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen ein- und zweireihigen Anastomosen. Weitere Vorteile der einreihigen Naht, wie geringe Stenosierung, kürzere Operationszeit und eine geringere Entzündungsreaktion hatten ebenfalls nur in der anfänglichen Wundheilung eine Bedeutung (MÜLLER et al., 1978). In der Kolon- und Rektumchirurgie beim Menschen hatte eine einreihige Allschichtennaht auf Stoß eine Insuffizienzquote von 5 % und weniger gezeigt (HELL und ROSSETTI, 1980). Geringere Entzündung, weniger Fibrosierung und damit weniger Verklebungen bei einer einreihigen als bei einer zweireihigen Naht wurden auch beim Pferd am Dünndarm nachgewiesen (DEAN und ROBERTSON, 1985). Seit über 50 Jahren werden auch Klammernahttechniken am Magen-Darm-Trakt eingesetzt, die auf eine Entwicklung des Ungar HÜTL (1908) zurückgehen. Ein von PETZ (1924) entwickeltes Gerät fand dann die größte Verbreitung. Damit wird das durchtrennte Gewebe adaptiert und durch U-förmige Klammern aus Edelstahl oder Titan, die zu einem „B“ umgeformt werden, fixiert. Bei der Größe der Pferdedärme werden

meistens die linearen Stapler verwendet. Mit ihnen können zwei gegeneinander versetzte Klammerreihen gesetzt werden (EDWARDS und DANIELS, 1996). In einem Vergleich von Stapler- und zweireihiger Hand-Nahttechnik bei End-zu-End-Anastomosen an sechs Pferden konnten allerdings bessere Ergebnisse mit der Hand-Naht in Bezug auf weniger Stenosierung, bessere Wundheilung und geringere intraabdominale Verklebung erzielt werden (HANSON et al., 1988a).

Zunehmende Bedeutung hat das laparoskopische Operieren gewonnen. Die wesentlichen Schwierigkeiten dabei sind allerdings der limitierte Zugriff auf das Operationsgebiet, das außerdem nur indirekt und zweidimensional auf dem Monitor betrachtet werden kann, und die langschenkeligen Instrumente. Dazu ist ein intensives Training notwendig (LANG, 2003). Bei tierexperimentellen Untersuchungen an Schweinen zeigten sich bei Dickdarmresektionen und anschließender Anastomosenbildung durch verschiedene laparoskopische Techniken gute Ergebnisse für lineare Klammernahtgeräte (KÖCKERLING et al., 1992). BRUGMANS erprobte 1997 ebenfalls verschiedene laparoskopische Nahttechniken am Pferdedarm. Dabei erzielte er experimentell den höchsten Berstungsdruck bei der Naht mit laparoskopischen Nadelhaltern (BRUGMANS, 1997).

3.1.2. Unterschiedliche Nahttechniken am Darm

Unterschieden werden vor allem Einzel- und fortlaufende Nähte, ein- und mehrreihige Nähte, ein- mehr- und allschichtige Nähte sowie einstülpender (invertierende) und adaptierende Nähte.

3.1.2.1. Invertierende Nähte

Bei den einstülpenden Nähten liegt immer Serosa auf Serosa, was eine sekundäre Wundheilung und Einengung des Lumens als Nachteile bedeuten kann. Die klassische Einstülpungsnah ist die Lembert-Naht. Durch den brückenartig über den Wundspalt geführten Faden werden die Wundränder beim Knoten vom Knoten weggedrückt und automatisch eingestülpt. Es wird dabei 0,5 bis 1 cm vom Wundrand eingestochen und

die Nadel durch Serosa und Muskularis bis in die Unterschleimhaut geführt. Nahe am Wundrand wird sie wieder durch die Muskularis und die Serosa nach außen geführt. Die Schleimhaut wird dabei nicht berührt. Auf der anderen Seite beginnt der Stich dicht am Wundrand und verläuft in der entsprechenden Weise in der Darmwand, bis die Nadel 0,5 bis 1 cm vom Wundrand entfernt wieder ausgeführt wird. Dabei kann bei jedem Einzelheft die Spannung individuell angelegt werden. Die Lembert-Naht kann auch fortlaufend genäht werden (AMMANN und BECKER, 2005). Sie hat als Vorteile aller fortlaufenden Nähte die Zeitersparnis und den Einsatz einer geringeren Fremdkörpermenge. Nachteile sind, dass bei Lösung eines Knotens in der Regel die ganze Naht zerstört ist und eine gleichmäßige Spannung über der Wunde schwieriger durchzuführen ist (RISSELADA und KRAMER, 2004). Bei der einstülpenden rückläufigen Naht, einer Vierstichknopfnah, verlaufen die parallel zum Wundrand liegenden Fadenteile in der Muskularis. Die senkrecht geführten Fadenteile ziehen wie bei der Lembert-Naht brückenartig über den Wundrand (AMMANN und BECKER, 2005). Bei der Cushing-Naht, einer fortlaufenden Matratzen-Naht, verläuft der Faden im Zickzack (Mäanderlinie). Die parallel liegenden Fadenteile liegen in der Unterschleimhaut, das Lumen wird nicht penetriert (RISSELADA und KRAMER, 2004). Bei der Schmiedennaht, ebenfalls fortlaufend, werden alle drei Schichten der Darmwand umfasst. Sie wird von innen, von der Schleimhaut her nach außen gefasst und wird mit einer zweiten Naht versenkt (AMMANN und BECKER, 2005).

3.1.2.2. Schichtgerechte Adaptionen

Der Trend zur Stoß-auf-Stoß-Naht wurde begünstigt durch die Entwicklung des modernen Nahtmaterials. Die Vorteile liegen in der frühen Vaskularisierung des Wundspaltes und damit in der Primärheilung sowie in der Vermeidung einer Einengung des Lumens. Dafür erfordert sie, jedenfalls bei alleiniger submuköser Naht, mehr Übung und exakteres Nähen. Bei der seromuskulären Naht (einzeln oder fortlaufend) werden bis auf die Schleimhaut alle Schichten erfasst, so auch die Submukosa (AMMANN und BECKER, 2005).

3.1.2.3. Naht nach Darmresektion

Grundsätzlich bieten sich invertierende und Stoß-auf-Stoß-Nähte an. Da die Wundheilung im Dickdarm im Vergleich zur Wundheilung im Dünndarm verzögert ist, sollte hier eher zweireihig genäht werden (AMMANN und BECKER, 2005). Einzelstich- und fortlaufende Naht werden häufig kombiniert (PLIESS, 2004). Von einem gängigen Verfahren, bei dem zuerst eine Schmieden-Naht verwendet wird, der eine Lembert-Naht folgt, wird immer wieder berichtet. So zum Beispiel auch zum Verschluss der Blinddarmwand nach Teilresektion der Blinddarmspitze bei einem Pony (DAHLKAMP et al., 2006).

3.1.2.4. Laparoskopische Darmnaht

Bei der von BRUGMANS 1997 erprobten laparoskopischen Darmnaht zum Wundverschluss einer Rektumläsion beim Pferd wurden speziell ans Pferd angepasste, 50 cm lange laparoskopische Nadelhalter verwendet. Die Wunde wurde dann mit einer fortlaufenden, invertierenden, modifizierten Lembert-Naht unter Einbeziehung der Submukosa und möglicher Schonung der Mukosa verschlossen. Die Knotung erfolgte intraabdominal (BRUGMANS, 1997). Bei tierexperimentellen Untersuchungen am Schweinedünndarm und -dickdarm wurden laparoskopisch hergestellte End-zu-End-Anastomosen mit Einzelklammergeräten sowie einem Linearstapler in evertierender bzw. invertierend-evertierend kombinierter Technik mit konventionell durchgeführten Klammernaht- (invertierend) und Handnahtanastomosen (Stoß-auf-Stoß) verglichen. Dabei zeigten sich weder klinisch deutlichen Unterschiede des Heilungsverlaufes, noch signifikante Qualitätsunterschiede der fünf Anastomosentechniken. Nachteile zeigten sich in geringem Ausmaß bei der zirkulären, ausschließlich evertierenden Einzelklammertechnik vor allem bei morphologischen Parametern. Bei der technischen Durchführung der laparoskopischen Verfahren waren die Einzelklammertechniken leichter durchzuführen. Es zeigte sich daher ein Vorteil für die invertierend-evertierend ausgeführte Einzelklammertechnik mit möglichst großem invertierend angelegtem Nahtabschnitt (LANG, 2003).

3.2. Abheilung der Darmnaht

Die Darmnaht soll optimale Bedingungen für die Wundheilung und Schutz vor Austritt von Darminhalt schaffen. Dazu gehört mechanische Belastbarkeit und Wegsamkeit (PRIESCHING, 1967). Heilungsstadien wurden 1812 von TRAVERS eingeteilt in eine erste Phase der Agglutination der Mukosa, eine zweite Phase der adhäsiven Inflammation und eine dritte Phase der ulzerativen Absorption und Organisation. Diese Einteilung wurde von HOWES et al 1929 modifiziert und dabei in die drei sich überlappenden Phasen, der lag-period, der fibroblastischen Periode und zuletzt der Periode der Maturation, eingeteilt (BALLANTYNE, 1983). Eine gängige Einteilung besteht heute in exsudativer (1. – 4. Tag), proliferativer (4 - 14. Tag) und reparativer (14. – 180. Tag) Phase. Dabei kommt es in der exsudativen Phase zu einem entzündlichen Ödem, zur Aktivierung der Blutgerinnung, der Fibrinexsudation und -stabilisation, der Kollagenolyse sowie der Makrophagenwanderung und anderen aktivierenden, hemmenden und steuernden Regulationsmechanismen der Wundheilung. Die Gewebebelastbarkeit nimmt in dieser Zeit ab. Die entstehende provisorische Fibrinversiegelung ist mit der Naht der erste Schutz der Wunde gegen mechanische Belastungen und Infektionen. Die Proliferationsphase zeichnet sich durch die hohe Zelldichte der Fibroblasten aus, die für die Wundrandstabilisierung und den Wundverschluss sorgen. Durch die Kollagensynthese sowie eine lokale Fibrinolyse, durch die das zunehmend nicht mehr benötigte erste Fibringerüst abgebaut wird, kommt es insbesondere in der Submukosa zur Steigerung des Kollagengehalts und damit wieder zu größerer Festigkeit. Gleichzeitig kommt es ab dem vierten Tag postoperativ zu anfänglichen Prozessen der Gefäßneubildung, deren Regulation verschiedenen Wachstumsfaktoren unterliegt. Fibroblasten und neu entstehende Kapillare überbrücken schon nach wenigen Tagen durch ein vaskularisiertes Granulationsgewebe den Wundspalt. Schließlich erfolgt die Reepithelisierung unter Mitose und Migration der Zellen, auf die eine Hyperplasie und Hypertrophie folgen. Während sich das Granulationsgewebe zurückbildet, sorgt die Ausbildung des neuen Epithels für eine geschlossene Abdeckung der Wundoberfläche. Die

Reparationsphase ist gekennzeichnet durch eine Neustrukturierung der Kollagenfasern in Bezug auf Kollagentyp, -konzentration und strukturelle Anordnung. Dabei handelt es sich um einen dynamischen Prozess, bei dem Kollagenabbau und -aufbau im Gleichgewicht sind. Er wird als Remodellierung bezeichnet. Hieraus resultieren die Stabilität der Naht und ihr Umfang (MEYER et al., 2007).

3.3. Beurteilungsmethodik zur erfolgreichen Heilung der Darmnaht

Um Darmnähte und deren Heilungsprozesse qualitativ und quantitativ bemessen zu können, stehen neben makroskopischer und pathohistologischer Untersuchung weitere Untersuchungstechniken zur Verfügung. Zur Beurteilung der Stärke des Gewebes im Nahtbereich werden dafür als Kriterien Höchstkraft, Zugfestigkeit und Berstungsdruck angewandt. Für Hohlorgane ist dabei der Berstungsdruck als Belastungstest entscheidend. Dazu wird Flüssigkeit oder Gas in das Organ gefüllt, bis dieses zerreißt. Der Druck, bei dem das Gewebe zerreißt, wird als Berstungsdruck definiert. Daneben kann die Stärke des Gewebes mittels biochemischer Analyse durch quantitative Bestimmung von Kollagen bzw. Kollagentypen beurteilt werden (BALLANTYNE, 1983). Außerdem kann der Heilungsprozess durch Angiographie als Beurteilungsmethode für Revaskularisation bestimmt werden (MÜLLER et al., 1978).

3.3.1. Berstungsdruck

Durch den Berstungsdruck kann die Belastbarkeit einer Darmnaht oder einer Anastomose bestimmt werden. Der Berstungsdruck ahmt von allen Belastungstechniken am ehesten die Druckverhältnisse im Gastrointestinaltrakt nach. Er charakterisiert die physiologische Belastung der Darmwand von innen nach außen, die den intraluminalen Druckschwankungen durch wechselnde Darmfüllung und Peristaltik standhalten muss. Die Auswertung der Messergebnisse bei entsprechenden experimentellen Versuchen zeigen beim Berstungsdruck, wie auch bei den anderen Techniken zur Messung der Belastbarkeit, dass

die Darmnaht durch ihre kritische Phase in den ersten vier Tagen (der exsudativen Phase) besonders insuffizienzgefährdet ist (HAVIA et al., 2002). Die Nahthaltekapazität kann in dieser Zeit bis zu 70 % abnehmen. Die durch die Kollagenolyse bedingte Schwächung der Darmwand ist am Dickdarm am stärksten ausgeprägt. Durch die Kollagenolyse und die Zunahme an nicht kollagenem Gewebe kann die Kollagenkonzentration in der umgebenden Darmwand des Kolons um 25 - 40 % abnehmen (MEYER et al., 2007). Das bedeutet, dass in dieser Zeit die chirurgische Naht in erster Linie der Anastomose ihren Halt gibt (BALLANTYNE, 1983). In den Berstungsdruckversuchen von RAAB (1985) zu Nahttechnik und -material am Magen von Ratten zeigte sich, dass zwischen dem vierten und siebten Tag postoperativ (proliferative Phase) die Haltbarkeit der Naht rasch zunimmt (RAAB et al., 1985). HARVEY hatte 1929 ebenfalls diese Beobachtung bei seinen Versuchen mit Berstungsdrücken gemacht. Schon 1899 hatte CHLUMSKY die Festigkeit von Darmanastomosen untersucht und die Senkung des Berstungsdrucks während der „Lag period“ sowie den raschen Anstieg des Berstungsdruckes danach beobachtet. Dabei stellte er sogar einen höheren Berstungsdruck im Bereich der Anastomose als im umgebenden Gewebe am zehnten Tag postoperativ fest (BALLANTYNE, 1983).

In seinen Versuchen zur Erprobung eines laparoskopischen Nahtverfahrens bei der Rektumperforation überprüfte BRUGMANS (1997) die Belastbarkeit der Darmnähte mittels des Berstungsdruckes. Er isolierte die genähten Darmsegmente, infundierte diese kontinuierlich mit NaCl-Lösung, maß die ansteigenden intraluminalen Drücke auf Höhe der Darmnaht mittels eines Handmessgerätes und notierte jeweils bei auftretender Leckage den Berstungsdruck. Bei Erreichen von 140 mm Hg wurde die Infusion gestoppt und als maximaler Berstungsdruck notiert, da bei noch höheren Drücken es zu Zusammenhangstrennungen außerhalb der Nahtstelle kam. Die mittlere Belastbarkeit der am Phantom mittels laparoskopischer Nadelhalter durchgeführten Darmnaht betrug 117 ± 32 mm Hg. Dabei wurde der niedrigste Berstungsdruck mit 70 mm Hg und der höchste mit 140 mm Hg gemessen. Am Tierversuch wurde dann das gleiche Nahtverfahren drei Mal durchgeführt und die

Belastbarkeit der Darznaht wieder mittels des Berstungsdruckes nach siebentägiger Heilungsphase überprüft. Hierbei wurde jedes Mal ein Berstungsdruck von 140 mm Hg erreicht (BRUGMANS, 1997).

3.3.2. Durchgängigkeit

Neben der mechanischen Belastbarkeit gehört die Wegsamkeit zu den Bedingungen, die eine Darznaht schaffen muss, um eine Wundheilung stattfinden zu lassen (PRIESCHING, 1967).

BRUGMANS (1997) überprüfte in seinem, im Kapitel 3.3.1. beschriebenen, Versuch die Durchgängigkeit des Darmsegmentes im Bereich der Nahtstelle, indem er die Durchgängigkeit (D) im Bereich der Darznaht als Verhältnis des Durchmessers an genau dieser Stelle (a) zum Durchmesser des nichtperforierten Darmteils (A), an einem Punkt 5 cm kranial der Naht, ausdrückte.

$$D (\%) = a / A \cdot 100$$

Die mittlere Durchgängigkeit der am Phantom mittels laparoskopischer Nadelhalter durchgeführten Naht betrug $89 \pm 2 \%$. Bei diesem Versuch betrug die niedrigste Durchgängigkeit 85 %. Die höchste Durchgängigkeit konnte mit 94 % notiert werden. Die Durchgängigkeit der am Tierversuch drei Mal durchgeführten Darznaht betrug im Mittel $86 \pm 1 \%$ Durchgängigkeit, die kleinste errechnete Durchgängigkeit betrug 85 %, die größte errechnete Durchgängigkeit betrug 87 % (BRUGMANS, 1997).

3.3.3. Histologie

Histologisch können verschiedene Kriterien der Nahtheilung beurteilt werden, zum Beispiel eine Hyperplasie als Maß der Eptihelproliferation. Der reparative Prozess wird durch die Bestimmung von Entzündungszellen, bindegewebiger Proliferation und Vaskularisation sowie durch Riesenzellen als Reaktion auf Fremdmaterial beurteilt (LANG, 2003). Je nach Phase der Wundheilung sind die dazu gehörenden entsprechenden Zellpopulationen nachzuweisen (HAVIA et al., 2002). Nach gängiger Hämotoxilin-Eosin oder van-Gieson-Färbung zeigt sich

zum Beispiel bereits nach 24 Stunden eine granulozytäre Infiltration der Submukosa und Subserosa (MÜLLER et al., 1978). Thrombozyten und Makrophagen sind eingewandert (HAVIA et al., 2002). Monozyten und Leukozyten sind vorhanden. Erste vereinzelte Fibroblasten lassen sich nachweisen und finden sich dann in relevanter Zahl nach 48 Stunden. Sie sind am vierten Tag der häufigste Zelltyp. Zwei bis drei Tage postoperativ kommt es zur Bildung von Gefäßknospen und neuen Kapillarlichtungen. Fibroblasten und Kapillare überbrücken so zunehmend die Naht unter Ausbildung eines Granulationsgewebes. Nach acht Tagen ist die Nahtlinie größtenteils überbrückt. Der Kollagenanteil wächst, es vermehren sich Endothelzellen und die Epithelialisierung erfolgt (HAVIA et al., 2002). In der letzten Phase der Wundheilung, die über Monate bis Jahre gehen kann, kommt es zur Reorganisation der verschiedenen Schichten über die Naht hinweg und zum stabilisierenden Umbau des Kollagens (MÜLLER et al., 1978).

4. Rektumläsion beim Pferd

4.1. Transrektale Untersuchung des Pferdes nach den Regeln der Kunst

Die transrektale Untersuchung gehört zu den ergiebigsten und wichtigsten Untersuchungen beim Kolikpferd. Aber auch bei anderen Erkrankungen der Bauch- und Beckenhöhle, wie zum Beispiel Erkrankungen der Harnwege und bei der gynäkologischen Untersuchung, wird dieser Untersuchungsgang eingesetzt (HUSKAMP et al., 1999, HANDLER, 2005, KOPF, 1992, GLITZ et al., 2002)

Dabei sollte der Untersuchende theoretisches Wissen über die anatomischen Gegebenheiten der Bauch- und Beckenhöhle des Pferdes haben, um unsachgemäßes Vorgehen zu vermeiden (KADLETZ, 1930).

Die Untersuchung muss möglichst gefahrlos für das zu untersuchende Tier und den Untersuchenden durchgeführt werden. Deswegen sollte als Erstes das zu untersuchende Pferd fixiert werden (GLITZ et al., 2002). Die höchste Sicherheit bietet die Verbringung des Tieres in einen Untersuchungs- oder Zwangsstand. Dabei ist das Pferd von allen vier

Seiten von einer halbhohen Absperrung umgeben. Entscheidend ist hierbei, dass das Pferd direkt hinter der Tür zum Stehen kommt, da sonst die Gefahr besteht, dass es über die Tür schlägt. Es hat sich bewährt, Untersuchungsstände zu verwenden, die an die entsprechende Größe des Tieres sowohl in der Länge als auch in der Höhe anpassbar sind. So bleibt beim Niedergang des Pferdes der Untersucher unverletzt, wenn die hintere Tür nicht unmittelbar unter dem Anus endet (HANDLER, 2005).

Ist ein entsprechender Zwangsstand nicht vorhanden, gibt es andere Maßnahmen, die ergriffen werden sollten, um die Gefährdung von Pferd und Untersucher zu mindern. Die Anwendung einer Oberlippenstrickbremse ist möglich sowie das Ausbinden der Hintergliedmaßen des Pferdes. Auch das Aufheben einer Vordergliedmaße schränkt das Tier in seinen Abwehrbewegungen ein (BAUMGARTNER, 2002, HANDLER, 2005). So sind mindestens zwei, besser drei Personen für die transrektale Palpation eines Pferdes notwendig. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Pferd vor eine horizontal teilbare Box zu stellen und diese als Schutz zu nutzen. Eine letzte Möglichkeit besteht in der medikamentösen Sedierung des Pferdes; sie ist bei sehr nervösen Tieren oft hilfreich. Der untersuchende Arm wird mit einem langen Einmalhandschuh geschützt und großzügig mit Gleitmittel schlüpfrig gemacht. Zudem kann eine Gummischürze oder ein Gummiarm zum Schutz vor Verunreinigungen getragen werden.

Vor Beginn wird der Schweif von einer Hilfsperson beiseite gehalten, um die Spannung des Schließmuskels (*Sphincter ani*) zu vermindern. Nun wird die Umgebung des Afters und des Schwanzansatzes auf Verunreinigungen und auf anatomische Auffälligkeiten geprüft (BAUMGARTNER, 2002).

Es ist zu vermeiden, eine transrektale Untersuchung mit Gewalt zu erzwingen. Um starkes Pressen gegen die zu untersuchende Hand zu vermindern, kann ein Spasmoanalgetikum (Buscopan® compositum) verabreicht werden (LUO et al., 2006, HUSKAMP et al., 1999). Wichtig ist zudem, mit kurzgeschnittenen Fingernägeln zu arbeiten und jeglichen Schmuck, wie Ringe und Armbanduhren, vor der Untersuchung abzulegen. Falls die Injektion von Spasmolytika bzw. Analgetika nicht zur

erwünschten Ruhigstellung des Pferdes führt, empfahl EIKMEIER (1973) eine Sedierung mit 4 ml Propionyl-Promazin (Combelen[®]) und 16 ml Methadon (Polamivet[®]) intravenös zu injizieren.

Rasse, Größe und Alter des Pferdes sind zudem zu berücksichtigen. Bei Trabern, Galoppfern und Arabischen Vollblutpferden ist der Darm enger, ebenso bei Kleinpferden, Ponies und Fohlen. Es muss erwogen werden, ob eine transrektale Untersuchung aufgrund der Größe des Tieres zu unterlassen ist (Ponies, Fohlen). Ein „brüchiger“ bzw. besonders leicht verletzlicher Darm ist bei alten und adipösen Tieren vorzufinden, so dass in diesen Fällen ebenso besondere Vorsicht geboten ist (KOPF, 1992, HUSKAMP und KOPF, 1995, GLITZ et al., 2002).

Mit keilförmig geschlossenen Fingern wird das Eindringen in den After vorgenommen. Dabei kann der Analtonus beurteilt werden. Anschließend wird der in der Mastdarmampulle vorhandene Kot entfernt und auf seine Konsistenz und sein Aussehen geprüft. Zudem muss der Handschuh auf Blutspuren untersucht werden. Im nächsten Schritt wird die Mastdarmschleimhaut in einer kreisförmigen Bewegung auf Verletzungen und Unregelmäßigkeiten überprüft. Diese sollte eine schlüpfrige, glatte Konsistenz haben (BAUMGARTNER, 2002, HANDLER, 2005, GLITZ et al., 2002).

Das weitere Vordringen in den Enddarm des Pferdes ist nun mit größter Vorsicht vorzunehmen und muss immer zusammen mit der Darmkontraktion erfolgen.

Zuerst wird die Beckenhöhle untersucht. Bei Hengst und Wallach kippt man die Hand über den vorderen Beckenrand. Dabei lässt man sie von rechts nach links gleiten und erfühlt die beiden Leistenringe (*Anulus inguinales*). Einschnürungen von Dünndarmschlingen im Leistenspalt sind so sofort spürbar. Als längs verlaufender Strang am Beckenboden lässt sich bei männlichen Tieren die Harnröhre fühlen. Bei der Stute wird zuerst die Gebärmutter aufgesucht. Dies geschieht durch ein sanftes Zurückziehen des Armes über den vorderen Beckenrand, bis die Finger sich leicht an der Aufteilung in die beiden Gebärmutterhörner einhaken. So können sowohl der Gebärmutterkörper als auch die beiden Hörner mit den Eierstöcken gefühlt werden. Die Eierstöcke stellen sich als kleine

kastaniengroße Strukturen mit einer derben, höckerigen Oberfläche dar. Der Gebärmutterkörper kann je nach Zyklusstand weich bis derb und angespannt sein. Am Beckenboden ist bei beiden Geschlechtern die leere Harnblase als kleiner, faustgroßer fleischiger Körper fühlbar. In gefülltem Zustand ist sie glattwandig und kopfgroß und ragt weit in die Bauchhöhle hinein (KADLETZ, 1930, HUSKAMP und KOPF, 1995, BAUMGARTNER, 2002, HANDLER, 2005).

Der untersuchende Arm wird nun bis zum Ellenbogengelenk eingeführt, und die Untersuchung der Bauchhöhlenorgane schließt sich an. Dorsal, unterhalb der Wirbelsäule liegt als 2 - 3 cm starkes Gefäß die Bauchaorta (*Aorta abdominalis*). Diese teilt sich bei Palpation nach kaudal in die innere und äußere Leistenarterie auf (*Arteria iliaca interna und externa*). Wenn man die *Aorta abdominalis* weiter nach vorne verfolgt, stößt man auf ein nach unten ziehendes Gefäß in der vorderen Gekrösewurzel (*Arteria mesenterica cranialis*). Links liegend kann der hintere Pol der linken Niere ertastet werden und damit verbunden das Milz-Nieren-Band, das die untersuchende Hand zum oberen Milzpol führt. Lässt man nun die Hand nach unten gleiten, ist der hintere scharfkantige Rand der Milz, der eng der Bauchdecke anliegt, ertastbar. Zudem sind die Bandstreifen der ventralen Kolonlage zu fühlen. Der absteigende Grimmdarm, meist mit Kotballen gefüllt, ist ebenfalls in diesem Bereich der Bauchhöhle zu finden. Diese Struktur kann man aufgrund ihrer langen Aufhängung frei hin und her schieben. Gleitet man nun mit der untersuchenden Hand zur rechten Seite der Bauchhöhle, fühlt man in einem kraniokaudalen Verlauf im unteren Bereich die untere Blinddarmtänie (*Taenia caeci ventralis*) sowie vor ihr liegend die hintere Duodenalkrümmung (Flexura caudalis duodeni). Im rechten oberen Bereich ist der Blinddarmkopf spürbar. Dieser ist durch die Anheftung an die hintere Krümmung des Duodenum und durch seine kurze Aufhängung lagekonstant (KADLETZ, 1930, HUSKAMP und KOPF, 1995, BAUMGARTNER, 2002).

Die beschriebenen physiologischen Gegebenheiten der Becken- und Bauchhöhle sind für den Idealfall beschrieben. In einzelnen Fällen können aufgrund der Relation der Größe der untersuchenden Person zur Größe des Pferdes die vorderen Strukturen (hinterer Nierenpol, vordere

Gekrösewurzel, hintere Krümmung des Duodenums) oft nicht gefühlt werden. Auch sind aufgrund unterschiedlicher Füllungszustände einzelne Darmteile nicht immer zu ertasten.

4.2. Ätiologie, Prädisposition und patho-anatomische Lage der Rektumläsion

4.2.1. Ätiologie der Rektumläsion

Beim Pferd sind in der Literatur verschiedene Ursachen für eine Rektumruptur beschrieben. Die am häufigsten anzutreffende Ursache ist die iatrogene Läsion anlässlich einer transrektalen Untersuchung des Gastrointestinal- oder Reproduktionstraktes (REECE, 1981, WELLAND, 2003, CLAES et al., 2008, PERKINS und FRASER, 1994). MERKT et al. (1979) schätzten die Gefahr einer Mastdarmverletzung bei der transrektalen Untersuchung auf 1:10.000 (MERKT et al., 1979). KOPF (1992) bezifferte das Risiko einer iatrogenen Rektumläsion mit 0,2 – 0,25 % bei einem an Kolik erkrankten Pferd (KOPF, 1992). HUSKAMP (1994) ging von einem höheren Risiko einer Mastdarmverletzung bei an Kolik erkrankten Pferden aus als bei Pferden, die aus gynäkologischen Gründen transrektal untersucht werden. Bei einer Kolik führt meist ein erfahrener Tierarzt die Untersuchung durch. Zur Palpation des kaudalen Abschnittes der Bauchhöhle und des Magendarmtraktes ist die tiefe Einführung des Armes in die Bauchhöhle notwendig. In der von HUSKAMP (1994) vorgelegten Studie lag das Risiko bei 6284 untersuchten Pferden bei 0,35 % (22 Pferde). WATKINS et al. (1989) stellten fest, dass transrektale Verletzungen zu 58 % bei der Untersuchung des Reproduktionstraktes vorkamen, während sie zu 27 % bei der Evaluation des Magendarmtraktes passierten. In der Literatur sind ebenso Fallberichte von rektalen Läsionen, die durch den Besitzer verursacht wurden, beschrieben (WELLAND, 2003). 42 % der von WATKINS et al. (1989) untersuchten Fälle einer iatrogenen rektalen Läsion geschahen durch die transrektale Untersuchung ungeschulter Personen (WATKINS et al., 1989).

Auch andere Ursachen, die zu einer Läsion des Mastdarms führen,

kommen in Betracht. Das Eindringen des Penis in das Rektum (Fehlbedeckung) beim Deckakt kann zu einer solchen Verletzung führen (ARNOLD et al., 1978a, ARBEITER et al., 1990, HUSKAMP, 1994). Auch die Geburt eines Fohlens kann zu einer Rektumverletzung führen. Dabei perforiert die Vordergliedmaße des Fohlens den Mastdarm durch das Scheidendach (CLAES et al., 2008, KAY et al., 2008). Die unvorsichtige Eingabe von Klistieren bei neugeborenen Fohlen ist in dieser Altersgruppe ein Grund für eine Rektumläsion.

Spontanrupturen sind in der Literatur viel seltener beschrieben als Rupturen anlässlich tierärztlicher Untersuchungen (SLONE et al., 1982, SCHEIDEMANN et al., 2003). Eine Vorschädigung des Darmes ist oft die Ursache. Nekrotische Veränderungen um die gerissene Stelle wurden in solchen Fällen in der Sektion entdeckt. Eine Devitalisation durch eine Thromboembolie sowie Hämatome können für eine Ruptur ebenfalls prädisponierend sein (SLONE et al., 1982, PEARSON und WATERMAN, 1986, GUGLICK et al., 1996). Auch Melanome können bei infiltrativem Wachstum das Gewebe vorschädigen und zu einer Zerreißung führen (ARNOLD et al., 1978b, HUSKAMP und KOPF, 1995). SCHEIDEMANN, HUSKAMP und ODENKIRCHEN (2003) beobachteten bei Spontanrupturen stets einen zirkulären Verlauf unterschiedlichen Ausmaßes. In der Studie von CLAES et al. (2008) war von 99 untersuchten Fällen ein Pferd, das nach einer iatrogen verursachten Mastdarmläsion histologisch eine Vorschädigung der Darmwand zeigte. Es wurde eine devitalisierte Region mit nekrotischen Bereichen und Entzündungsanzeichen in der Muskelschicht, die durch eine schwerwiegende Verstopfung des kleinen Kolons entstanden war, gefunden (CLAES et al., 2008).

4.2.2. Prädisposition der Rektumläsion

Pferde mit einem engen Durchmesser des Mastdarms sind eher von einer Mastdarmläsion betroffen als Pferde mit einem weitleumigen Darm. Rassen mit engerem Darmrohr sind Traber, Galopper und das Arabische Vollblut (KOPF, 1992). Auch das Quarter Horse zählt bei den amerikanischen Autoren zu den Risikopatienten bei einer transrektalen Untersuchung (ARNOLD et al., 1978a, WATKINS et al., 1989). In einer Studie von

WATKINS et al. (1989) traten rektale Läsionen zu 63 % beim Quarter Horse und zu 20 % beim Arabischen Vollblut auf. Laut CLAES et al. (2008) waren das Arabische Vollblut und das amerikanische Miniaturpferd (American Miniature Horse) am häufigsten betroffen. Die genannten Rassen sind nicht nur aufgrund ihrer Größe, sondern auch wegen ihres unruhigen Verhaltens prädisponiert. Deswegen sollten bei diesen Rassen Fixierungsmaßnahmen und medikamentöse Spasmolytika zur Entspannung des Darms gehäufte Anwendung finden (ARNOLD et al., 1978a, CLAES et al., 2008). In der Tierklinik Hochmoor wurden 6284 Pferde aufgrund einer Kolikerkrankung transrektal untersucht. Von 19 untersuchten Isländern trat bei drei Pferden eine Ruptur des Rektums auf, drei von 57 untersuchten Arabern erlitten eine Mastdarmläsion, vier von 245 Vollblütern sowie bei vier von 667 Travern. Nur fünf von 4977 untersuchten Warmblutpferden perforierte der Mastdarm. Somit sind die in dieser Studie am häufigsten betroffenen Rassen Isländer, Araber, Vollblüter und Traber (HUSKAMP, 1994).

Ältere Pferde sind aufgrund der im Alter sich verändernden Darmmorphologie eher anfällig für eine Läsion des Mastdarms (KOPF, 1992, HUSKAMP, 1994, CLAES et al., 2008). HUSKAMP (1994) gab ein durchschnittliches Alter von 12,4 Jahren an, WATKINS (1989) dagegen gab ein mittleres Alter von sieben Jahren an. CLAES et al. (2008) beschrieben eine höhere Prävalenz im Alter von neun Jahren und älter. Dabei untersuchten sie 99 Fälle von rektalen Läsionen bei Pferden. Als Ursachen hierfür nannten sie einen im Alter zunehmend beweglicheren Reproduktionstrakt, eine steigende Zahl an transrektalen Untersuchungen bei subfertilen älteren Zuchtstuten und bei älteren Pferden, die öfter Krankheitsgeschehen mit der Notwendigkeit einer transrektalen Untersuchung zeigen. Zudem kommt es bei zunehmendem Alter zu einer Abnahme der Elastizität und zu degenerativen Veränderungen, die prädisponierend für eine Mastdarmläsion sind (ARNOLD et al., 1978a, CLAES et al., 2008).

Andererseits, haben sehr junge Pferde ebenfalls ein höheres Risiko einer Mastdarmläsion. Dies ist auf eine erhöhte Nervosität und größeren Unmut gegen die transrektale Untersuchung, bevor sie sich an diese gewöhnt

haben, zurückzuführen. Zudem haben sie ein engeres Darmrohr als ausgewachsene Pferde. Fohlen haben eine zerbrechliche Mukosa, so dass das Eingeben von Klistieren vorsichtig erfolgen sollte (ARNOLD et al., 1978a). KOPF (1992) empfiehlt, Fohlen und Kleinpferde aufgrund ihres kleinen Rektums von der transrektalen Untersuchung auszuschließen.

Aufgrund der häufigen transrektalen Untersuchung des Reproduktionstraktes erleiden signifikant mehr Stuten als Wallache und Hengste eine Rektumläsion (WATKINS et al., 1989, CLAES et al., 2008). In der Studie von WATKINS et al. (1989) waren von 35 Pferden 27 Stuten, sieben Hengste und ein Wallach mit einer Mastdarmläsion vorstellig. In einer anderen Studie wurden ebenfalls mehr Stuten als Hengste und Wallache mit rektalen Verletzungen gezählt. ARNOLD et al. (1978a) wiesen daraufhin, dass im Verhältnis zu der geringen Anzahl an untersuchten männlichen Tieren, das Vorkommen von Rektumläsionen bei Hengsten und Wallachen diesbezüglich hoch ist. Da sie seltener transrektal untersucht werden, sind sie bei der Untersuchung wehriger und erhöhen durch ihr Verhalten das Risiko einer rektalen Läsion durch die untersuchende Person (ARNOLD et al., 1978a, STAUFFER, 1981).

Prädisponierend kann auch die Erfahrung des Untersuchenden sein, wobei es hierzu geteilte Meinungen gibt. HUSKAMP (1994) geht davon aus, dass ungeübte Tierärzte und Studenten häufiger eine iatrogene Rektumläsion verursachen als geübte Tierärzte. ARNOLD et al. (1978a) fanden in ihrer Studie heraus, dass die Mehrheit der rektalen Verletzungen von praktizierenden Tierärzten (73,5 %; 25 von 34) und nicht von Studenten (20,6 %; 7 von 34) verursacht wurde. Zwei von 34 Verletzungen (5,9 %) wurden von den Besitzern der Pferde verursacht. MERKT et al. (1979) stellten fest, dass fast die Hälfte der von ihnen untersuchten Fälle rektaler iatrogenen Läsionen von erfahrenen Untersuchern verursacht wurde. Sie erklärten dies damit, dass der Untersucher von einer starken Presswelle überrascht wurde, ohne rechtzeitig reagieren zu können.

Auch sadistische Handlungen an Pferden werden als ursächlich für eine Mastdarmverletzung genannt (HUSKAMP, 1994); allerdings ist in der Literatur kein Fall beschrieben.

MERKT et al. (1979) wiesen darauf hin, dass in ihrer Studie die Mehrzahl von iatrogenen rektalen Läsionen passierte, als ein Plastikhandschuh verwendet wurde. Sie schlossen daraus, dass dieser aufgrund der Faltenbildung über der untersuchenden Hand eine Reizung der Darmwand und damit Peristaltik anregend wirken könnte, im Gegensatz zu einer Untersuchung mit Gummihandschuhen oder der bloßen Hand.

4.2.3. Patho-anatomische Lage der Rektumläsion

Fast alle Lokalisationen sind in der Literatur beschrieben worden, jedoch treten rektale Läsionen gehäuft im Bauchhöhlenabschnitt des Rektums dorsal oder dorsolateral in einer zehn bis zwei Uhr Position auf (WATKINS et al., 1989, CLAES et al., 2008). Eine Häufung von longitudinalen Verletzungen im Gegensatz zu transversalen wurde ebenfalls festgestellt. Die Distanz vom Anus betrug meist zwischen 25 bis 30 cm (HANSON, 2005). An dieser Stelle befindet sich der Mastdarm im peritonealen Bereich, so dass bei einer vollständigen Perforation immer eine Eröffnung der Bauchhöhle erfolgt (RICK, 1989). Prädisponierend für diese Stelle ist das leichte Absenken des Darmrohrs am vorderen Beckenrand in die Bauchhöhle hinein sowie die Verengung der Mastdarmampulle nach kranial, um ins absteigende Kolon überzugehen (ARNOLD et al., 1978a, HUSKAMP, 1994). Die durch die Knöchel des Handrückens verursachte Spannung an dem nach unten ziehenden Mastdarm ist ebenfalls ein Risikofaktor einer Verletzung an dieser Stelle. Gerade bei unruhigen Pferden, die den Schweif einklemmen, kann damit die Hand der untersuchenden Person gegen das Darmdach drücken und zu einer Ruptur führen (RICK, 1989).

Verschiedene Studien haben untersucht, ob es an dieser Stelle des Mastdarms anatomische Besonderheiten gibt, die eher zu einer Zerreißung führen könnten. KÖHLER et al. (1986a) definierten diese Stelle als Ort des kleinsten Widerstandes (*Locus minoris resistentiae*) und

konnten dies pathologisch nachweisen. Dieser Bereich entsteht durch die anatomischen Veränderungen der *Tunica muscularis* beim Übergang vom absteigenden Kolon in das Rektum. Am Ende des dorsalen Bandstreifens des kleinen Kolons kommt es zu einem Abweichen der longitudinalen Faserbündel nach lateral. Dadurch entsteht in der Medianen eine spitzwinkelige Fläche, die an beiden Seiten von den divergierenden Muskelfasersträngen begrenzt ist. Nach kaudal verjüngt sie sich wieder und misst an ihrer breitesten Stelle 4 bis 6 cm. Dort ist die *Tunica muscularis* am schwächsten ausgebildet. Diese deltoidförmige Fläche erstreckt sich über ca. 15 bis 20 cm. Die Gefäße dringen in diesem Bereich dorsolateral durch die *Tunica muscularis* zur Submukosa vor. An ihrer Durchtrittsstelle durch die longitudinale Schicht der *Tunica muscularis* sind die Muskelfasern dünner ausgebildet und lassen für die Blutgefäße einen deltoidförmigen Raum frei. In der Kreisfaserschicht der *Tunica muscularis* entstehen ebenfalls kleine quer gelegene Defekte. Dort sind am Übergang vom kleinen Kolon ins Rektum lokale Verdichtungen der Muskelfasern feststellbar, die sich in Form von Ringwülsten darstellen. Der Vergleich der Schichtdicke der *Tunica muscularis* im Bereich der deltoidförmigen Fläche zu der Schichtdicke in den Bereichen rechts und links von ihr, ergab einen signifikanten Unterschied. Die Fläche in der Medianebene ist deutlich dünner als an ihren Seiten. Histologisch konnten dagegen keine Besonderheiten gefunden werden, die eine Prädisposition für eine Läsion aufzeigen würden (KÖHLER et al., 1986a). Auch andere Autoren sehen in diesem Bereich eine Schwachstelle aufgrund der Gefäßversorgung des Rektums aus dem Mesorektum (ARNOLD et al., 1978a, WILSON und STONE, 1990, HANSON, 2005).

Ventrale Verletzungen sind bei Stuten während der Geburt häufig, da das Rektum durch eine Gliedmaße des Fohlens durch das Scheidendach perforiert werden kann. Dieser Effekt wird durch die Wehenkontraktion der Stute ausgelöst und verstärkt (KAY et al., 2008). Auch bei rektalen Verletzungen, die während des Deckaktes entstehen, ist die Lokalisation ventral (ARNOLD et al., 1978a, ARBEITER et al., 1990, HUSKAMP, 1994).

Es sind ebenso zirkumferente Rektumläsionen in der Literatur beschrieben (REECE, 1981, EMBERTSON et al., 1986, WATKINS et al., 1989). In der Studie von SCHEIDEMANN et al. (2003) lag bei fünf untersuchten Fällen bei zwei Pferden eine Vorschädigung des Darms vor. Ein weiterer Fallbericht ergab in der Sektion ebenfalls eine Vorschädigung des Darms. Es wurde eine Muskelhypertrophie vor der Perforationsstelle gefunden, zudem war die Haut um die Ruptur extrem zerbrechlich, so dass ein Abriss durch die transrektale Palpation durch den Pferdebesitzer prädisponiert war (REECE, 1981).

In der Studie von CLAES et al. (2008) wurden verschiedene Lokalisationen von Mastdarmverletzungen untersucht. Bei 51 % der untersuchten Fälle wurde die Läsion dorsal (zehn bis zwei Uhr Position) angetroffen. Ventrale und laterale Läsionen fanden in 19 % und 16 % der Fälle statt. Die Länge variierte von 1 bis 27 cm und war im Mittel 41 cm vom Anus entfernt. In einer anderen Studie erlitten 25 von 42 Pferden (59,5 %) eine Läsion im dorsalen Bereich des Rektums. Bei 23 von 42 (54,8 %) Pferden verlief die Verletzung longitudinal (ARNOLD et al. 1978).

Eine signifikante Relation der Ursache zu der Größe der Verletzung (25 cm im Mittel) wurde bei Geburtsstörungen gefunden. Diese sind mit großen rektalen Verletzungen aufgrund der starken Wehenkontraktionen, besonders bei einem falsch positioniertem Fetus, verbunden (CLAES et al., 2008).

4.3. Einteilung der Rektumläsion in Schweregrade

Weltweit wird die Rektumläsion in vier Schweregrade eingeteilt, wobei Grad drei noch in A und B unterteilt ist (ARNOLD et al., 1978a, WATKINS et al., 1989). Grad eins: Zerreißung der Mukosa und Submukosa (siehe Abb.1)

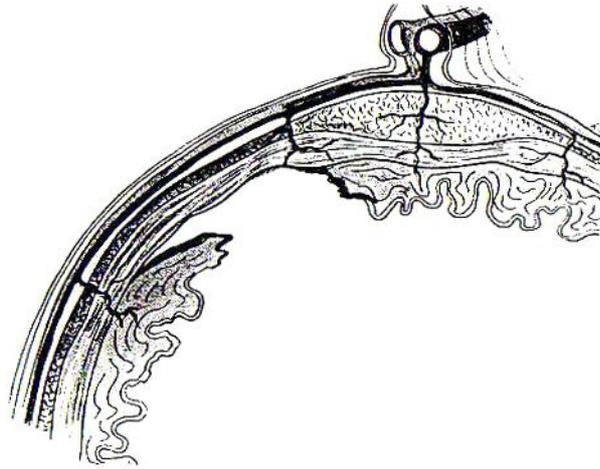


Abbildung 1: Rektumläsion ersten Grades (Rick, 1989).

Grad zwei: Zerreißung der Muskularis alleine, alle anderen Schichten bleiben intakt (siehe Abb.2). Schleimhaut und Unterschleimhaut können ein Divertikel in der Läsionsstelle bilden. Es ist kein Blut am Handschuh zu sehen, so dass Verletzungen zweiten Grades einen zufälligen Fund darstellen. Meist ist ein Divertikel fühlbar (RICK, 1989, HANSON, 2005). ARNOLD, MEAGHER und LOHSE (1978a) beschrieben eine Verletzung zweiten Grades als einen theoretischen Zustand, wobei in der Studie von CLAES et al. (2008) von zwei Pferden mit einer Rektumverletzung zweiten Grades berichtet wird.

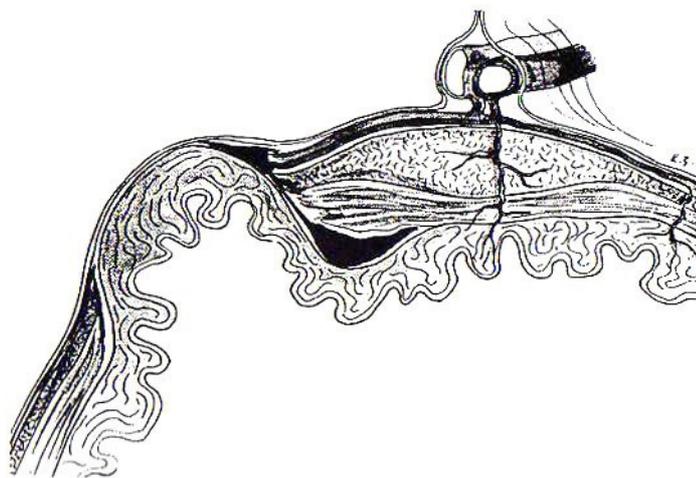


Abbildung 2: Rektumläsion zweiten Grades (Rick, 1989).

Grad drei: Zerreißung von Mukosa, Submukosa und Muskularis (siehe Abb.3).

Grad drei A: Serosa bleibt intakt (siehe Abb.3).

Grad drei B: Lokalisation dorsal, nur das Mesokolon bleibt intakt. Verletzungen dritten Grades können sich zu Verletzungen vierten Grades entwickeln (GERHARDS, 2001, HANSON, 2005).

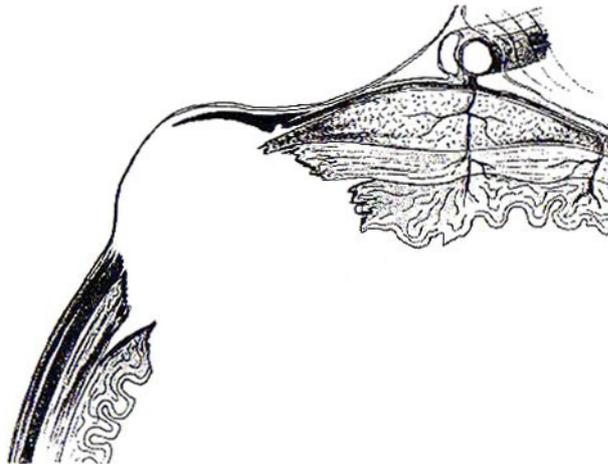


Abbildung 3: Rektumläsion dritten Grades (A) (Rick, 1989).

Grad vier: Zerreißung aller Schichten des Rektums (siehe Abb.4). Liegt die Läsionsstelle im Bereich der Bauchhöhle kommt es zur Kontamination mit Kot.

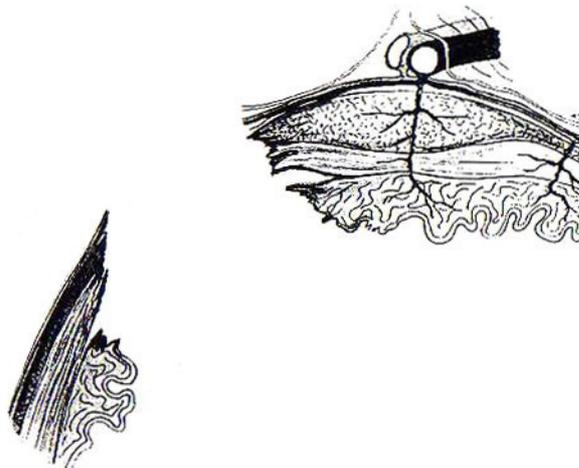


Abbildung 4: Rektumläsion vierten Grades (Rick, 1989).

Zirkumferente Abreibungen sind in der Literatur ebenfalls beschrieben (REECE, 1981, SCHEIDEMANN et al., 2003).

In der Studie von CLAES et al. (2008) hatten von 89 Pferden 19 Pferde (21,3 %) eine Rektumläsion ersten Grades, zwei Pferde (2,2 %) eine Verletzung des Rektums zweiten Grades. 26 Pferde (29,2 %) erlitten eine Mastdarmläsion dritten Grades sowie 42 Pferde (47,2 %) eine Läsion vierten Grades (CLAES et al., 2008). Grad drei Läsionen waren am häufigsten in der Untersuchung von WATKINS et al. (1989) (83 %), dabei lagen Grad drei A Läsionen zu 66 % und Grad drei B Läsionen zu 34 % vor. Grad vier Verletzungen wurden bei neun von 35 Pferden (25,7 %) festgestellt. In einer Studie von EASTMAN (1999) kam eine Läsion ersten Grades bei 15 von 83 (18,1 %) untersuchten Fällen vor, eine Verletzung zweiten Grades trat bei drei Pferden auf (3,6 %), 22 Pferde (26,5 %) erlitten eine Grad drei A Verletzung, 13 Pferde (15,6 %) eine Läsion vom Grad drei B und 30 Pferde (36,1 %) hatten eine vollständige Perforation des Rektums (EASTMAN et al., 1999).

HUSKAMP (1994) modifizierte die schon bestehende Einteilung wie folgt: Grad eins ist äquivalent zu der Einteilung von ARNOLD et al (1978a). Grad zwei fällt bei seiner Einteilung weg, so dass Grad drei zu Grad zwei wird. Die Unterscheidung einer Verletzung zweiten Grades zwischen Erhalt der Serosa oder des Mesorektums bleibt bestehen. Grad drei entspricht wiederum Grad vier (HUSKAMP, 1994).

In dieser Arbeit wird die international anerkannte Einteilung nach ARNOLD et al. (1978a) verwendet.

4.4. Klinische Symptome und Erstversorgung sowie Wahl der Behandlungsmethode

Entscheidend für das Gelingen einer Versorgung der Rektumläsion ist die Zeitspanne, in welcher eine Therapie eingeleitet wird. Dabei gilt: Je schneller gehandelt wird, desto besser ist die Heilungs- bzw. Überlebenschance des Pferdes.

Die Erstversorgung von Rektumläsionen hat einen entscheidenden Einfluss auf das Resultat der Behandlung (TAYLOR et al., 1999).

Die Symptome können sehr variabel sein. Pferde mit einer rektalen Läsion können innerhalb von Minuten klinische Anzeichen einer Kolik mit Depression zeigen, manche aber bleiben über mehrere Stunden stabil, bis sich erste Symptome zeigen. Schwitzen, Unruhe und Schmerz sind häufig. Pulsfrequenz und Atmungsfrequenz und die Körpertemperatur steigen an (ARNOLD et al., 1978a, BROWN, 1982, GERHARDS, 2001, HANSON, 2005). Meist wird sich der untersuchende Tierarzt durch einen blutverschmierten Handschuh nach der transrektalen Palpation einer iatrogenen Rektumläsion bewusst. Auch ein plötzliches Nachlassen des intraluminalen Druckes ist ein Hinweis auf eine iatrogene Mastdarmläsion (RICK 1989; HANSON 2005). Hellrotes Blut in geringer Menge am Handschuh ist ein Hinweis auf eine geringgradige Verletzung (Grad eins), während eine größere Menge frischen und koagulierten Blutes auf eine schwerwiegendere Verletzung hinweist (Grad drei und vier; ARNOLD et al., 1978a). In diesem Moment ist es unabdingbar, zuallererst den Besitzer zu informieren und ihm die Ernstlage der Situation bewusst zu machen, um gemeinsam die richtigen Entscheidungen für das Pferd zu treffen (BROWN, 1982, TAYLOR et al., 1999, ARNOLD et al., 1978a). Eine eingehende Allgemeinuntersuchung des Pferdes ist erforderlich, um die bereits eingetretenen Auswirkungen der Verletzung beurteilen zu können, gegebenenfalls sind Blutuntersuchungen durchzuführen. Auf Schocksymptome ist besonders zu achten (GERHARDS, 2001). Eine Parazentese gibt Aufschluss darüber, ob die Bauchhöhle schon mit Kot kontaminiert ist und sich eine sog. „Kotperitonitis“ entwickelt hat (ARNOLD et al., 1978b). HANSON (2005) gibt bei Verletzungen dritten und vierten Grades einen Anstieg der Zellzahl im Bauchpunktat von 50,000 Zellen pro μl Punktat innerhalb von 30 min an. Es ist unbedingt notwendig zu evaluieren, welcher Grad von Verletzung vorliegt und ob diese schon mit Kot kontaminiert wurde. Eine Kontamination mit Kot führt zur Gewebenekrose und zu einer möglichen totalen Perforation, so dass sich die Prognose entscheidend verschlechtert. Dabei sollte der erfahrenste Untersucher die Palpation durchführen.

Eine erneute Untersuchung des Rektums mit großzügig mit Gleitmittel versehender bloßer Hand und unter Ausschaltung der Peristaltik ist

erforderlich, um die Gradeinteilung, die Lage im Darmrohr sowie die Länge der Verletzung und ihre Entfernung vom Anus zu bestimmen (TAYLOR et al., 1999, GERHARDS, 2001). Verschiedene Instrumente sind zur eingehenden transrektalen Untersuchung nach einer Rektumläsion zur Anwendung gekommen. SPENSLEY et al. (1985) entwickelten das sog. expandierende transrektale Spekulum mit einer Länge von 64 cm, das zusätzlich mit einem flexiblen Licht versehen werden kann. Dieses Instrument führt zu einer Erweiterung des rektalen Diameters auf 11,5 cm und stellt die Schleimhaut auf einer Länge von 53 cm dar (SPENSLEY et al., 1985). Eine Untersuchung mit einem vaginalen Caslick Spekulum sowie einem flexiblen Endoskop ist ebenfalls möglich; hierbei kann sich allerdings die Darmmukosa um diese Apparaturen falten und somit die direkte Visualisierung schwierig gestalten (RICK, 1989, SPENSLEY et al., 1985, SAYEGH et al., 1996). Die Untersuchung mit bloßer Hand ergibt die meisten Informationen und ist für den schon geschädigten Darm am schonendsten. Eine epidurale Anästhesie, Sedation und die erneute Gabe von Spasmolytika sind notwendig (SAYEGH et al., 1996., ARNOLD et al., 1978b, GERHARDS, 2001, HANSON, 2005, EASTMAN und TAYLOR, 2008). Eine intravenöse Injektion von 30 mg Propanthelinbromid erreicht bei sofortigem Wirkungseintritt eine Peristaltikhemmung von etwa zwei Stunden. Diese Zeitspanne ist ausreichend, um das verletzte Pferd in eine Klinik transportieren zu lassen (ARNOLD et al., 1978b, MERKT et al., 1979). Der Transportreiz gibt dabei keine Verminderung oder Aufhebung der peristaltikhemmenden Wirkung. Buscopan[®] comp. wirkte in der angewandten Dosis (30 ml i. v.) nicht peristaltikhemmend (MERKT et al., 1979). Atropin wird von einigen Autoren (SAYEGH et al., 1996., GERHARDS, 2001, HANSON, 2005) ebenfalls empfohlen. HANSON (2005) gab eine einmalige Dosis von 0,044 mg/kg intramuskulär injiziert an, die eine Reduktion der Darmmotilität von bis zu 12 Stunden gewährleistete. Dabei muss beachtet werden, dass es bei der wiederholten oder überdosierten Applikation von Atropin zu gastrointestinalen Nebenwirkungen kommen kann. Diese sind: ein verlängerter Ileus, eine abdominale Tympanie, sowie geringgradige bis mittelgradige Schmerzen des Abdomens und eine erhöhte Herzfrequenz

(RICK, 1989).

Für eine zusätzliche effektive und sichere epidurale Anästhesie empfehlen SAGEYH et al. (1996) Xylazin in einer Dosierung von 0,17 mg/kg in 10 ml steriler Kochsalzlösung. HODGE und VACHON (1986) empfehlen 5 ml Mepivacainhydrochlorid. HANSON (2005) dagegen gab eine Kombination aus Xylazin und Carbocain für einen lang andauernden Effekt an.

Wird bei der erneuten Untersuchung des Mastdarms eine dünne flatternde Membran gefühlt, ist dies meist eine Verletzung ersten Grades. Eine Eindellung mit dicker Wand, wo nur eine dünne Membran ein Durchtreten in die Bauchhöhle verhindert, ist meist eine Verletzung dritten Grades (ARNOLD et al., 1978a). Ist die untersuchende Hand frei beweglich und fühlt wenig Widerstand, handelt es sich um eine Verletzung vierten Grades, und die Hand befindet sich in der freien Bauchhöhle. Kotballen, die in oder in der Nähe der Perforationsstelle gefühlt werden, sollten vorsichtig entfernt werden (TAYLOR et al., 1999). Nach dieser Beurteilung muss der Besitzer über die Folgen der Rektumläsion, deren Therapiemöglichkeiten, ihre Prognose und deren Kosten aufgeklärt werden sowie über eine mögliche Euthanasie nachgedacht werden (GERHARDS, 2001).

Breitspektrumantibiotika (Trimethoprim-Sulfonamide, Penicillin-Gentamicin) sowie Analgetika, wie Flunixin-Meglumin, sollten verabreicht werden, um Infektionen so schnell wie möglich vorzubeugen (GERHARDS, 2001). SAGEYH et al. (1996) gaben folgende Dosierungen an: 22.000 IE/kg Penicillin alle sechs Stunden, Gentamicin 6,6 mg/kg alle 24 Stunden, Flunixin-Meglumin 0,25 – 1 mg/kg alle acht Stunden. Eine intravenöse Flüssigkeitssubstitution ist gegen die Entwicklungen eines Endotoxinschocks sinnvoll (RICK, 1989). Um den Kot so weich wie möglich zu machen und um die Kotpassage zu erleichtern, wird dem Pferd per Nasenschlundsonde Paraffinöl eingegeben. Ebenso sollte eine Tetanus-Prophylaxe durchgeführt werden (ARNOLD et al., 1978b, HANSON, 2005).

Die Wahl der Behandlungsmethode ist abhängig vom Schweregrad der Verletzung. Während bei Verletzungen ersten und zweiten Grades eine konservative Behandlung möglich ist, muss bei Verletzungen dritten und

vierten Grades unverzüglich chirurgisch vorgegangen werden. Wenn keine chirurgische Versorgung an Ort und Stelle erfolgt, muss das Pferd für den Transport vorbereitet werden. Die Ruhigstellung des Darms wie oben beschrieben ist notwendig, zudem muss verhindert werden, dass die Wunde weiter mit Kot kontaminiert wird oder sich vergrößert. Dies kann durch eine Rektumtamponade verhindert werden (BAIRD et al., 1989, EASTMAN und TAYLOR, 2008). Nachdem sämtlicher mit der Hand erreichbarer Kot aus dem Rektum vorsichtig entfernt wurde, wird in den Mastdarm eine Baumwolltamponade appliziert. Diese besteht aus einer 7,5 cm langen Stockinette, die mit 0,25 kg weicher Baumwollfaser umwickelt und mit Povidon-Jod besprüht sowie reichlich mit Gleitmittel versehen wird. Die Tamponade wird vom Anus bis 10 cm vor die Verletzung geschoben. Es sollte darauf geachtet werden, den Mastdarm und nicht die Läsion mit der Tamponade zu füllen. Der Anus wird daraufhin mit Tuchklemmen oder einer Tabaksbeutelnaht verschlossen (SAYEGH et al., 1996, BAIRD et al., 1989, GERHARDS, 2001, HANSON, 2005, EASTMAN und TAYLOR, 2008). Die rektale Abdichtung - kombiniert mit einer epiduralen Anästhesie - hat bei Verletzungen dritten Grades eine großflächige Kontamination der Bauchhöhle verhindert (SAYEGH et al., 1996).

4.5. Behandlungsmethoden der Rektumläsion

4.5.1. Konservative Behandlung

Eine sekundäre Wundheilung ohne chirurgische Intervention wird meist bei Grad eins und Grad zwei Rupturen angestrebt und hat gute Erfolgschancen (RICK, 1989). Eine vollständige Heilung ist sieben bis 14 Tage nach der Verletzung abgeschlossen (SAYEGH et al., 1996). Das betroffene Pferd wird in einer Klinik aufgestellt und sorgsam überwacht. Regelmäßige Blutuntersuchungen und Untersuchungen des Bauchhöhlenpunktats müssen durchgeführt werden (HANSON, 2005). Die Ersttherapie mit Breitspektrumantibiotika und Nicht-Steroidalen-Antiphlogistika (NSAIDs) wird fortgesetzt. Falls eine Dehydratation besteht, ist eine intravenöse Flüssigkeitstherapie notwendig (RICK, 1989). Zudem wird versucht, den Kot so weich wie möglich zu halten. Dies

gelingt mit der regelmäßigen Eingabe von Paraffinöl über eine Nasenschlundsonde sowie die Fütterung von Kleie mit Paraffinöl und Gras (RICK, 1989, GERHARDS, 2001, HANSON, 2005). Die intensive Beobachtung des Patienten mit ihren Maßnahmen sollte sich über sieben bis 14 Tage erstrecken. Anschließend muss mittels transrektaler Untersuchung die Wundheilung kontrolliert werden, allerdings ist eine zu häufige Kontrolle wegen erneuter Darmreizung nicht empfehlenswert (GERHARDS, 2001). Eine unzulängliche Heilung kann dabei zu einer Abszess- oder Fistelbildung führen (HANSON, 2005).

MAIR (2000) behandelte acht Pferde mit einer iatrogenen Grad drei B Mastdarmverletzung ausschließlich mit einer medikamentösen Therapie und diätetischen Maßnahmen. Die medikamentöse Therapie ab dem Zeitpunkt der Einlieferung bestand aus: Natriumbenzylpenicillin (22.000 IU/kg i. v. alle 6 h), Gentamicin (2,2 mg/kg i. v. alle 8 h oder 6,6 mg/kg i. v. alle 24 h), Metronidazol (15 – 20 mg/kg per os alle 12 h), Flunixin-Meglumin (0,5 – 1,0 mg/kg i. v. gefolgt von 0,25 mg/kg i. v. alle 6 – 8 h). Alle Pferde bekamen täglich zusätzlich flüssiges Paraffinöl durch eine Nasenschlundsonde für 2 – 5 Tage. Dieses wurde, wenn nötig, wiederholt. Allen Pferden wurde Gras und Kleiemash gefüttert. Einige Pferde erhielten zusätzlich eine intravenöse Flüssigkeitstherapie mit Kochsalzlösung und eine intravenöse Plasmatherapie sowie Heparin 40 – 80 IE/kg subkutan alle acht Stunden. Bei fünf Pferden wurde der Kot aus dem Rektum und der Verletzung unter Sedation und epiduraler Anästhesie täglich ausgeräumt. Alle acht Pferde entwickelten eine Peritonitis, die bei sechs Pferden geheilt wurde. Bei drei dieser Pferde entwickelten sich Divertikel, die keinerlei klinische Probleme verursachten (1 bis 4 Jahre nach der Erstversorgung). Zwei Pferde wurden aufgrund von schwerwiegender Peritonitis eingeschläfert (MAIR, 2000).

KATZ und RAGLE (1999) behandelten ebenfalls vier Pferde mit einer Grad drei B Verletzung konservativ. Neben einer ähnlichen medikamentösen und diätetischen Therapie wurden eine Woche lang das Rektum und die Verletzung unter Sedation und epiduraler Anästhesie alle ein bis zwei Stunden von Kot gesäubert. Dabei wurden im Durchschnitt fünf epidurale Anästhesien innerhalb der ersten 72 Stunden appliziert. Alle

vier Pferde wurden nach zwei Wochen aus der Klinik entlassen und drei von ihnen waren ein Jahr nach Entlassung bei ungestörtem Allgemeinbefinden. Der Vorteil dieser Technik war ein Umgehen der Komplikationen einer Operation sowie eine kontinuierliche Überwachung der Rektumläsion (KATZ und RAGLE, 1997).

Ein Fallbericht von 1997 berichtet von einem 30 jährigen Morgan Quarter Horse Wallach mit einer mehrere Tage alten retroperitonealen Grad vier Perforation. Dieses Pferd wurde ebenfalls, wie in den anderen Fällen, medikamentös behandelt, und die Perforation wurde zweimal täglich mit Povidon-Jod vorsichtig gespült. Nach einer Woche war die retroperitoneale Verletzung abgeheilt (MAZAN, 1997).

Von elf konservativ behandelten Pferden (Breitspektrumantibiose, Flüssigkeitstherapie, Diät) überlebten 82 % (neun Pferde). Die Verletzung betraf nur die Mukosa oder Submukosa (ARNOLD et al., 1978b). In einer weiteren Studie von EASTMAN (2008) wurden 93 % (14 von 15 Pferden) der Pferde mit einer Verletzung ersten Grades gesund aus der Klinik entlassen. Dabei wurde bei neun Tieren eine medikamentöse Therapie angewendet, bei den restlichen sechs wurde kein Therapieversuch gestartet. Verletzungen ersten und zweiten Grades haben bei entsprechender konservativer Behandlung eine vorsichtige bis gute Prognose (EASTMAN und TAYLOR, 2008).

4.5.2. Rektaler Kunststoffschlauch (engl. Temporarily Indwelling Rectal Liner, TIRL)

Diese Methode beschleunigt die sekundäre Wundheilung durch ausreichenden Schutz vor erneuter Kontamination (SAYEGH et al., 1996). Der TIRL wird vor der Operation wie folgt vorbereitet: Ein 10 cm langer und 5 cm im Durchmesser breiter Plastikring wird zu einem 5 x 7,5 cm großen Ring zugeschnitten. 1,5 cm vom Rand der zentralen Einkerbung werden Löcher in regelmäßigen Abständen zueinander gebohrt, so dass ein 5 USP (metric 1) starker Faden durchgezogen werden kann, um eine fortlaufende Verankerungsnaht zu bilden. Von einem langen Einmalhandschuh wird die Hand abgeschnitten, und der Ring wird in das

schmale Ende des Handschuhs eingefügt. Ein Gummiband wird nun um den Handschuh und Ring am anderen Ende der zentralen Einkerbung, wo die Verankerungsnaht sich befindet, gelegt. Anschließend wird der Handschuh mit Klebstoff an dem Ende des Rings befestigt und über den Ring gestülpt. Dieses verhindert eine Irritation der Darmschleimhaut durch das Gummiband, das abgeschnittene Ende des Handschuhs oder den Klebstoff (TAYLOR et al., 1987, siehe Abb.5).

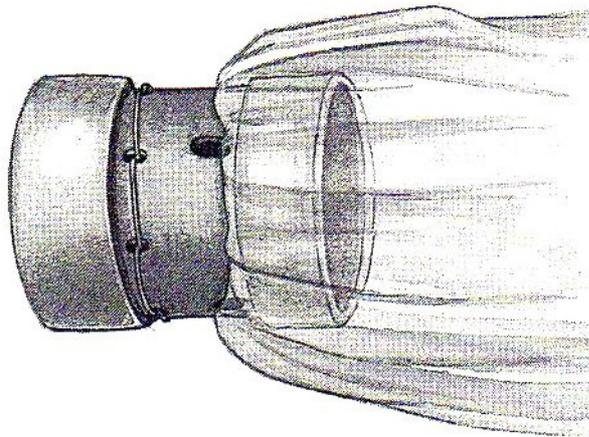


Abbildung 5: Vorbereitung des TIRL (ADAMS und FESSLER, 2002).

Der Patient wird in Rückenlage unter Vollnarkose positioniert und das Operationsfeld wird für eine mediane Laparotomie aseptisch vorbereitet. Zuerst sollte das Kolon ausgeräumt werden, um ein Nachschieben von Kot für die ersten kritischen Stunden zu verhindern. Der TIRL wird nun von einer Hilfsperson, die nicht an der Laparotomie teilnimmt, in das Rektum eingeführt, bis sie den Ring nicht mehr erreichen kann. Der Chirurg platziert nun den Ring vor die Verletzung. Eine zirkumferente Naht mit absorbierbarem Faden wird um den Darm an der zentralen Kerbe des Rings gelegt und angezogen. Vier absorbierbare Haltefäden werden in regelmäßigen Abständen um den Darm, die zirkumferente Naht und durch die Verankerungsnaht am Ring gesetzt. Anschließend wird durch eine Lembert-Naht mit einem 2 bis 0 USP (metric 3) starken Faden der Darm über der zirkumferenten Naht zusammengenäht, um einen Kontinuitätsverlust des Darmes zu verhindern, wenn sich der Ring sieben bis zehn Tage post operationem ablöst (siehe Abb.6).

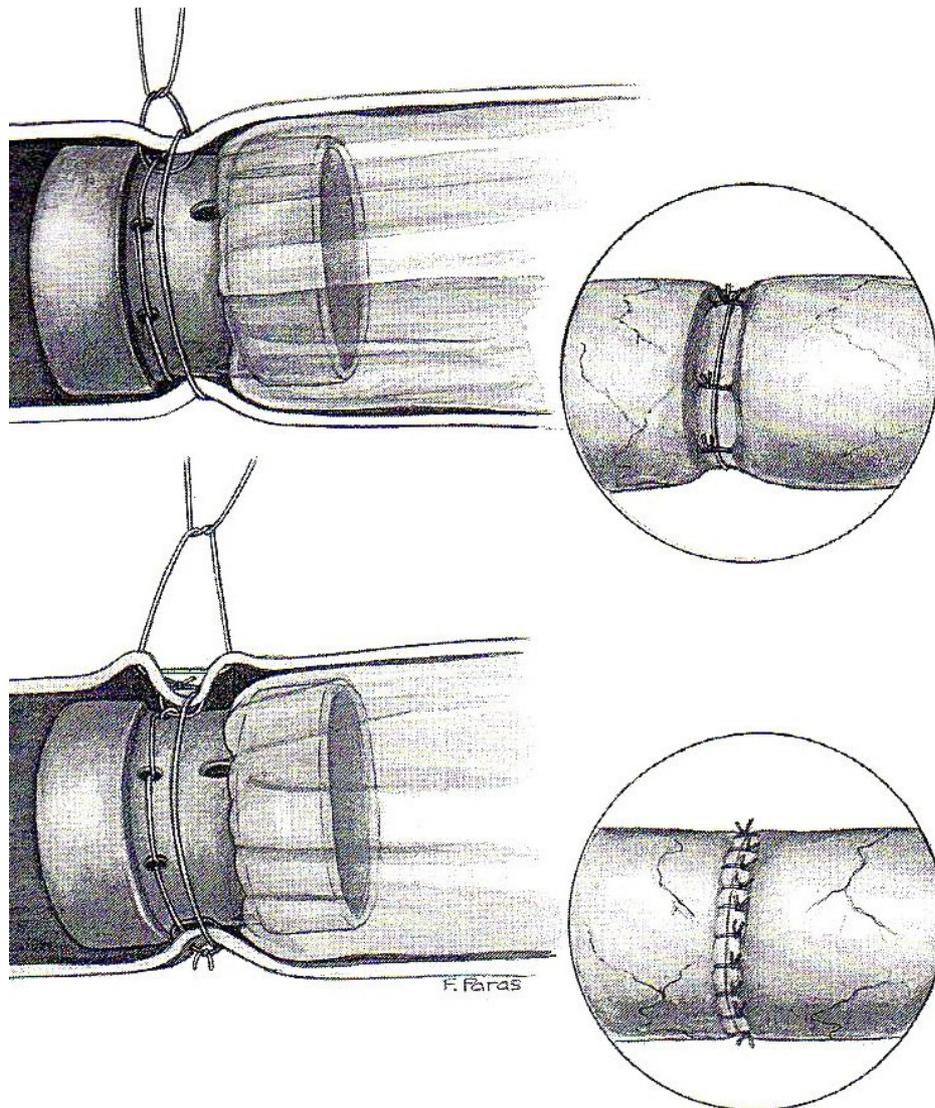


Abbildung 6: Fixierung des TIRL im Darmrohr (ADAMS und FESSLER, 2002).

Eine Lavage der Bauchhöhle erfolgt anschließend und ein Drainageschlauch wird in die Bauchwunde eingelegt, um eine erneute Spülung dieser zu ermöglichen (TAYLOR et al., 1987). Es sollte trotz Applikation des TIRL versucht werden, besonders bei Verletzungen dritten und vierten Grades, diese zu verschließen, um die Gefahr einer Peritonitis und die Bildung von permanenten Fisteln zu vermindern (TAYLOR et al., 1987, RICK, 1989, WILSON und STONE, 1990, SAYEGH et al., 1996, ADAMS und FESSLER, 2002). Um ein Einziehen des Schlauches in das Rektum zu verhindern, wurde ein Niederlegen der Pferde während der Heilungsphase verhindert (TAYLOR et al., 1987). ADAMS und FESSLER

(2002) empfehlen aufgrund der Länge des TIRL eine Endoskopkammerhülle. Das postoperative Management beinhaltet die Gabe von Breitspektrumantibiotika und NSAIDs, zudem sollte eine den Kot weichmachende Diät gefüttert werden. Die Bauchhöhle sollte alle zwei bis drei Tage mit warmer Kochsalzlösung gespült werden. Die rektale Verletzung wird bei vorsichtiger transrektaler Palpation alle zwei bis drei Tage kontrolliert. Ein Vorteil dieser Technik besteht darin, dass gegenüber der Kolostomie nur eine Operation notwendig ist.

4.5.3. Kolostomie

Die Vorteile eines *Anus praeter naturalis*, eines künstlichen Darmausganges, sind folgende: Eine Kontamination mit Kot wird weitestgehend ausgeschlossen. Die temporäre Kolostomie kann so lange verbleiben, bis die Wundheilung vollständig abgeschlossen ist. Ein Nachteil dieser Technik ist die Notwendigkeit einer zweiten Operation in Vollnarkose mit den entsprechenden Komplikationen. Es wird empfohlen, eine Kolostomie durchzuführen, wenn mehr als 25 % des Umfang des Darmrohres perforiert sind, wenn das Rektum einen zu kleinen Durchmesser für einen transrektalen Verschluss hat oder die Verletzung zu weit kranial liegt (SAYEGH et al., 1996). Die seitliche Bauchwand eignet sich am besten für eine Kolostomie, da in dieser Region eine sehr geringe Muskelkontraktion während der Bewegung stattfindet. Dieses vereinfacht die Heilung des Darms an die Bauchwand (STASHAK und KNIGHT, 1978).

4.5.3.1. Schleifenkolostomie

Diese Operationstechnik kann am stehend sedierten Pferd oder in Vollnarkose liegend durchgeführt werden. Zudem kann durch eine oder zwei Laparotomien operiert werden. Der Vorteil gegenüber der Endkolostomie ist eine einfachere Operationstechnik sowie der ständige Zugang zum kaudalen Segment des kleinen Kolons. So kann bei einer beginnenden Atrophie dieses Darmsegments eingegriffen werden. Eine mögliche Passage von Kot vorbei an der Läsionsstelle ist ein Nachteil

dieser Technik (RICK, 1989). Der Vorteil einer stehenden Operation ist ein geringeres Risiko, das Stoma bei der Aufstehphase zu traumatisieren. Es kann jedoch kein Kotmaterial aus dem Kolon entfernt werden. Zudem ist eine Operation in Vollnarkose von Vorteil, wenn die Läsionsstelle über eine mediane Laparotomie erreicht werden soll (ADAMS und FESSLER, 2002). Für eine Operation in Vollnarkose werden die Inzisionstellen aseptisch vorbereitet. Der Zugang zur Bauchhöhle erfolgt durch einen paralumbalen Schnitt durch alle Schichten der Bauchwand, durch den das absteigende Kolon kranial der Läsionsstelle exploriert wird. Anschließend wird das Kolon mit sich selbst, eine Schleife formend, mittels einer 8 cm langen fortlaufenden Lembert-Naht 0 USP (metric 3,5; Polydioxanfaden) zusammen genäht (ADAMS und FESSLER, 2002). Ein zweiter 8 cm langer Schnitt in die Flanke, kranial und über der Flankengrube parallel zur letzten Rippe, wird gesetzt. Die Schleife wird 5 bis 8 cm durch diese untere Inzision so platziert, dass der orale Teil kranioventral in der Öffnung liegt. Das antimesenteriale Band zeigt dabei nach außen. Die seromuskuläre Schicht wird nun mit dem subkutanen Gewebe der Bauchwand mittels eines 0 USP starken (metric 3,5) Polydioxanfadens und einfachen Einzelheften im Abstand von 6 bis 8 mm genäht. Anschließend wird das antimesenteriale Band 7 bis 8 cm lang eröffnet. Die Ränder des nun aufgeschnittenen Darms werden in allen Schichten an die Haut in Einzelheften oder fortlaufend adaptiert. Hierzu wird ein 0 USP starker (metric 3,5) Polypropylenfaden empfohlen (ADAMS und FESSLER, 2002; siehe Abb.7). Postoperativ soll eine laxierende Diät gefüttert werden. Die rektale Verletzung heilt sekundär und kann gegebenenfalls alle ein bis drei Tage unter endoskopischer Kontrolle vorsichtig gespült werden. Um eine Atrophie des aboralen Kolonanteiles zu verhindern, kann dieses täglich mit 20 Litern warmen Wassers gespült werden. Das medikamentöse Management des Patienten gleicht dem aller anderen Verfahren (Breitspektrumantibiotika, NSAIDs, Bauchhöhlenspülungen).

Figure 23-1.

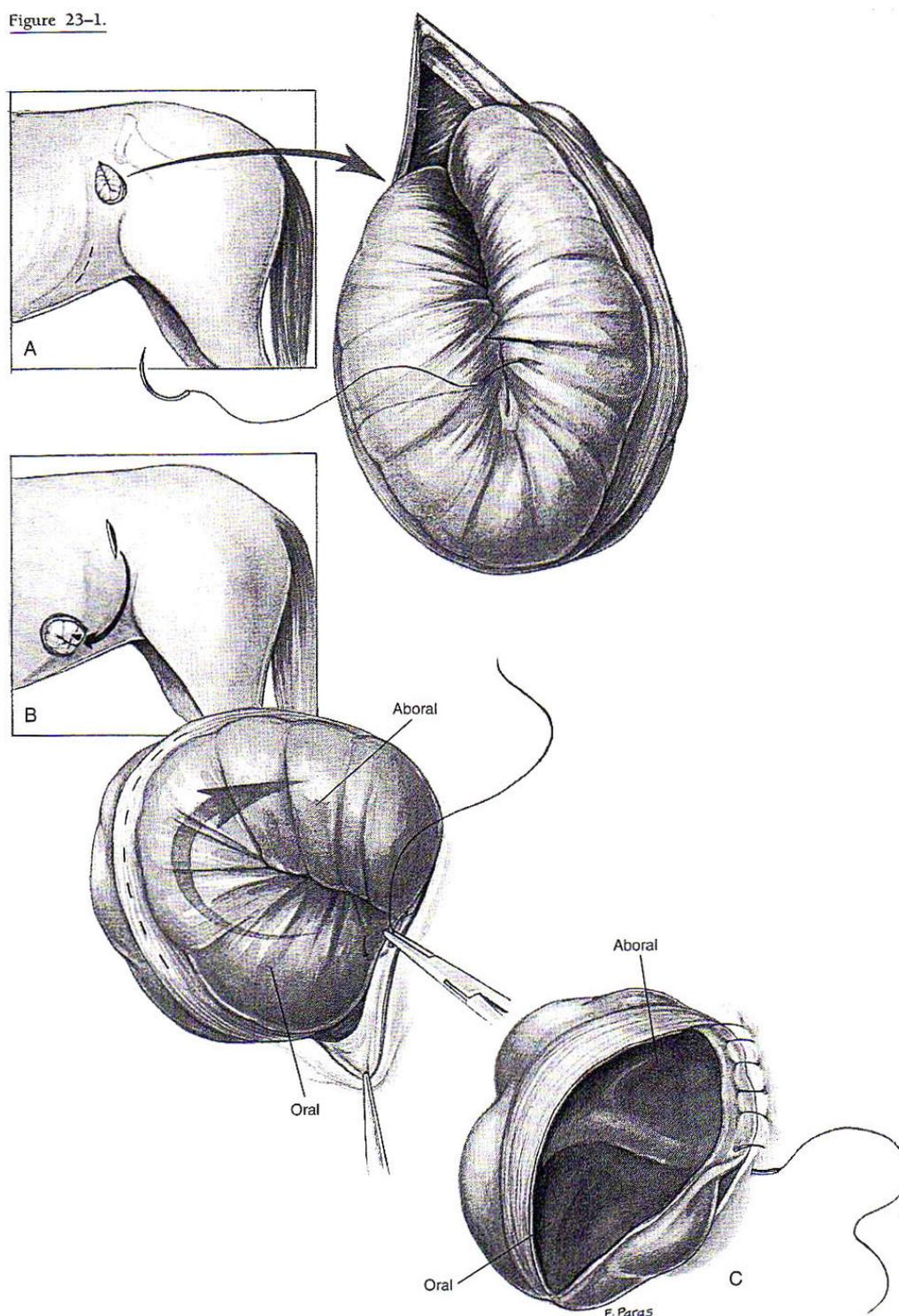


Abbildung 7: Durchführung der Schleifenkolostomie (ADAMS und FESSLER, 2002).

Nach Heilung der Rektumläsion wird die Kolostomie wieder zurückverlegt und verschlossen. Eine zirkumferente Schnitfführung durch die Haut 1 cm um das Stoma wird durchgeführt und die Haut des Stomas schichtgerecht

mit einer einfachen fortlaufenden Naht adaptiert. In einem zweiten chirurgischen Zugang werden beide Darmenden vollständig von der Bauchwand gelöst und eine End-zu-End-Anastomose mittels einer zwei Schichten Naht (einfache Einzelhefte und Cushing Naht) durchgeführt. Das aborale Ende sollte dabei in einem 45° Winkel abgeschnitten werden, um einen größeren Durchmesser für die Anastomose mit dem weiteren oralen Kolonteil zu gewährleisten. Die Bauchhöhle wird gespült, und die zweite Flankeninzision wird mit einer einfachen fortlaufenden Naht verschlossen. Eine Matratzennaht sollte verwendet werden, wenn die Wunde zuviel Spannung aufweist (ADAMS und FESSLER, 2002). Rick (1989) empfahl diese Operation durch eine einzige paralumbale Inzision durchzuführen. Eine Naht des Darms zu einer Schleife beschrieb er dabei nicht. Der Darm sollte in einer Schleife durch die Inzision exploriert werden, so dass sie am dorsalen Inzisionsrand adaptiert werden konnte. Die seromuskuläre Schicht wurde an den Rändern des äußeren schiefen Bauchmuskels mit einfachen Einzelheften, einen absorbierbaren 0 USP (metric 3,5) starken Faden benutzend, adaptiert. Anschließend wurde die Schleife 6 cm am antimesenterischen Band bis in das Darmlumen eingeschnitten. Die so entstanden Ränder der Mukosa wurden mit einfachen Einzelheften mittels eines 2 – 0 USP (metric 3) starken Fadens an die Haut angenäht. Bei der Reanastomose der Schleifenkolostomie wurde wie folgt vorgegangen: Im ersten Schritt wurde die Verbindung zur Haut und zum äußeren schrägen Bauchmuskel vorsichtig von den Rändern des absteigenden Kolons getrennt. Falls dieser Darmabschnitt sich als stark traumatisiert erwies, wurde dieses Stück abgetrennt und eine End-zu-End-Anastomose durchgeführt. Der Verschluss des antimesenterialen Bandes erfolgte mit doppelt einstülpenden Heften mit einem absorbierbaren 2 – 0 USP (metric 3) starken Faden. Die Flankeninzision wurde in der üblichen Vorgehensweise verschlossen (RICK, 1989).

FREEMAN et al. (1992) führten bei zehn Pferden eine Schleifenkolostomie durch. Ursächlich für diesen Eingriff waren bei sechs Pferden eine Mastdarmverletzung dritten Grades, bei vier Pferden waren andere Magendarmtrakterkrankungen die Ursache. Bei sieben Pferden wurde die Operation mit nur einer Schnittführung an der Flanke

durchgeführt. Bei drei Pferden wurden zwei Flankenlaparotomien stehend vorgenommen. Bei fünf Pferden wurde die Kolostomie wieder verschlossen, von denen zwei Pferde (20 %) mit einer Grad drei Verletzung des Rektums als gesund entlassen werden konnten. Bei zwei der acht (25 %) verstorbenen Pferde waren kolostomiebedingte Komplikationen ursächlich. Die anderen sechs wurden aufgrund der ursprünglichen Erkrankung oder ihrer Komplikation eingeschläfert. Die Autoren empfahlen diese Technik für die Behandlung von Rektumläsionen, sofern sie zügig erfolgt. Zudem hielten sie die Operationstechnik mit zwei chirurgischen Zugängen für geeigneter, da bei dieser Technik das Risiko einer peristomalen Hernie oder eines stomalen Vorfalles geringer ist (FREEMAN et al., 1992).

In einer anderen Studie von 1995 wurden sechs Pferde mit einer Mastdarmläsion dritten Grades unter Vollnarkose mit nur einem Zugang operiert. Bei einem Pferd wurde die Schleifenkolostomie stehend durchgeführt. Bei sechs Pferden wurde die Kolostomie 13 bis 30 Tage nach der ersten Operation wieder zurückverlagert und fünf Pferde wurden 31 bis 45 Tage nach Einlieferung als gesund entlassen. Vier von sieben Pferden (57,1 %) waren bei der Folgeuntersuchung nach drei bis zwölf Monaten gesund. Die meisten Komplikationen, die bei dieser Operationstechnik auftreten, sind eine Kolostomiedehiszenz, eine Verklebung des Kolons mit der paralumbalen Bauchwand und eine unterschiedliche Größe des Darmlumens nach der Kolostomie (BLIKSLAGER et al., 1995).

4.5.3.2. Endkolostomie

Bei dieser Technik wird eine Kontamination der Läsionsstelle mit Kot vollständig verhindert (STASHAK und KNIGHT, 1978). In Vollnarkose können ein oder zwei Zugänge gelegt werden. Das Operationsfeld wird aseptisch vorbereitet. Der erste Schnitt an der paralumbalen Flanke wird genutzt, um erste Manipulationen am Darm vorzunehmen und die Bauchhöhle zu untersuchen. Eine zweite Inzision wird im unteren Flankenbereich vorgenommen. Es ist dabei wichtig, eine leicht runde Form auszuschneiden, die im Durchmesser etwas kleiner als der

Durchmesser des absteigenden Kolons ist (7 - 10 cm). Durch diesen Schnitt wird das vordere absteigende Kolon dargestellt. Bei Grad drei Verletzungen, bei denen noch keine Kontamination der Bauchhöhle stattgefunden hat, ist die zweite Schnitfführung oft ausreichend für die Manipulationen am Darm. Das absteigende Kolon wird nun durch den Schnitt herausgeholt und für die Transsektion präpariert. Die Durchtrennung sollte einige Dezimeter vor der Läsion erfolgen, um eine größere Beweglichkeit des Darmabschnittes für die Adaptation an der Bauchwand sowie bei der Rückoperation für die Anastomose in der Bauchhöhle zu ermöglichen. Das kaudale Ende des absteigenden Kolons wird vollständig entleert und vorsichtig mit einer antibiotischen Lavage gespült. Dieses Ende wird anschließend mit einer zweireihigen einstülpenden Naht mittels 0 – 2 USP (metric 3,5 - 5) verschlossen und in die freie Bauchhöhle entlassen. Der kaudale Darmabschnitt kann dabei zu 50 % seiner Länge und seines Durchmessers atrophieren (HERTHEL, 1974). SAGEYH et al. (1996) und HERTHEL (1974) empfehlen einen Verschluss dieses Darmteils mittels Parker-Kerr Naht. Der kraniale Teil wird durch die untere Flankeninzision gebracht und mit einer mehrschichtigen Naht an die Bauchwand adaptiert. 6 cm werden hervorgeholt, und mit einer Reihe einfacher Einzelhefte wird die Serosa an den transversen Bauchmuskel genäht. Eine zweite Reihe von einfachen Einzelheften verbindet dann die Serosa mit dem inneren schrägen Bauchmuskel. Anschließend wird eine weitere Reihe einfacher Einzelhefte zur Verbindung von absteigendem Kolon mit dem äußeren schrägen Bauchmuskel verwendet. Der Faden hat dabei die Stärke 0 oder 1 USP (metric 3,5 oder 4). Die Faszie und die Haut werden anschließend mit nicht absorbierbaren Heften in einer einfachen Einzelnaht an das absteigende Kolon genäht (RICK, 1989, siehe Abb.8).

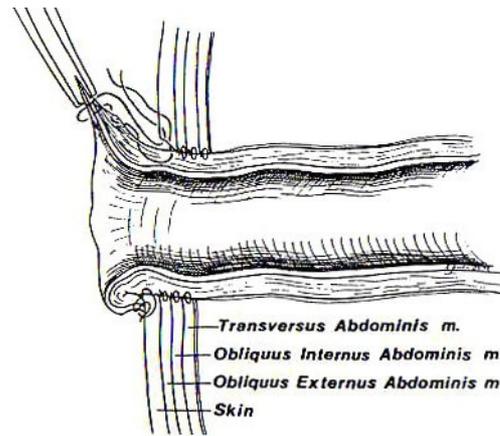


Abbildung 8: Adaptation des *Colon descendens* an der Bauchwand bei Endkolostomie (RICK, 1989)

Eine Reanastomose der beiden chirurgisch getrennten Darmabschnitte erfolgt, sobald der Zustand des Pferdes stabil ist und die Läsion sowie eventuell entstandene Abszesse vollständig abgeheilt sind. Dies kann bis zu zwei Monate in Anspruch nehmen (SAYEGH et al., 1996). Dem Pferd wird 24 Stunden vor dem Eingriff Nahrung entzogen. 12 Stunden vor der Operation werden vier Liter Paraffinöl über eine Nasenschlundsonde eingegeben. Die Reanastomose erfolgt unter Vollnarkose in Rückenlage. Eine Eröffnung der Bauchhöhle erfolgt über eine mediane Laparotomie. Durch diese lässt sich am besten ein Überblick verschaffen, eventuelle Verklebungen lösen und die beiden Darmteile miteinander wieder verbinden. Vor der Vollnarkose erfolgt eine aseptische Vorbereitung des Stomas, und das absteigende Kolon wird mit Povidon-Jod getränkter Baumwolle verpackt. Falls sich im Bereich des Stomas eine Infektion entwickelt hat, wird der Darm von der Bauchwand getrennt und in der Bauchhöhle einstülpend genäht. Dies verhindert eine Kontamination dieser mit Darminhalt und infektiösem Sekret. Beide Darmabschnitte werden einige cm vor ihrem Ende durchtrennt und mit einer End-zu-End-Anastomose wieder miteinander verbunden. Dazu werden einfache Einzelhefte mit einem 2 – 0 USP (metric 3) starken absorbierbaren Faden verwendet. Zu beachten sind die eventuell auftretenden unterschiedlichen Durchmesser der beiden Darmsegmente. Es wird empfohlen, die

Einzelhefte am distalen Segment weiter und am proximalen Segment enger zu setzen, um eine adäquate Adaptation zu erreichen (SAYEGH et al., 1996). Anschließend wird eine fortlaufende einstülpende Naht mit einem 3 – 0 USP (metric 2) starken Faden darüber gelegt. Das Darmgekröse wird mit einer einfachen fortlaufenden Naht mit einem 0 USP (metric 3,5) starken Faden vernäht. Die Bauchwand wird mit der üblichen Technik verschlossen. Anschließend wird das Pferd in Seitenlage gebracht, und das verbleibende Stück des kleinen Kolons wird von der Bauchdecke getrennt, um diese schichtgerecht zu verschließen. Dazu wird der transverse und innere schiefe Bauchmuskel mit einfachen Einzelheften verschlossen. Der Ring im äußeren schiefen Bauchmuskel wird mit einem 2 oder 3 USP (metric 5 oder 6) starken absorbierbaren Faden und einfachen Einzelheften verschlossen. Nachdem die äußere Faszie und das Unterhautgewebe adaptiert wurden, wird die Haut mit einer vertikalen Matratzennaht und nicht resorbierbarem Faden verschlossen (RICK, 1989). Auch STASHAK und KNIGHT (1978) operierten eine Stute mit einer ventralen Grad drei Verletzung nach der oben beschriebenen Methode. Dabei wurden die drei Muskelschichten entlang ihres Faserverlaufes getrennt. Das Stoma lag 8 cm ventral und 8 cm vor der Laparotomie. Nach sechs Wochen wurde die Kolostomie zurückverlagert und die Stute wurde gesund aus der Klinik entlassen. Die Autoren empfehlen bei dieser Technik zwei Operateure. Eine Person, die die Laparotomie durchführt, und eine zweite Person für die Kolostomie. Eine dritte Hilfsperson soll zusätzlich sämtlichen Kot aus dem Rektum entfernen. Wichtig ist zudem darauf zu achten, die mesenteriale Blutzufuhr bei der Naht des Darms an die Bauchwand nicht abzuschneiden, dennoch müssen die Nähte eng nebeneinander liegen, um eine Hernie zu verhindern (STASHAK und KNIGHT, 1978)

Bei beiden Techniken (End- und Schleifenkolostomie) ist eine sehr sorgfältige Nahttechnik notwendig, um eine Kontamination des Stomas mit Kot zu verhindern. Die Haut um das Stoma sollte mit fettenden schützenden Salben (Vaseline) versorgt werden, um eine Reizung durch Kotwasser zu verhindern. Zudem sollte eine den Kot weichmachende Diät gefüttert werden (RICK, 1989). Zudem scheint die Zeit zwischen dem

Auftreten der Rektumläsion und dem Zeitpunkt der Operation ausschlaggebend für den Erfolg der Kolostomie zu sein (AZZIE, 1975, STASHAK und KNIGHT, 1978). In einem Fallbereich von AZZIE (1975) wurden zwei Pferde aufgrund einer Grad drei Läsion des Rektums kolostomiert. Im ersten Fall lag eine Zeitspanne von 48 Stunden zwischen Auftreten der Verletzung und Operation. Das Pferd überlebte aufgrund einer hochgradigen Peritonitis den Eingriff nicht. Das zweite Pferd wurde innerhalb von sechs Stunden operiert und konnte als gesund entlassen werden (AZZIE, 1975). Nach einer Kolostomie können operationsbedingt Komplikationen auftreten. Häufig gesehene Komplikationen können folgende sein: Ileus, Ödeme am künstlichen Darmausgang, die das Lumen einengen, sowie Peritonitis. Letztere kann durch regelmäßige Bauchhöhlenpunktate und Blutuntersuchungen überwacht und rechtzeitig erkannt werden (RICK, 1989). HERTHEL beschrieb 1974 folgende Komplikationen: Eviszeration, Abtrennung des Kolons von der Bauchwand, einen Prolaps durch das Stoma, eine Hernienbildung durch das Stoma, ein Zurückziehen des Stomas in den Bauchraum sowie eine Stenose durch ein zu enges Stoma.

4.5.4. Primärer Wundverschluss der Rektumläsion

In der Literatur wurden verschiedene chirurgische Verfahren und Nahttechniken zur Behebung einer Rektumläsion beschrieben. Diese sind folgende: Der Wundverschluss über einen direkten rektalen Zugang oder über einen partiellen Mastdarmvorfall sowie der primäre Wundverschluss durch einen laparotomischen oder laparoskopischen Zugang. Die Technik, die im jeweiligen Falle angewendet wird, ist maßgeblich abhängig von der Lokalisation der Verletzung, der Präferenz und der Erfahrung des Chirurgen sowie der Verfügbarkeit des Instrumentariums (RICK, 1989, HANSON, 2005).

4.5.4.1. Transrektaler Wundverschluss

Ein Verschluss der Wunde über einen transrektalen Zugang ist angezeigt, wenn sich die Verletzung nicht mehr als 15 cm vom Anus entfernt befindet

(ARNOLD et al., 1978b, WILSON und STONE, 1990, ADAMS und FESSLER, 2002). Dieser erfolgt am stehenden Pferd unter Sedation und Epiduralanästhesie (HANSON, 2005). Eine Transsektion des analen Sphinkters dorsal oder ventral ist für eine bessere Freilegung des kaudalen Rektumabschnittes von Vorteil (RICK, 1989, HUSKAMP, 1994). RICK (1989) verwendete eine einfache fortlaufende Naht mit einem 0 oder 1 USP (metric 3,5 oder 4) absorbierbaren Faden und einer runden, spitz zulaufenden halbkreisförmigen Nadel, die alle Schichten miteinander adaptieren kann.

HUSKAMP (1994) verwendete für die transrektale Naht eine modifizierte Deschampsche Nadel. Diese ist 45 cm lang und an der Spitze geschärft. Sie kann wahlweise rechts- oder linksläufig sein. Seine Empfehlung war 1,5 cm lange Catgut- (metric 6 - 8) oder Dexon- bzw. Vicrylfäden (metric 5) zu verwenden. Der Faden wird bis zu Hälfte durch das Öhr der Nadel geführt. Hält ein Rechtshänder die Nadel, führt er die Deschampsche Nadel unter Schutz der linken Hand in den Mastdarm ein. Die rechte Hand bedient dabei den Nadelgriff. Mit Zeigefinger und Daumen wird nun der obere Wundrand am hinteren Ende der Läsion umfasst und die Deschampsche Nadel etwa 1 cm vom Wundrand entfernt durch alle zu adaptierenden Schichten geführt. So soll versucht werden, bei einer Verletzung dritten Grades das Bauchfell nicht zu durchstechen, so dass sich die Naht nur auf die Tunika muskularis und die Mukosa beschränkt. Anschließend wird der untere Wundrand erfasst und perforiert. Der Faden wird nun aus dem Nadelöhr entfernt. Die chirurgische Knotung findet außerhalb des Rektums statt. Der Knoten wird dann mit der linken Hand in das Rektum bis zur Wunde vorgeschoben. Zwei weitere Knoten werden angefertigt, die nicht als reitende Knoten anzulegen sind. Von einer Hilfsperson werden die Fadenenden unter leichten Zug gesetzt. Dadurch werden die beiden Wundränder besser adaptiert, was wiederum die Orientierung im Mastdarm verbessert. Es werden weitere Einzelhefte im Abstand von 1 cm von kaudal nach kranial angebracht, so dass sich die Wunde nach innen schließt (HUSKAMP, 1994). BROWN (1982) empfiehlt eine einfache fortlaufende Naht durch alle perforierten Schichten mittels eines Chromgutfadens der Stärke 0 USP (metric 3,5). Dabei ist es wichtig,

die Wundränder nicht weiter zu traumatisieren oder auszureißen. Eine Faltenbildung der Mukosa sollte ebenfalls verhindert werden, da dieses zu einer Verengung des Darmrohrs führt. Zudem muss unbedingt gewährleistet sein, dass es zu einem vollständigen Verschluss der Wunde kommt, um eine Kontamination mit Kot, die zu einer Erweiterung oder Zerreißung des Gewebes führen kann, zu verhindern. Durch die Kontraktion der Muskelschichten ist das Risiko einer Nahtdehiszenz gegeben (RICK, 1989). Eine Verbesserung des Erfolgs dieser Technik kann dadurch erzielt werden, dass die Technik mit einer Laparotomie verbunden wird. Hierbei wird der Darminhalt mittels einer Enterotomie an der Beckenkrümmung entleert. Die Kotpassage an der genähten Wunde vorbei wird für die ersten kritischen 48 Stunden somit verringert. Zudem kommt es weniger zu Verstopfungen und Kontamination der Wunde (RICK, 1989). Die operative Nachversorgung besteht in der Gabe von Antibiotika, und die Kotkonsistenz wird mittels Glaubersalz und Paraffinöl weich gehalten (HUSKAMP, 1994). Durch die Manipulation am schon geschädigten Gewebe kann es zu einer weiteren Traumatisierung, Zerreißung und Kontamination kommen. Ein unvollständiger Wundverschluss ist möglich, da das Wundbett ohne Sichtkontrolle verschlossen wird (SAYEGH et al., 1996).

Eine modifizierte Methode ist die Anwendung des expandierenden rektalen Spekulum mit sechs gebogenen Metallstangen, durch das die Wunde sichtbar wird. In der Studie von SPENSLEY et al. (1985) wurde dieses Instrument angewendet. Zunächst wurden Stuten unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Rasse eine dorsale rektale Läsion verschiedener Schichttiefe iatrogen mit einer Skalpellklinge (Schleimhaut und Unterschleimhautgewebe) und durch Zerreißung mit der bloßen Hand (*Tunica muscularis*) gesetzt und sofort anschließend mit Hilfe der entwickelten Instrumente wieder verschlossen. Diese waren ein expandierendes rektales Spekulum mit einer Länge von 64 cm und einem flexiblen Licht, modifizierte Kelly Pinzetten, Sarot Nadelhalter, gekrümmte Metzenbaumscheeren und Allis Gewebeklemmen. Alle Verletzungen wurden innerhalb von 10 bis 20 min nach Entstehen in einer Zeit von 46 bis 65 min verschlossen. Läsionen ersten Grades wurden mit einem

0 USP (metric 3,5) starken Vicrylfaden mit einer einfach fortlaufenden Naht verschlossen. Die Verletzungen dritten Grades wurden in zwei Schichten mit einem 0 oder 1 USP (metric 3,5 oder 4) starken Chromgut oder Polyglactin Faden verschlossen. Dabei wurde die *Tunica muscularis* mit einfachen Einzelheften und die Mukosa und Submukosa mit einer einfachen fortlaufenden Naht, die mehrere Male die *Tunica muscularis* mit aufnahm, genäht. Dies verminderte eine Totraumbildung. Die Zeit des chirurgischen Eingriffs war durch den Gebrauch der oben genannten Instrumente verringert, zudem wurde eine Traumatisierung des Gewebes vermindert und eine Mehrschichtennaht ermöglicht. Diese wies eine höhere Stabilität und eine geringere Totraumbildung auf. Der Verschluss fiel mit 137,2 cm (54 inch) langem Faden mit einer halbkreisförmigen runden und abgeschrägten Nadel leichter als mit einer Fadenlänge von 91,4 cm (36 inch). Der Versuch des intraluminalen Verschlusses wurde nach einer Kontamination und nach Verlust der Nahtlinie erschwert. Ein limitierender Faktor dieser Technik könnte, laut den Autoren, eine intakte Serosa sein, so dass sich diese Technik für Verletzung ersten und dritten Grades eignet (SPENSLEY et al., 1985). Vorteile der direkten transrektalen Naht gegenüber einem operativen Verfahren unter Vollnarkose sind eine höhere Überlebensrate, geringere Kosten, die Vermeidung einer Vollnarkose und fehlende Notwendigkeit einer zweiten Operation (EASTMAN et al., 1999). Es muss eine Faltenbildung und eine Beschädigung der Wundränder verhindert werden, um den rektalen Durchmesser nicht zu vermindern (RICK 1989). SAGEYH et al. 1996 nannten folgende Nachteile dieser Methode: Durch das blinde Manipulieren kommt es zu einer ungewollten Vergrößerung der Läsion, einem vermehrten Gewebetrauma und einer erneuten Kontamination mit Kot. Dadurch wird diese Technik Zeit raubend und das Ergebnis ist unvorhersehbar. Ein unvollständiger Verschluss aufgrund der begrenzten Darstellung des chirurgischen Gebietes ist möglich (SAGEYH et al., 1996).

4.5.4.2. Wundverschluss mittels Rektumprolaps

Diese Methode ist am besten bei dünnen und alten Patienten geeignet, die ein leicht bewegliches Rektum besitzen (SAYEGH et al., 1996).

ARNOLD et al. (1978b) empfehlen diese Methode bei jungen dünnen Pferden anzuwenden. Ein oder zwei Caslick Spekula werden genutzt, um den Mastdarm zu erweitern. Anschließend werden Haltefäden kranial der Verletzung gesetzt, um das Rektum in Position zu halten. Die Spekula werden nun entfernt, und das Rektum wird vorverlagert. Mit einem absorbierbaren Faden wird die Wunde mit einer fortlaufenden Matratzennaht verschlossen (SAYEGH et al., 1996). Es sollte unter allen Umständen vermieden werden, zu viel Zug auf die mesenterialen Gefäße zu bringen, um eine Thrombose in diesem Bereich zu verhindern. Pferde mit einem hohen Anteil an perirektalem Fettgewebe sind weniger für diese chirurgische Methode geeignet (ARNOLD et al., 1978b).

Einem Fallbericht von 1990 zufolge wurde bei einer neunjährigen Traberstute eine Rektumverletzung vierten Grades transrektal durch Vorverlagerung des Rektums verschlossen. Nach der initialen medikamentösen Therapie wurde die Stute sediert und eine epidurale Anästhesie durchgeführt. Haltefäden wurden in der Wand des Mastdarms kraniodorsal und kaudoventral der Verletzung gesetzt. Dabei wurden beide Hände in das Rektum eingeführt. An diesen Haltefäden wurde der Mastdarm teilweise eingestülpt und somit vorverlagert. Balfour Retraktoren wurden verwendet, um den Mastdarm für eine bessere Sicht zu dehnen. Die Wundränder wurden gereinigt und aufgefrischt. Anschließend wurde ein weiteres Heft durch das Zentrum der Verletzung gesetzt, um sicherzugehen, dass die Serosaoberfläche richtig positioniert ist. Mittels eines Klammerapparats wurde die Wunde verschlossen, so dass sich die geklammerten Wundränder im Lumen des Rektums befanden. Anschließend wurde eine Spülung der Bauchhöhle mittels Urinkatheter und 80 Liter warmer Kochsalzlösung durchgeführt und Penicillin intraabdominal appliziert. Dabei wurden ein Schnitt an der tiefsten Stelle der Bauchwand und eine Inzision in die Flanke durchgeführt. Die Stute wurde 27 Tage nach der chirurgischen Versorgung der Mastdarmperforation entlassen. Zwei Jahre später war bei transrektaler Palpation eine leichte Strikturen fühlbar, die keine klinischen Probleme verursachte (STEWART und ROBERTSON, 1990).

KAY et al. (2008) verschlossen bei sechs Stuten vier dorsolaterale und

zwei ventrale rektale Verletzungen mit einer modifizierten Methode nach STEWART und ROBERTSON (1990). Die jeweilige Stute wurde hierfür sediert und in einen Zwangsstand verbracht. Eine epidurale Anästhesie mit 7 ml einer Kombination aus 100 mg Xylazinhydrochlorid und 40 mg 2 % Mepivacainhydrochlorid, verdünnt in steriler Kochsalzlösung, wurde appliziert. Das Rektum wurde evakuiert und die perianale Region aseptisch vorbereitet. Haltefäden wurden auf zwei, vier, acht und zehn Uhr Positionen angebracht und der Analsphinkter wurde an der 12 Uhr Position durchtrennt. Die Mastdarmverletzung wurde nach kaudal vorverlagert, und eine Wundrevision wurde vorgenommen. Mit atraumatischen Gewebepinzetten wurden die Wundränder adaptiert, und ein chirurgischer Klammerapparat wurde unterhalb der Pinzetten positioniert, um die Klammern im Gewebe zu platzieren. Der Klammerapparat wurde dort belassen, bis die Wundränder im Abstand von 5 mm zu den Klammern abgeschnitten wurden. Die antibiotische und antiinflammatorische perioperative Therapie wurde postoperativ fortgesetzt. Die iatrogene Wunde des Analsphinkters wurde nicht weiter chirurgisch versorgt und heilte sekundär ab. Bei vier Stuten musste eine Lavage der Bauchhöhle erfolgen (drei stehend, eine in Vollnarkose), da sich eine Peritonitis gebildet hatte. Zwei Stuten überlebten den Eingriff nicht. Eine Stute wurde für eine diagnostische Laparotomie aufgrund von Koliksymptomen in Narkose gelegt. Sie brach sich beim Aufstehversuch das Becken und wurde sofort euthanasiert. Die zweite Stute erlitt eine diffuse hochgradige Peritonitis und wurde aufgrund ihres schlechten Allgemeinzustandes eingeschläfert. In der Sektion waren beide Nähte des Rektums intakt. Die Autoren schreiben dieser Technik bei sofortiger Durchführung und adäquater medikamentöser Therapie eine vorsichtige Prognose zu. Diese Technik ist bei Stuten direkt nach der Geburt vereinfacht durch die Elastizität des perirektalen Gewebes, was die Vorverlagerung des Rektums und seinen Verschluss erleichtert. Bei einer schnellen chirurgischen und medikamentösen Therapie ist die Prognose einer Verletzung des Rektums vierten Grades als vorsichtig zu betrachten. Wenn eine rektale Läsion vor der Kontamination der Bauchhöhle verschlossen werden kann, ist die Prognose günstig (KAY et al., 2008).

4.5.4.3. Minimalinvasives Operationsverfahren

BRUGMANS versuchte 1997 den Verschluss einer rektalen Perforation laparoskopisch zu lösen. Dazu prüfte er drei verschiedene laparoskopische Nahtverfahren zuerst am Phantom sowie am lebenden Pferd. Die erste Nahttechnik wurde mit einem 30 cm langen laparoskopischen Nadelhalter und einer gebogenen Nadel durchgeführt, die zweite Technik bestand aus einem 36 cm langen Einmalnahtinstrument, und für die dritte Technik wurde ein Klammerapparat mit einer 36 cm langen Faszange verwendet. Dabei erwies sich die erste Technik als am belastbarsten. Die Kriterien waren die Durchgängigkeit des genähten Darms sowie der Berstungsdruck der Naht. Die Verschlusszeiten aller drei Techniken unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Der Berstungsdruck war bei dem Klammerapparat deutlich niedriger als bei den anderen beiden Methoden. Die Durchgängigkeit war zudem bei dem Klammerapparat signifikant herabgesetzt. Anschließend wurde nochmals am Phantom sowie am lebenden Pferd versucht, iatrogene Rektumperforationen mittels 50 cm laproskopischen Nadelhaltern und gebogenen Nadeln unter Sichtkontrolle durch die Flanke zu nähen. Ein Unterschied zwischen kurzen (30 cm) und langen (50 cm) Nadelhaltern konnte nicht festgestellt werden. Ein Verschluss der Perforationen glückte an allen drei Versuchstieren, die nach einer Woche post operationem versuchsbedingt eingeschläfert wurden und postmortal untersucht wurden. Die Naht zeigte bei allen drei Tieren eine gute Heilungstendenz und hatte der physiologischen Belastung standgehalten. Somit stellt die laparoskopische Naht einer Mastdarmverletzung eine Möglichkeit dar, einen adäquaten Verschluss herzustellen (BRUGMANS, 1997).

4.5.4.4. Mediane Laparotomie

Ein Wundverschluss mittels medianer Laparotomie ist abhängig von der Lokalisation der Verletzung. Die meisten rektalen Läsionen befinden sich dorsal im Mesokolon oder –rektum und so weit kaudal, dass die

Freilegung des Wundbettes sich oftmals schwierig gestaltet (RICK, 1989, WILSON und STONE, 1990, SAYEGH et al., 1996). Diese Technik wird unter Vollnarkose in Rückenlage durchgeführt. Die Bauchwand wird unter aseptischen Bedingungen für eine mediane Laparotomie vorbereitet. ADAMS und FESSLER (2002) empfehlen, das Pferd so weit wie möglich an den Rand des Operationstisches zu platzieren, um einen guten Zugang zum betroffenen Darmsegment zu erhalten. Die Eröffnung der Bauchhöhle erfolgt weit kaudal in der Nähe des kranialen Beckenrandes. Die Inzision des Kolons oder Rektums wird ventral auf der gegenüberliegenden Seite durchgeführt und die Läsion durch die Inzisionsstelle genäht. Ein Hochstellen des Beckens und der Hintergliedmaße erleichtert oft den Zugang (SAYEGH et al., 1996). Ein Ausräumen des Kolons sollte ebenfalls erfolgen, so dass zu überlegen ist, in zwei Operationsteams zu arbeiten, um die Operations- und Narkosedauer auf ein annehmbares Maß zu beschränken (RICK, 1989).

Eine besondere Methode, eine rektale Perforation vierten Grades zu verschließen, wählten MATHEA und MEYER-WILMES (1999) bei einem Islandhengst. Die Verletzung war 35 cm kranial des Anus und hatte eine Länge von 8 cm. Für die Operation wurde das Pferd in Rückenlage positioniert und die mediane Bauchregion sowie der linke Leistenspalt für den chirurgischen Eingriff vorbereitet. Nach Eröffnung der Bauchhöhle 5 cm kranial des Nabels wurde von einer Hilfsperson das *Colon descendens* in den linken bereits eröffneten Leistenspalt verlagert und durch eine dritte Hilfsperson von außen mittels Darmklemmen nach Hartmann fixiert. Der gesamte Leistenspalt wurde nun mit kräftigem Druck nach ventral verlagert, dass die gesamte Perforationsstelle sichtbar wurde. Der Verschluss erfolgte mit einer Schmieden- und Lembert-Naht. Es wurde ein Vicrylfaden der Stärke metric 3 verwendet. Anschließend wurde das *Colon descendens* repositioniert und die Bauchhöhle gespült (Kochsalzlösung mit Applikation von 200 mg/kg Penicillin G) und wieder verschlossen. Eine Anfütterung mit kleinen Mengen Gras erfolgte am dritten Tag post operationem. Am zehnten Tag nach der Operation konnte das Pferd entlassen werden. Seither wurden sieben weitere Pferde mit Rektumperforationen vierten Grades erfolgreich mit dieser Methode

operiert. Ein Gelingen dieser Operationstechnik setzt jedoch voraus, dass die Perforationsstelle mindestens 35 cm vom Anus entfernt sein muss (MATHEA und MEYER-WILMES, 1999 und persönliche Mitteilung).

WILSON und STONE (1990) entschieden sich für einen intraluminalen Wundverschluss als Therapie der Wahl. Eine siebenjährige Araberstute wurde mit einer Verletzung dritten Grades dorsal im Kolon vorgestellt. Eine mediane Laparotomie in Vollnarkose wurde durchgeführt, und das betroffene Segment des Kolons wurde mittels Laparotomieschwämmen und Haltefäden dargestellt. Der Darm wurde ventral und kranial der Verletzung eröffnet. Ein Deaver Retraktor wurde zur besseren Darstellung des Wundbettes in den Darm in kaudaler Richtung eingeführt. Nach Reinigung des Defektes wurde dieser mit einer einfachen fortlaufenden Naht, alle Schichten adaptierend, verschlossen. Die Enterotomiewunde wurde in zwei Schichten mittels einer fortlaufenden Lembert-Naht und einer Cushing-Naht verschlossen. Die Serosa über der Läsion wurde eröffnet und ein Debridement des umliegenden Fettgewebes vorgenommen. Anschließend wurde die Bauchhöhle gespült, eine Drainage eingelegt und lege artis verschlossen. Vier Tage post operationem entwickelte die Stute klinische Symptome einer milden Kolik, worauf eine Verengung des Darmlumens im Bereich der Läsion gefühlt wurde. Die Symptomatik verschwand mit der erneuten Gabe von Analgetika wieder. Drei Wochen nach der Operation hatte sich ein 10 cm großer perirektaler Abszess gebildet, der sich 37 Tage post operationem spontan entleerte und vollständig abheilte. 18 Monate nach der Operation war die Stute bei ungestörtem Allgemeinbefinden und im achten Monat tragend. Bei dieser Methode wurde die Enterotomie bewusst vor die Läsionsstelle gesetzt (und nicht auf gleicher Höhe), da sich so die Gefahr einer Striktur des Darms vermindern ließ. Das Risiko der Bildung von perirektalen Abszessen war auch aufgrund der geringen Durchblutung des perirektalen Fettgewebes gegeben. Die Autoren sahen einen großen Vorteil in der Benutzung des Deaver Retrators zur besseren Darstellung der Verletzung sowie im intraluminalen Zugang, da dorsale Verletzungen des Rektums oder Kolons oft schwer zugänglich sind (WILSON und STONE, 1990).

4.7. Forensische Aspekte der iatrogenen Rektumläsion

Immer wieder kommt es aufgrund einer iatrogen verursachten Rektumläsion zu Rechtsstreitigkeiten zwischen dem untersuchenden Tierarzt und dem Tierbesitzer. Laut KÖHLER und OBERLOJER (1986b) ist dies der dritthäufigste Prozess, der gegen Tierärzte wegen Ansprüchen aus Behandlungsfehlern geführt wird (KÖHLER und OBERLOJER, 1986b). Von 720 Prozessen von vermeintlichen Behandlungsfehlern in der Pferdemedizin ging es in 54 Fällen (13,4 %) um Rektumläsionen, bei 52 Fällen überlebten die Pferde die rektale Verletzung nicht (STAUFFER, 1981). Die entscheidende Frage ist dabei: Lag ein tierärztlicher Behandlungsfehler (Kunstfehler) vor oder nicht? „Ob der Arzt einen Behandlungsfehler begangen hat, richtet sich ausschließlich danach, ob der Arzt unter Einsatz der von ihm zu fordernden medizinischen Kenntnisse und Erfahrungen im konkreten Fall vertretbare Entscheidung über diagnostische sowie therapeutische Maßnahmen getroffen hat und diese Maßnahmen sorgfältig durchgeführt hat“ (BGH-Urteil vom 10.03.1987, NJW: 2291; SCHMID, 1989). Somit unterliegt der Tierarzt einer Sorgfaltspflicht, die in Paragraf 276 des bürgerlichen Gesetzbuches verankert ist: „Der Schuldner hat, sofern nicht ein anderes bestimmt ist, Vorsatz und Fahrlässigkeit zu vertreten (Schuldner = Tierarzt). Fahrlässig handelt, wer die im Verkehr (Geschäftsverkehr; Vertrag: Leistung gegen Entgelt) erforderliche Sorgfalt außer Acht lässt.“ Die allgemeinen Sorgfaltspflichten eines Tierarztes sind nicht im Gesetz definiert, sondern werden von der Tierärzteschaft selber festgelegt (EIKMEIER et al. 1990):

1. Eine Prüfung, ob die zur Übernahme eines Falles notwendigen Kenntnisse, Erfahrung und gegebenenfalls Personal und die Ausrüstung vorhanden sind. Dass dies nicht der Fall ist, kann sich auch erst im Laufe der Behandlung eines Patienten herausstellen. Wird gegen diese Sorgfaltspflicht verstoßen, trifft den Tierarzt das so genannte „Übernahmeverschulden“.
2. Rechtzeitige, umfassende und verständliche Aufklärung des Tierbesitzers hinsichtlich Notwendigkeiten, Erfolgsaussichten, Risiken, Kosten und Wirtschaftlichkeit, gegebenenfalls Möglichkeiten der Überweisung in eine Fachpraxis oder Klinik, gegebenenfalls Wartezeiten.

Eine Einwilligung des Tierbesitzers ohne entsprechende Aufklärung ist rechtlich ohne Wirkung. Die Aufklärung ist in der Dokumentation schriftlich festzuhalten. Eine Aufklärungspflicht besteht im Fall der transrektalen Untersuchung nicht, da die statistische Wahrscheinlichkeit dieses Risikos (0,001 %; MERKT, 1979) als äußerst gering eingeschätzt wird (Gesellschaft für Pferdemedizin, Leitlinien zur Aufklärungspflicht in der Pferdepraxis, BOBEL et al. 2002; ALTHAUS et al., 2006; SCHMID, 1989).

3. Die Wahl der ungefährlichsten Methode.

4. „Kunstgerechte“ Durchführung von Eingriffen. Dabei muss die Indikation gegeben sein, und die Durchführung muss nach den anerkannten Regeln der veterinärmedizinischen Lehre und Praxis mit der Sorgfalt, wie sie von einem pflichtgetreuen, gewissenhaften, ordentlichen Durchschnittstierarzt zu erwarten ist, durchgeführt werden. Fachtierärzte (oder Diplomates) haben höheren Ansprüchen zu genügen.

5. Die Befunddokumentation. Der Tierarzt ist verpflichtet, über wesentliche Feststellungen und getroffene Maßnahmen Aufzeichnungen anzufertigen. Wird dies unterlassen, kann es zur Umkehr der Beweislast kommen.

6. Die Schweigepflicht.

7. Die Pflicht sich fortzubilden. Der Tierarzt muss sich ständig einen Überblick über neue Entwicklungen seines Fachgebietes verschaffen. Wie dies geschieht, ist dem Tierarzt selber überlassen (FELLMER et al., 2001, ALTHAUS et al., 2006).

Drei Voraussetzungen, damit die Sorgfaltspflicht eines Tierarztes bei Eingriffen ordnungsgemäß erfüllt ist, sind zu nennen: Erstens muss eine Einwilligung des Tierbesitzers in den Eingriff vorliegen, zweitens muss der Eingriff indiziert sein, und zu guter Letzt muss der Eingriff mit der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt, also nach den Regeln der Kunst, durchgeführt werden (EIKMEIER, 1990, FELLMER et al., 2001). Wird der Sorgfaltspflicht nicht nachgekommen, wird zwischen einfachen und schweren Behandlungsfehlern unterschieden. Ein schwerer Behandlungsfehler „liegt vor, wenn der Fehler aus objektiver ärztlicher Sicht nicht mehr verständlich erscheint, weil ein solcher Fehler dem behandelnden Arzt schlechterdings nicht unterlaufen darf, indem das

ärztliche Verhalten gegen gesicherte und bewährte medizinische Erkenntnisse und Erfahrungen verstößt“ (BGH, Urteil vom 26.11.1991; VI ZR 389/90; Celle Med. R. F4, 214; Klee, 2007). In diesem Falle kommt es zu einer Beweislastumkehr, das heißt der betroffene Tierarzt muss den Beweis antreten, dass der Schaden auch bei korrekter Vorgehensweise eingetreten wäre. Dies ist oft nicht möglich, so dass der Tierarzt schadensersatzpflichtig wird. Da der Beweis für seine Schuld meist so belastend ist, kommt es zur Beweiserleichterung für den Tierbesitzer (GERHARDS, 2007). Dies ist bei einer Rektumläsion besonders schwierig, da eine Spontanruptur des Darmes über der eingeführten Hand kaum zu beweisen ist (KÖHLER und OBERLOJER, 1986b).

Ein einfacher Behandlungsfehler ist ein Fehler, der nicht passieren sollte, aber trotzdem passiert. Da bei einer Rektumläsion ohne Verletzung der Sorgfaltspflicht ein einfacher Behandlungsfehler vorliegt, muss der Patientenbesitzer den Beweis erbringen, dass der untersuchende Tierarzt einen Fehler begangen hat, der zu einer (gutachtlich festgestellten) Gesundheitsschädigung oder gar zum Tod des Tieres geführt hat (GERHARDS, 2007).

MERKT nennt 1977 folgende mögliche Fehler, die aus der Nichtbeachtung der Sorgfaltspflicht bei einer transrektalen Untersuchung entstehen:

1. Eine ungeschickte oder gar rohe Manipulation des Untersuchers.
2. Eine mangelhafte Sicherung des zu untersuchenden Tieres.
3. Ein Nichterkennen des Schadens oder Versuch der Vertuschung.
4. Ein Nichthinziehen eines gegebenenfalls erfahreneren Kollegen.
5. Eine mangelhafte Vorsorge zur Verhinderung eines Koteintrittes in die Bauchhöhle bis zum Verschluss der Wunde.

Die Frage nach der Schwere des Behandlungsfehlers ist eine Rechtsfrage, d.h. der Richter, und nicht der medizinische Sachverständige, beurteilt, ob ein "grober" oder ein "einfacher" Behandlungsfehler vorliegt. Da dem Richter selbst allerdings die medizinische Fachkenntnis fehlt, stützt er sich bei seiner Beurteilung auf

die Ausführungen des Sachverständigen. Ergibt sich aus diesen aber, dass kein "grober" Behandlungsfehler vorliegt, so darf der Richter einen solchen nicht bejahen. Er braucht für seine rechtliche Beurteilung des ärztlichen Verhaltens also medizinische Fakten, auf die er sein Ergebnis stützen kann (Homepage Dr. Ulf Medike 2010).

Eine Unterscheidung der Mastdarmverletzung in iatrogene verursachte Läsion oder Spontanruptur, lässt sich nur durch ein Eingeständnis des untersuchenden Tierarztes klären. Oft ist es dem erfahrenen Untersuchenden nicht möglich, einer spontanen Kontraktionswelle der Darmmuskulatur mit der Hand auszuweichen, so dass der Darm durch seine eigene Muskelkraft zerreißt. Bestehende Veränderungen, die vor der Untersuchung nicht vorhersehbar waren, können eine solche Zusammenhangstrennung begünstigen (KÖHLER und OBERLOJER, 1986b). Dies ist zum Beispiel bei den Pferden mit einem *Locus minoris restentiae* oder anderen Vorschädigungen des Rektums der Fall. KÖHLER und OBERLOJER (1986b) empfehlen eine sofortige Sektion des betroffenen Pferdes, um festzustellen, ob diese Schwachstelle dorsal im Rektum besteht oder nicht. Aufgrund der oben genannten Gründe ist eine Rektumläsion bei einer Stute, die durch eine transrektale Untersuchung verursacht wurde, keineswegs an sich ein Sorgfaltsfehler. Der sorgfältige Tierarzt führt eine eingehende Nachuntersuchung durch, um sich ein Bild über das Ausmaß des Schadens zu machen. Falls diese Nachuntersuchung keinerlei Befunde ergibt, muss man den Betreuer des Tieres auf eine vermehrte Beobachtung des Tieres in den nächsten Stunden einweisen oder selber eine Nachuntersuchung nach wenigen Stunden vornehmen (MERKT, 1986). Es wird bei gerichtlichen Gutachten auch versucht festzustellen, ob ein untersuchender Tierarzt mit der angewendeten Methodik erfahren war. In zwei Gutachten war dies der Fall (jeweils 3000 transrektale Untersuchung im Jahr;) (MERKT, 1977, SCHMID, 1989). Bei einer sofortigen operativen Versorgung der Rektumläsion, das heißt bevor es zu einer lebensgefährlichen Kontamination der Bauchhöhle kommt, besteht keine Sicherheit, aber die Chance, das Tier zu retten. Diese Chance veranschlagt MERKT (1977) mit 40 % bzw. mit 50 % (1986). Eine Überweisung in eine Klinik sollte

unter Ausschaltung der Darmperistaltik erfolgen, da die Bauchhöhle beim Eintreffen in der Klinik durch transportbedingte Anregung und Bewegung des Magendarmtraktes kontaminiert ist und die Überlebenschancen somit von 40 % auf 20 % sinken. Ein beklagter Tierarzt musste 20 % des Wertes des Pferdes zahlen, nachdem er nicht gewährleistet hatte, durch eine erneute Sedierung eine Kontamination der Bauchhöhle mit Kot zu verhindern. Die Schadenshöhe berechnet sich aus dem Kaufpreis des Pferdes und dem anzusetzenden Zeitwert der Stute im Augenblick der Schadensentstehung. Dieses wird durch den Zuchtverband nachgeprüft (MERKT, 1977).

III. MATERIAL UND METHODEN

1. Material

1.1. Patientengut

Bei den Probenlieferanten handelte es sich um 22 Pferde unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Rasse, die in der Klinik für Pferde der Ludwig-Maximilians-Universität München aufgrund verschiedener Krankheiten euthanasiert werden mussten (siehe Tab.1.). Bei der Wahl des einzelnen Patienten spielte als Kriterium allein die Frage eine Rolle, ob das Rektum der Pferde für eine mögliche transrektale Palpation ausreichende Dimensionen hatte.

Tabelle 1: Liste der euthanasierten Pferde, denen Rektumpräparate für die experimentellen Nahtversuche einer Rektumperforation entnommen wurden. Alter, Rasse, Geschlecht und Grund der Euthanasie.

Pferdenummer	Alter in Jahren	Rasse	Geschlecht	Grund der Euthanasie
Nr. 1	12	Warmblut	Wallach	Kardiomegalie
Nr. 2	22	Warmblut	Stute	ZNS Störung
Nr. 3	16	Warmblut	Stute	UV Nasengang
Nr. 4	16	Warmblut	Wallach	EMND
Nr. 5	14	Trakehner	Wallach	Herzinsuffizienz
Nr. 6	10	Dt. Reitpony	Stute	Blind
Nr. 7	23	Welsh Pony	Stute	Blind
Nr. 8	26	Warmblut	Wallach	Glaukom
Nr. 9	20	Haflinger	Stute	Lipoma Pendulans
Nr. 10	9	Knabstrupper	Wallach	Blind
Nr. 11	12	Vollblut	Wallach	Typhlitis
Nr. 12	19	Warmblut	Stute	Pyelonephritis
Nr. 13	25	Isländer	Wallach	Hepatitis
Nr. 14	9	Warmblut	Stute	Retrobulbäre UV
Nr. 15	16	Isländer	Wallach	Ulnafraktur
Nr. 16	13	Haflinger	Stute	Epilepsie
Nr. 17	21	Traber	Wallach	UV Zunge
Nr. 18	10	Haflinger	Stute	Hufrehe
Nr. 19	6	Warmblut	Hengst	Blind
Nr. 20	4	Kaltblut	Wallach	Vergiftung
Nr. 21	25	Araber	Wallach	UV Nasengang
Nr. 22	24	Warmblut	Wallach	Glaukom

1.2. Darmmaterial

Bei jedem Pferd wurde sofort nach der Euthanasie das Rektum einschließlich Mesorektum, 20 cm des sich anschließenden absteigenden Kolons und der Anus mit seinem Afterkanal aus dem Tierkörper herauspräpariert. Die Sektion wurde durch die Tierpathologie der Ludwig-Maximilians-Universität München mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. Hermanns durchgeführt. Es wurde bei der Präparation speziell darauf geachtet, dass die den Afterkegel umgebene Haut in einem Durchmesser von 30 cm mit frei präpariert wurde.

1.3. Phantom

Ein normalerweise zur Übung der palpatorischen Zyklusdiagnostik bei Rindern verwendetes Phantom (Sonderanfertigung der Tiermedizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München) wurde für die Durchführung der Versuche modifiziert. Um eine möglichst realitätsnahe Platzierung des Darmmaterials zu ermöglichen, wurde ein Rahmen aus Stahl auf das Phantom geschweißt (siehe Abb.9). Der künstliche Anus wurde aus dem zu öffnenden Einspannrahmen entfernt. An die Innenseiten des Einspannrahmens wurde jeweils ein Gummi mit Profil geklebt. Der Einspannrahmen wurde zum Verschluss mit Schrauben versehen, auf die Flügelmuttern gesetzt wurden. Der Sichtschutz, der sich zwischen Aufhängerahmen und Einspannrahmen befand, wurde belassen (siehe Abb.10).



Abbildung 9: Phantom mit Einspannrahmen, Sichtschutz und Aufhängerahmen.

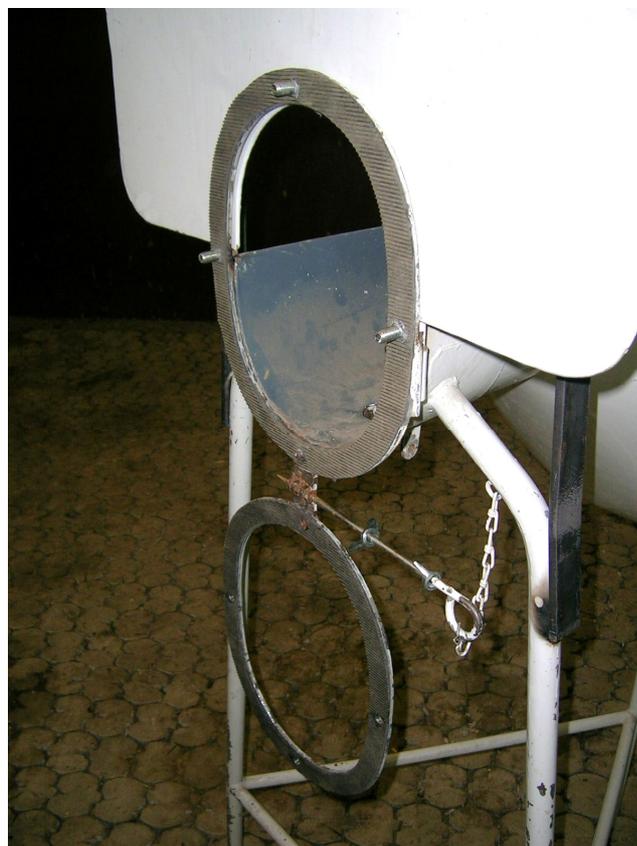


Abbildung 10: Geöffneter Einspannrahmen.

2. Methode

2.1. Versuchsaufbau

Alle experimentellen Manipulationen wurden immer von der gleichen Person durchgeführt. Deren Umfang des linken Handgelenks im Bereich der Knöchel betrug 27,5 cm. Die Experimente wurden seriell in einem Zeitraum von zwölf Monaten durchgeführt.

2.2. Platzierung des Darmmaterials im Phantom

Zur Platzierung des Darmmaterials im Phantom wurde das Präparat zusammen mit dem absteigenden Kolonanteil am Mesorektum ins Phantom eingehängt (siehe Abb.11). Hierzu wurden mehrere Fäden durch das Mesorektum geführt, welche dann an der Mittelstrebe und an den Seitenstreben des Aufhängerrahmens verknotet wurden. Das Darmpräparat war somit frei im Phantom fixiert. Der Anus wurde mit der den Afterkegel umgebenden Haut im Einspannrahmen fixiert. Hierzu wurde der Einspannrahmen durch Verschraubung fest geschlossen (siehe Abb.12). Das Gummiprofil diente dabei der Haut als rutschfeste Unterlage.



Abbildung 11: Seitenansicht des im Phantom fixierten Darmsegments. Pfeil markiert artifizielle Perforationsstelle.

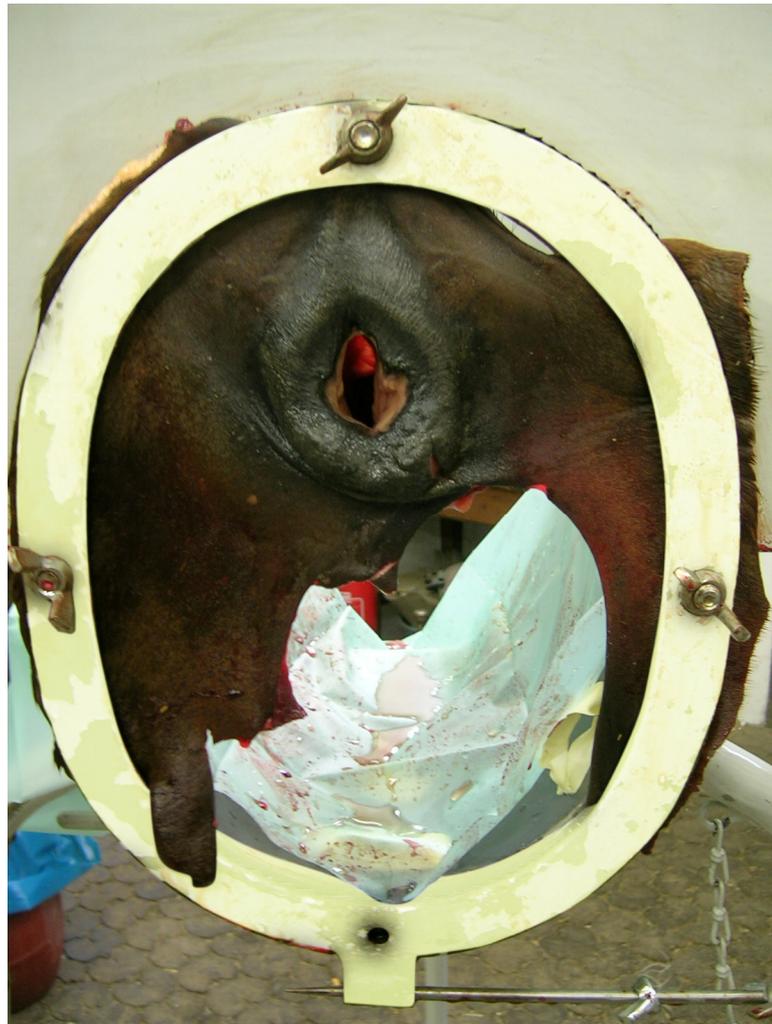


Bild 12: Anus im Einspannrahmen fixiert.

2.3. Iatrogene experimentelle Perforation des Darmsegments

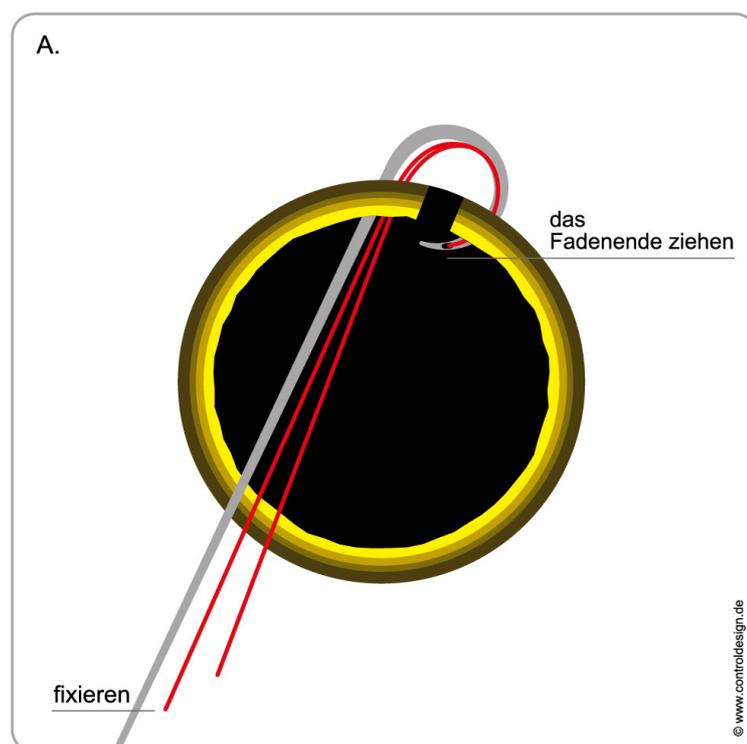
Je nach Größe und Rasse des Pferdes wurde das Rektum in einer Entfernung von 25 cm bis 50 cm vom Anus perforiert. Um eine möglichst realitätsnahe Situation einer iatrogenen Rektumperforation zu schaffen, wurde die Perforation stumpf mit Hilfe einer Darmklemme und ohne Sichtkontrolle durchgeführt. Das Phantom wurde hierfür mit mehreren Operationstüchern verhängt. Durch diese Maßnahme und den sich schon am Phantom befindlichen Sichtschutz zwischen Aufhängerahmen und Einspannrahmen wurde eine Sicht auf die Perforationstelle unmöglich gemacht. Die Durchtrennung erstreckte sich auf Mukosa, Submukosa, Tunica muscularis und Serosa, welche nach der Klassifikation durch ARNOLD und MEAGHER (1978) einer Rektumperforation vierten Grades entsprach. Die Perforation befand sich bei jedem Versuch dorsolateral im

Rektumdach im Bereich der von KÖHLER et al. (1986) beschriebenen deltoidförmigen Schwachstelle (siehe Abb.11). Die Perforation wurde anschließend unter Sicht von außen mit Daumen und Zeigefinger stumpf auf eine Länge von 7,5 cm vergrößert. Die kraniale Begrenzung der Perforation befand sich jedes Mal kurz vor dem Übergang des Rektums zum Kleinkolon.

2.4. Nahttechnik

Zum chirurgischen Verschluss der experimentellen Rektumperforation wurde eine einhändige intraluminale Mehrschichtennaht mit einer 45 cm langen Deschampschen Nadel, modifiziert nach der von Huskamp (1994) beschriebenen Methode, durchgeführt. Zu Beginn wurde der Handteil eines Rektalhandschuhs abgeschnitten. Der so übrig gebliebene Armteil wurde über den linken Arm gestreift. Ein chirurgischer Handschuh wurde ebenfalls über die linke Hand gestreift und mit Klebeband auf Höhe des Handgelenks am Armteil des Rektalhandschuhs fixiert. Ein etwa 1,5 m langer synthetischer resorbierbarer Faden der Größe metric 5 (Safil[®], synthetisches absorbierbares Nahtmaterial, Polyglykolsäure, beschichtet, geflochten, Firma B. Braun Aesculap AG & Co KG, 78532 Tuttlingen) wurde nun bis zur Hälfte seiner Länge durch das Öhr der Nadel geführt. Mit der linken Hand wurde das spitze Ende der Deschampschen Nadel unter Verwendung von Gleitgel bis zum kaudalen Rand der Perforationswunde in das Rektumpräparat vorgeführt, wobei der Nadelgriff durch die rechte Hand bedient wurde. Für das Setzen des ersten Einzelheftes wurde zuerst der dorsale Wundrand mit dem Zeigefinger palpiert, um dann mit dem Daumen die Nadelspitze durch Mukosa, Submukosa, *Tunica muscularis* und Serosa zu führen. Die rechte Hand wirkte hierzu unterstützend durch Drehen des Nadelgriffes im Uhrzeigersinn. Im Anschluss wurde der ventrale Wundrand wiederum mit dem Zeigefinger der linken Hand palpiert und die Spitze der Nadel, in nun umgekehrter Richtung, mit dem Daumen durch Serosa, *Tunica muscularis*, Submukosa und Mukosa gedrückt (siehe Abb. 13a). Als nächster Schritt wurde ein Fadenende außerhalb des Rektums zusammen mit dem Nadelgriff durch die rechte Hand fixiert. Das andere Fadenende

wurde dann mit dem Zeigefinger der linken Hand durch die Stichkanäle gezogen (siehe Abb 13a) und außerhalb des Rektums mit der rechten Hand zusammen mit dem Nadelgriff fixiert (siehe Abb. 13b). Das zuvor fixierte Fadenende konnte nun losgelassen werden. Die Nadelspitze wurde jetzt in umgekehrter Richtung durch die Stichkanäle zurückgeführt und aus dem Rektum entfernt. Hierbei wurde gleichzeitig der Faden aus dem Nadelöhr ausgefädelt. Dabei wurde sorgfältig darauf geachtet, dass das zuletzt fixierte Fadenende weiterhin fixiert blieb, damit der Faden nicht ebenfalls aus dem Rektum entfernt wurde (siehe Abb. 13c). Außerhalb des Rektums wurde nun ein doppelter chirurgischer Knoten geknotet und bis zur Wunde mit der linken Hand vorgeschoben und angezogen. Danach wurden auf gleiche Weise noch vier einfache chirurgische Knoten gesetzt. Nach dieser Methode wurden nun weitere Einzelhefte in kraniale Richtung entlang der Wunde gesetzt. Dabei wurde angestrebt, die Nadellöcher nicht weiter als maximal 1,5 cm von den Wundrändern entfernt anzulegen, um eine zu große Einengung des Darmrohlumens zu verhindern. Des Weiteren wurde versucht, die Einzelhefte im Abstand von 1 cm anzulegen. Durch diese Nahttechnik sollte ein Wundverschluss unter Bildung eines intraluminalen Kammes erreicht werden.



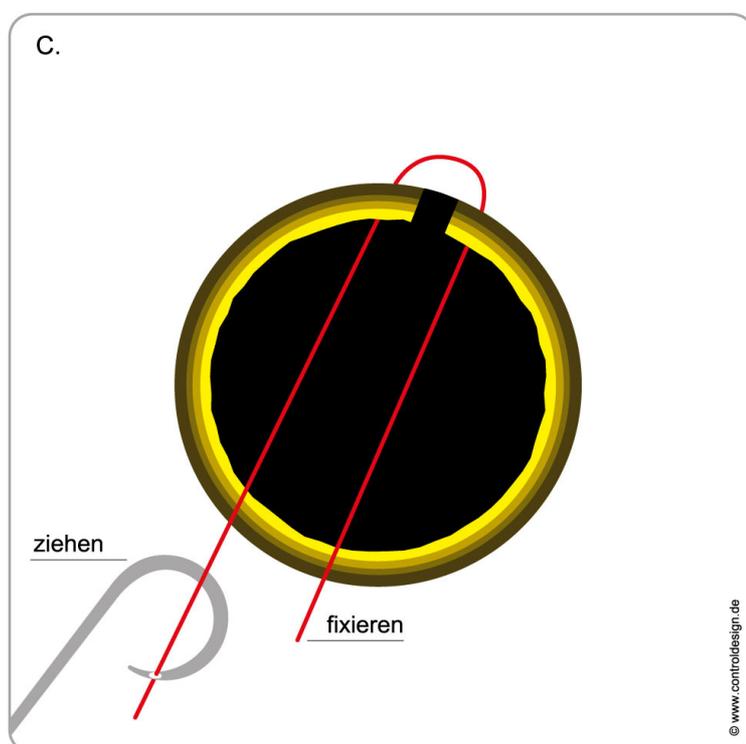
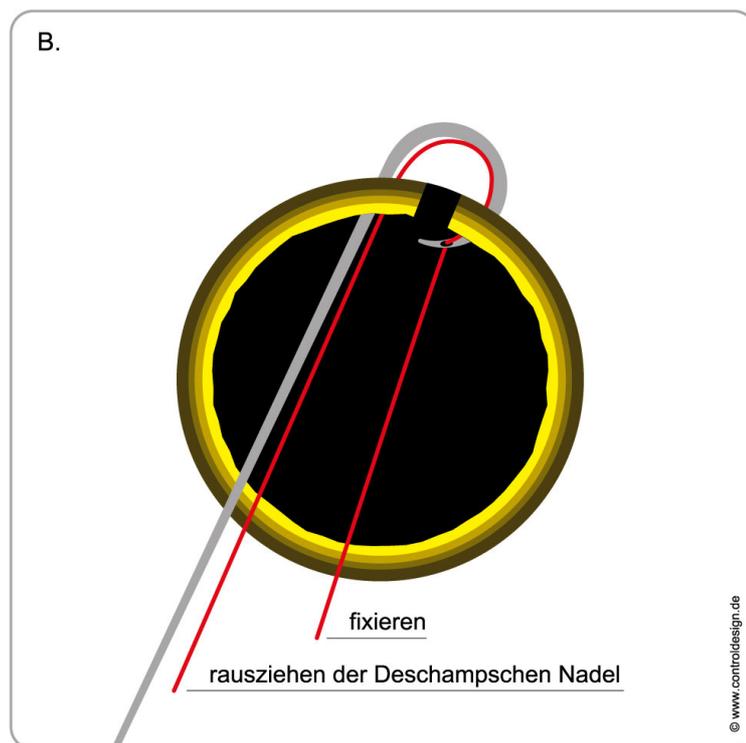


Abbildung 13a-c: Anleitung zur Handhabung der Deschampschen Nadel.

3. Beurteilungskriterien der Darmnaht

3.1. Verschlusszeit der Perforationswunde

Bei jedem Nahtversuch wurde die Verschlusszeit der Perforationswunde in Minuten gemessen. Gemessen wurde vom Beginn der rektalen Einführung der Nadel bis zur Beendigung der Knotung des letzten Einzelheftes. Es wurde mindestens 60 min lang versucht, einen adäquaten Wundverschluss herbeizuführen.

3.2. Palpatorische Prüfung der Darmnaht

Nach Knüpfung des letzten Heftes wurde die Darmnaht rektal und ohne Sichtkontrolle palpatorisch auf Löcher im Nahtverlauf untersucht.

3.3. Überprüfung der Darmnaht mittels des Berstungsdruckes

Um die Belastbarkeit der Darmnaht zu prüfen, wurde die Methode nach BRUGMANS (1997) zur Überprüfung der Belastbarkeit der Darmnaht mittels des Berstungsdruckes modifiziert. Der absteigende Kolonanteil des Darmpräparates wurde 10 cm kranial des Übergangs zum Rektum durch eine Ligatur verlegt. In den Afterkanal wurde ein Wasserschlauch eingeführt und mit einer Ligatur so fixiert, dass seitlich des Schlauches keine Flüssigkeit vorbeifließen konnte. Das Darmpräparat wurde nun kontinuierlich mit einer Infusionsgeschwindigkeit von drei Litern pro Minute mit Wasser gefüllt. Die Infusionsgeschwindigkeit wurde mit einem geeichten fünf Liter Wassereimer und dem Messen der Einlaufzeit überprüft. Dabei wurde der intraluminale Druck auf Höhe der Darmnaht ständig überprüft. Hierzu wurde das Darmsegment auf Höhe der Naht mit einer Einmalkanüle punktiert (siehe Abb. 14). Die Druckübertragung erfolgte über einen mit 0,9 % Kochsalzlösung gefüllten Verbindungsschlauch, der mit einem Druckaufnehmer der Serie DPT-6000 (Codem pvd Critical Care GmbH, 85661 Forstinning) verbunden war. Der Druckaufnehmer nahm den intraluminalen Druck kontinuierlich auf, um ihn dann in elektrische Signale umzuwandeln. Der intraluminale Druck wurde dann von einem modularen 264 mm (10,4")-High-End-Monitor zur

flexiblen Pick-and-Go®-Patientenüberwachung (Infinity® Delta Monitor, 23542 Lübeck) in mm Hg angezeigt (siehe Abb. 15). Die Darmnaht wurde permanent auf Flüssigkeitsundurchlässigkeit überprüft. Sobald Flüssigkeit aus der vernähten Perforationswunde austrat, wurde der zu diesem Zeitpunkt bestehende intraluminale Druck als Berstungsdruck notiert.

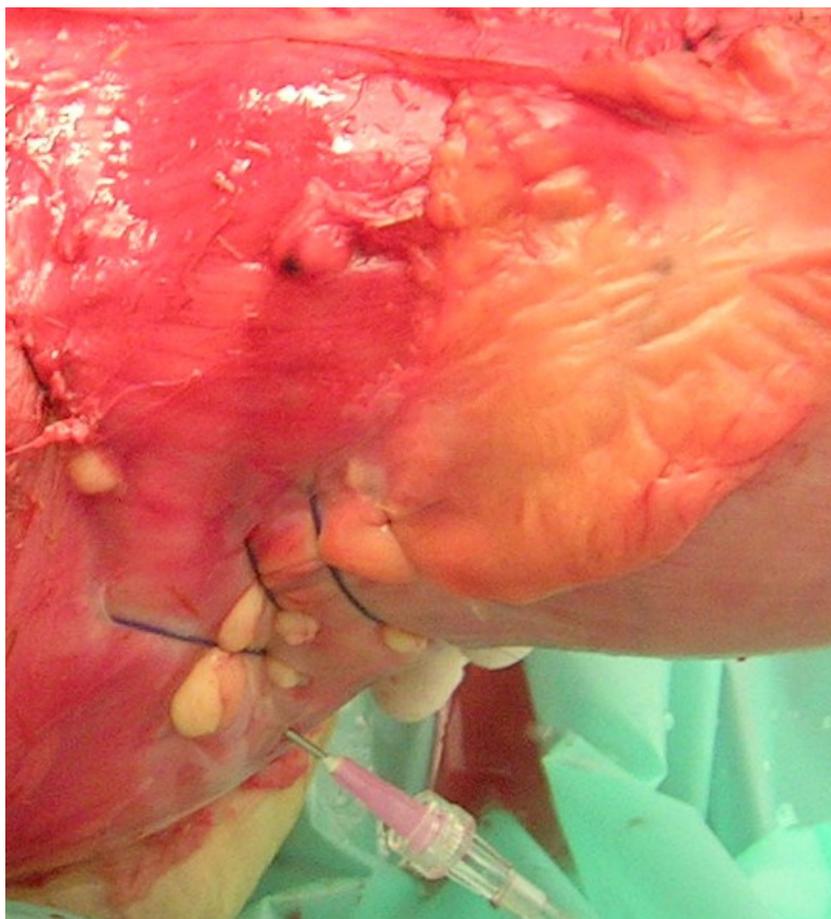


Abbildung 14: Dorsolaterale Ansicht des genähten Darmsegments. Berstungsdruckbestimmung auf Höhe der Naht.



Abbildung 15: Apparatur zur Bestimmung des Berstungsdruckes.

3.4. Überprüfung der Darмнаht mittels der Durchgängigkeit

Zur Überprüfung der Durchgängigkeit bzw. Einengung des Rektums an der genähten Perforationswunde wurde die Methode zur Ausmessung der Durchgängigkeit eines genähten Darmsegments nach BRUGMANS (1997) modifiziert. Während der Überprüfung der Belastbarkeit der Darмнаht mittels des Berstungsdruckes (siehe 3.3.) wurde die Infusion bei Erreichen eines Druckes von 10 mm Hg im Darmlumen gestoppt. Nun wurde mittels einer Schiebleere millimetergenau der äußere Durchmesser des Darms sowohl an der vernähten Stelle (a), als auch kranial der Naht vor dem Übergang zum absteigenden Kolon (A) gemessen. Die Durchgängigkeit (D) des Rektums im Bereich der Darмнаht wurde als Verhältnis des Durchmessers des vernähten Rektumabschnittes (a) zum Durchmesser des intakten Rektums unmittelbar kranial der Perforation (A) ausgedrückt: $D(\%) = a / A \cdot 100$.

3.5. Kriterien für eine geglückte Naht

Es mussten drei Kriterien erfüllt werden, um eine Naht als geglückt gelten zu lassen. Die palpatorische Prüfung der Naht durch die untersuchende Hand durfte keinen Hinweis auf Löcher im Nahtverlauf ergeben. Ein Berstungsdruck von 60 mm Hg durfte nicht unterschritten werden, und die Durchgängigkeit an der Nahtstelle musste mindestens 85 % betragen. Die Auswahl dieser Grenzen wird im Kapitel IV. diskutiert. Bei einer geglückten Naht wird in diesem Versuch von einer theoretischen Lebensfähigkeit ausgegangen.

3.6. Statistik

Bei der Naht eines perforierten Pferdedarms wurden zwei Fälle unterschieden. Erstens: Das Pferd wäre nach der Operation theoretisch lebensfähig. Zweitens: Das Pferd wäre nicht lebensfähig. Zur statistischen Untersuchung wurde die Operation daher als Zufallsexperiment mit zwei möglichen Resultaten modelliert. Das Ziel der statistischen Untersuchung war nun eine möglichst genaue Abschätzung der Erfolgsquote der Operation. Einer Reihe von Zufallsexperimenten mit zwei möglichen Resultaten liegt eine Binomialverteilung zugrunde. Bei einer Erfolgswahrscheinlichkeit (also erfolgreich genähte Verletzung) von p gibt die Binomialverteilung die Wahrscheinlichkeit für k erfolgreiche Operationen an, wenn insgesamt n Experimente (in der vorliegenden Arbeit Operationen) durchgeführt werden. Die Dichtefunktion der Binomialverteilung ist gegeben durch: $B \cdot p^k \cdot (1-p)^{n-k}$,

wobei B der Binomialkoeffizient n über k ist.

Ausgehend von diesen Überlegungen und den Resultaten der Experimente kann ein Konfidenzintervall für die Erfolgswahrscheinlichkeit der Operation angegeben werden. Als Konfidenzniveau für das Konfidenzintervall wurde in Übereinstimmung mit gängiger Praxis der Wert 0,95 gewählt. Das bedeutet, dass die getroffenen Aussagen eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % beinhalten. Bei statistischen Untersuchungen kann ein Irrtum niemals vollständig ausgeschlossen werden.

Die Erfolgswahrscheinlichkeit wird als Rate der Erfolge (k) unter allen durchgeführten Experimenten (n) bestimmt, berechnet sich also durch die Formel k/n . Dieser Wert wird auch „maximum likelihood“-Schätzer für die Binomialverteilung genannt und gibt den Wert an, der am wahrscheinlichsten der realen Erfolgsrate entspricht. Das Konfidenzintervall gibt an, wie weit die Erfolgswahrscheinlichkeit maximal (bei einer Sicherheit von 95 %) von der berechneten Rate abweichen kann. Das heißt, dass unter Voraussetzung der beobachteten Erfolge die tatsächliche Erfolgswahrscheinlichkeit innerhalb des Konfidenzintervalls liegen muss. Am wahrscheinlichsten ist die tatsächliche Erfolgswahrscheinlichkeit gleich der berechneten Rate.

Um abzuschätzen, ob die vorhandene Stichprobengröße aussagekräftig ist, wurde eine Verdopplung der Stichprobe simuliert und für die zusätzlichen 22 Operationen eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 50 % angenommen. Das resultierende Konfidenzintervall erlaubt abermals eine Abschätzung der maximal möglichen Erfolgswahrscheinlichkeit. Bei einer nicht nennenswerten Änderung des Konfidenzintervalls kann davon ausgegangen werden, dass die beobachtete Stichprobe hinreichend groß ist. Zum besseren Verständnis wurde die Entwicklung der Konfidenzintervalle über alle Operationen betrachtet, die Resultate dieser Arbeit basieren jedoch lediglich auf dem Konfidenzintervall für die gesamte Stichprobe von 22 Operationen.

Wie beschrieben wurde vor der Überprüfung der Darmnaht mittels des Berstungsdruckes und der Durchgängigkeit eine palpatorische Prüfung der Naht durchgeführt. Es wurde daraufhin der Anteil der tatsächlich erfolgreichen Versuche (alle beschriebenen Kriterien sind erfüllt) an den scheinbar erfolgreichen Versuchen bestimmt. Dieser Wert gibt Aufschluss über die Eignung der palpatorischen Prüfung zur Qualitätskontrolle der Naht, denn die palpatorische Prüfung ist das einzige objektive Mittel, das dem Tierarzt ohne Sichtkontrolle zur Verfügung steht.

Sämtliche Berechnungen wurden mit der Statistik-Software R in Version 2.4.1. durchgeführt.

IV. ERGEBNISSE

1. Versuchsvorbereitungen

Die Entnahme des Darmmaterials unmittelbar nach Euthanasie der Pferde verlief zügig und komplikationslos. Die Fixation des Darmmaterials sowohl am Aufhängerahmen als auch im Einspannrahmen war problemlos durchzuführen. Bei der Perforation des Darmsegments fiel auf, dass es eines wesentlich höheren Kraftaufwandes bedurfte, die mehrschichtige Darmwand zu perforieren, als erwartet. Durch den Sichtschutz zwischen Einspann- und Aufhängerahmen und das Verhängen des Aufhängerahmens wurde eine Sicht auf die Perforationswunde wie erwünscht unmöglich gemacht.

2. Durchführung der Darmnaht

Das rektale Vorführen der Deschampschen Nadel bis zur Perforationswunde verlief komplikationslos. Durch die Verwendung eines chirurgischen Handschuhs war eine gute Tastsensibilität gegeben. Schwierigkeiten bereitete die zentimetergenaue Platzierung der Nadel zum Durchstechen der dorsalen Wundlippe. Zudem rutschte der Finger immer wieder vom Wundrand ab. Für das Durchstechen der Darmwand war trotz der scharfen Nadel ein größerer Daumendruck erforderlich als erwartet. Zudem musste darauf geachtet werden, den eigenen Zeigefinger nicht zu verletzen. Das Durchstechen der gegenüberliegenden ventralen Wundlippe bereitete ähnliche Schwierigkeiten. Das Auffinden der jeweils genau gegenüberliegenden Einstichstelle des dorsalen Wundrandes war zeitintensiv und durch wiederholtes Abrutschen des Zeigefingers vom Wundrand erschwert. Die Hefte im zentimetergenauen Abstand zu legen, war ebenfalls orientierungsbedingt schwierig. Durch die Manipulation im Wundgebiet kam es trotz erhöhter Vorsicht gelegentlich zu Erweiterungen der Perforationswunde sowohl in kaudaler und kranialer Längsrichtung als auch in senkrecht vom Wundrand ausgehender Richtung. Diese Komplikation machte weitere Hefte nötig, was einen erheblichen Zeitmehraufwand bedeutete. In einigen Fällen musste der Versuch abgebrochen werden, da es beim Setzen zusätzlicher Einzelhefte zu

immer weiteren Einrissen kam. Dies war vor allem dann der Fall, wenn versucht wurde, senkrecht zum Wundrand entstandene Einrisse zu verschließen.

3. Überblick über die Ergebnisse

In den 22 unternommenen Nahtversuchen erfüllten 22,7 % aller Nähte alle drei Kriterien einer geglückten Darmnaht, 9,1 % aller Nähte erfüllten zwei Kriterien einer geglückten Darmnaht und 36,4 % aller Nähte erfüllten ein Kriterium einer geglückten Darmnaht. In 31,8 % Fällen konnte die Naht nicht fertig gestellt werden, was als abgebrochener Versuch gewertet wurde. Die theoretische Überlebensrate betrug somit 22,7 %. (siehe Abb.16).

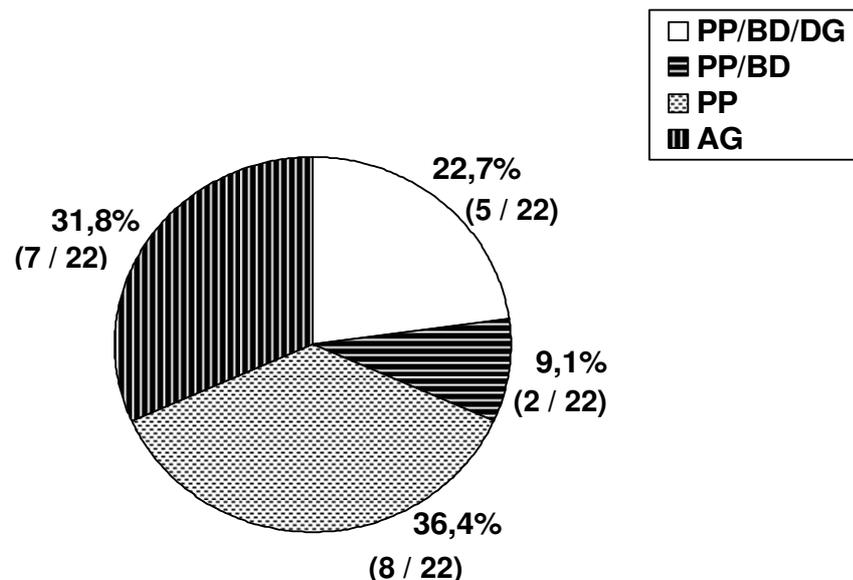


Abbildung 16: Prozentuale Darstellung der Ergebnisse von 22 intraluminalen Darmwandnahtversuchen von experimentell erzeugten Darmwandläsionen an frischen Rektumpräparaten von Pferden: PP: Palpatorische Prüfung bestanden; BD: Berstungsdruck \geq 60 mm Hg; DG: Durchgängigkeit \geq 85 %; AG: Versuch abgebrochen.

4. Ergebnisse der Qualitätsprüfung der Darmnaht

Nach Evaluierung aller Daten erfüllten fünf von 22 Nähten (22,7 %; siehe Abb.16) die Kriterien einer geglückten Darmnaht (palpatorische Prüfung der Naht, Berstungsdruck ≥ 60 mm Hg, Durchgängigkeit $\geq 85\%$). Der mittlere Berstungsdruck betrug $113 \pm 7,0$ mm Hg, die mittlere Durchgängigkeit $89,3 \pm 1,0$ %. Zum chirurgischen Verschluss der Perforationswunde wurde eine mittlere Verschlusszeit von $83 \pm 4,6$ min und im Mittel $4,6 \pm 0,4$ Einzelhefte benötigt (siehe Tab.2; Abb.17a-b). Als schwächste Stelle der Naht erwiesen sich die breiten Stichkanäle. Zum einen entstand dies durch den großen Querschnitt der Nadel, zum anderen durch die bei Erhöhung des intraluminalen Druckes sich in die gespannte Darmwand einschneidenden Fäden (siehe Abb. 17a-b).

Tabelle 2: Darstellung der einzelnen Kriterien von den fünf geglückten Nähten: BD: Nähte, deren Berstungsdruck ≥ 60 mm Hg betrug; DG: Nähte, die eine Durchgängigkeit ≥ 85 % aufwiesen; T: Verschlusszeit der Wunde in Minuten; n: Anzahl der zum Verschluss benötigten Hefte.

Pferdenr.	BD/Naht/ [mm Hg]	DG [%]	T [min]	n
Nr. 04	122	90,5	97	4
Nr. 08	107	89,6	88	6
Nr. 11	98	86,3	70	4
Nr. 17	102	92,0	78	5
Nr. 22	136	88,0	82	4
MW	113	89,3	83	4,6
STABW	7,0	1,0	4,6	0,4



Abbildung 17a: Seitenansicht eines genähten Darmsegments. Geglückte Darmnaht; Pferd Nr. 4.



Abbildung 17b: Seitenansicht eines genähten Darmsegments. Geglückte Darmnaht; Pferd Nr. 8.

Zwei von 22 Nähten (9,1 %, Abb.16) bestanden die palpatorische Prüfung und erreichten ebenfalls einen Berstungsdruck von ≥ 60 mm Hg (im Mittel $88 \pm 8,0$ mm Hg), doch konnte die als Kriterium für eine geglückte Darmnaht zu erreichende Durchgängigkeit nicht erreicht werden (im Mittel $60,1 \pm 0,3$ %). Die mittlere Verschlusszeit betrug $139 \pm 19,0$ min und es wurden im Mittel $8,5 \pm 1,5$ Einzelhefte gesetzt (siehe Tab.3; Abb.18).

Tabelle 3: Darstellung der einzelnen Kriterien von zwei Nähten, bei denen die Durchgängigkeit im Bereich der Darmnaht < 85 % betrug; BD: Nähte, deren Berstungsdruck ≥ 60 mm Hg betrug; DG: Nähte, die eine Durchgängigkeit ≤ 85 % aufwiesen; T: Verschlusszeit der Wunde in Minuten; n: Anzahl der Hefte.

Pferdenr.	BD/Naht/mmHg	DG %	Dauer/min	Hefte
Nr. 07	96	60,4	158	10
Nr. 18	80	59,8	120	7
MW	88	60,1	139	8,5
STABW	8,0	0,3	19,0	1,5

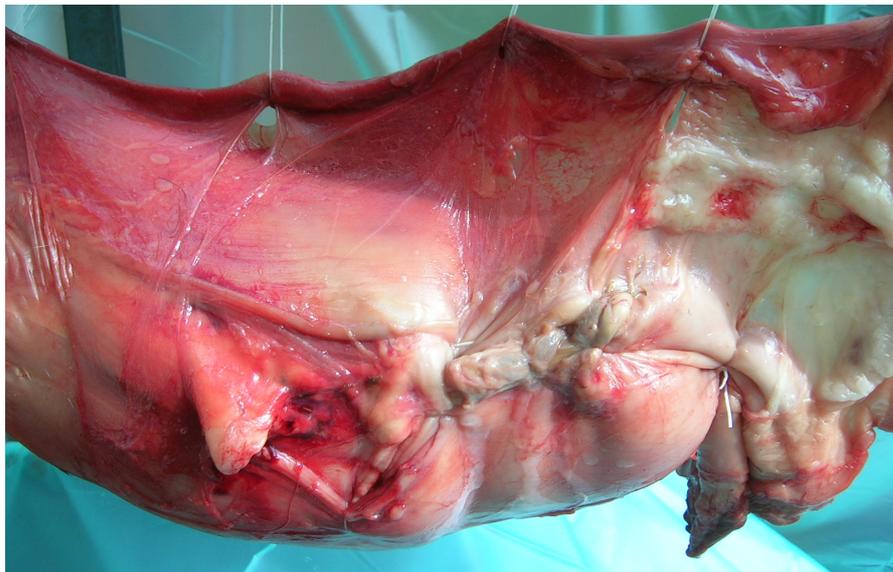


Abbildung 18: Seitenansicht eines genähten Darmsegments, bei dem die Durchgängigkeit im Bereich der Darmnaht < 85 % betrug; Pferd Nr. 7.

Acht von 22 (36,4 %; Abb.16) Darmnähten konnten palpatorisch als geglückt eingestuft werden, doch wurde hier ein Berstungsdruck von 10 mm Hg nicht überschritten. Hier waren die Schwachstellen der Nähte im Bereich der Wundränder direkt zu finden (siehe Tab. 4; Abb.19). Entweder waren die Abstände zwischen einzelnen Heften zu groß oder die Einstichstellen der sich gegenüberliegenden Wundlippen nicht parallel, so dass es zu undichten Stellen im Nahtgebiet kam. Zum vermeintlichen Verschluss der Perforationswunde wurde eine mittlere Verschlusszeit von $89,63 \pm 6,71$ min, und im Mittel wurden $5,75 \pm 0,82$ Einzelhefte benötigt (siehe Tab.4).

Tabelle 4: Darstellung der einzelnen Kriterien von acht Nähten mit einem Berstungsdruck < 60 mm Hg: BD: Nähte, deren Berstungsdruck < 60 mm Hg betrug; T: Verschlusszeit der Wunde in Minuten; n: Anzahl der benötigten Hefte

Pferdenr.	BD/Naht/[mm] [Hg]	T [min]	n
Nr. 01	0-10	93	8
Nr. 10	0-10	100	9
Nr. 13	0-10	60	4
Nr. 14	0-10	72	4
Nr. 15	0-10	92	6
Nr. 16	0-10	122	8
Nr. 19	0-10	98	3
Nr. 21	0-10	80	4
MW		89,6	5,8
STABW		6,71	0,8

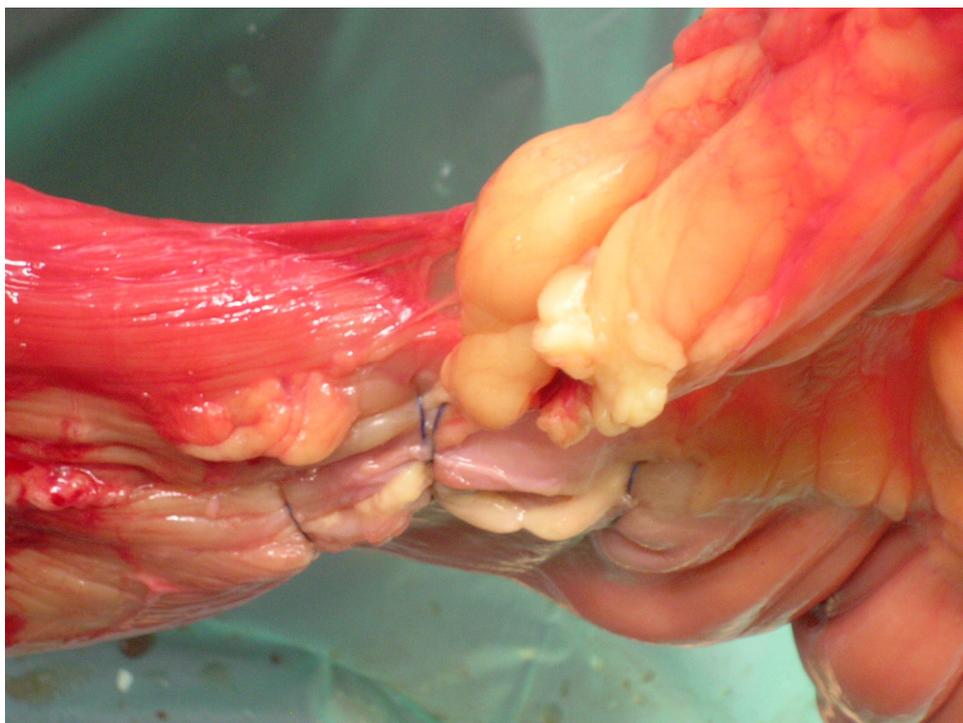


Abbildung 19: Seitenansicht eines genähten Darmsegments. Naht mit einem Berstungsdruck < 60 mm Hg; Pferd Nr.21.

In 7 (Nr.2, Nr.3, Nr.5, Nr.6, Nr.9, Nr.12, Nr. 20) von 22 Fällen (31,8 %; siehe Abb.16) musste der Versuch wegen immer weiterer Einrisse im Wundgebiet abgebrochen werden (Abb.20). Es wurde mindestens 60 min versucht, die Wunde zu verschließen.

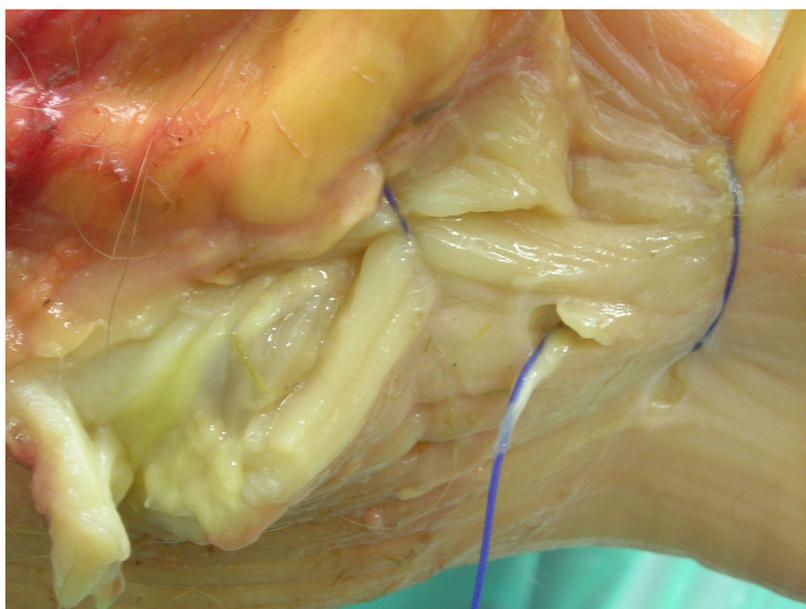


Abbildung 20: Seitenansicht eines Darmsegments, bei dem der Nahtversuch abgebrochen werden musste.

5. Verschlusszeit der Perforationswunde

Die mittlere Verschlusszeit der Perforationswunde aus 15 von 22 genähten Därmen, welche die palpatorische Prüfung bestanden, betrug $94 \pm 6,4$ min (siehe Tab.5; Abb.21). Die Regressionsgerade gibt Aufschluss über die Korrelation zwischen der Verschlusszeit und dem Datum der Operation. An der fallenden Regessionsgeraden lässt sich ablesen, dass es einen leichten Trend zur Verkürzung der Verschlusszeit gibt. Diese wird auf einen leichten Lerneffekt im Laufe der Operationen zurückgeführt. Die Korrelation ist jedoch nicht signifikant (Pearson Korrelationskoeffizient -0,19; p-Wert 0,5; Abb.21).

Tabelle 5: Darstellung der Verschlusszeiten für die 15 palpatorisch geglückten Nähte: \underline{T} : Verschlusszeit der Wunde in Minuten.

Pferdenr.	T[min]
Nr. 01	93
Nr. 04	97
Nr. 07	158
Nr. 08	88
Nr. 10	100
Nr. 11	70
Nr. 13	60
Nr. 14	72
Nr. 15	92
Nr. 16	122
Nr. 17	78
Nr. 18	120
Nr. 19	98
Nr. 21	80
Nr. 22	82
Anzahl	15
MW	94,0
STABW	6,4

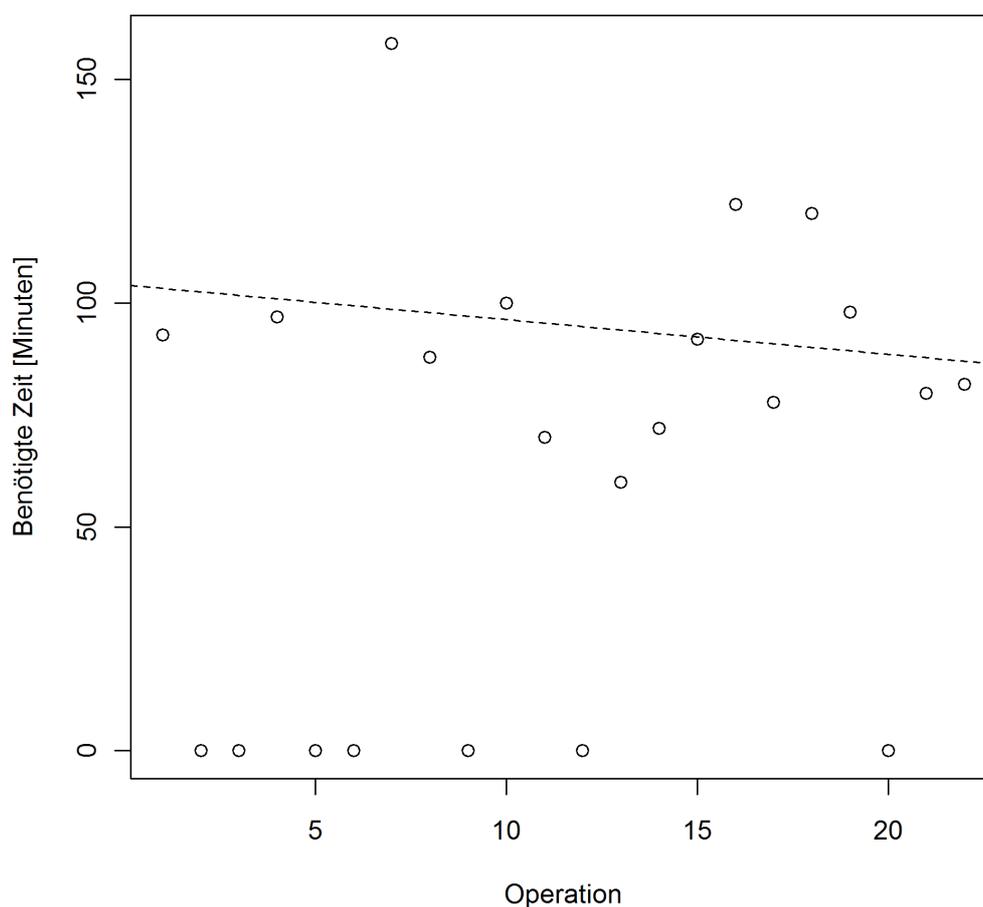


Abbildung 21: Auf der x-Achse sind die einzelnen Operationen in der Reihenfolge ihrer Durchführung dargestellt. Auf der y-Achse sind die benötigten Zeiten zum Verschluss der Perforationswunde dargestellt. Die Punkte geben jeden einzelnen Versuch an. Die Punkte auf Höhe 0 Minuten repräsentieren die abgebrochenen Versuche. Die Punkte oberhalb von 0 Minuten repräsentieren die Darmnähte, welche die palpatorische Prüfung bestanden haben. Abgebildet ist außerdem die Regressionsgerade für die nicht abgebrochenen Versuche.

6. Vergleich von vermeintlich geglückten zu tatsächlich geglückten Nähten nach Belastungstest

Bei der Betrachtung der Darmnähte nach der Prüfung der Belastbarkeit mittels des Berstungsdruckes fiel auf, dass bei zehn palpatorisch erfolgreich geprüften Nähten entweder der erreichte Berstungsdruck zu niedrig oder das Darmlumen zu stark eingengt war. Die die palpatorische Prüfung bestandene Darmnaht ist nicht unbedingt auch eine geglückte Darmnaht. Dies zeigt, dass die palpatorische Prüfung als Qualitätsmerkmal unzureichend ist.

7. Statistische Analyse der Ergebnisse

Aus den erhobenen Daten errechnet sich die theoretische „Überlebensrate“ als Anteil der fünf erfolgreichen Operationen an den insgesamt durchgeführten 22 Operationen. Der wahrscheinlichste Wert für die theoretische Überlebensrate ist also 22,7 %. Laut Konfidenzintervall liegt der tatsächliche Wert zu 95 %-iger Wahrscheinlichkeit zwischen 7,8 % und 45 %, d.h. dass die Überlebensrate maximal 45 % sein kann.

Um zu zeigen, dass die Beobachtung von 22 Tieren bereits ein aussagekräftiges Resultat liefert, wurde zunächst die Entwicklung der Konfidenzintervalle über die durchgeführten Versuche betrachtet (Abb.22). Je enger das Konfidenzintervall, desto präziser und damit aussagekräftiger ist der bestimmte Wert; die obere Grenze des Konfidenzintervalls bietet außerdem die Möglichkeit, die Überlebensrate mit hoher Sicherheit nach oben zu begrenzen. In der Abbildung lässt sich sehr gut erkennen, wie die Grenzen des Konfidenzintervalls mit steigender Anzahl Versuche gegen die berechnete Überlebensrate konvergieren.

Weiterhin wurden 22 weitere, hypothetische Versuche angenommen. Wenn man davon ausgeht, dass die Hälfte dieser Versuche erfolgreich beendet wird, also die beobachtete Erfolgsrate deutlich überschätzt, ergibt sich eine Änderung der hypothetischen Erfolgsquote um lediglich 13,3 Prozentpunkte auf 36 %. Die obere Grenze des Konfidenzintervalls läge bei 52 %. Die Konklusion ist, dass selbst bei mehr durchgeführten Experimenten, die zudem öfter erfolgreich beendet werden, davon

ausgegangen werden kann, dass immer noch mehr als die Hälfte der Tiere nicht lebensfähig wäre. Abschließend muss hervorgehoben werden, dass die berechnete theoretische „Überlebensrate“ von 22,7 % eher der Realität entspricht.

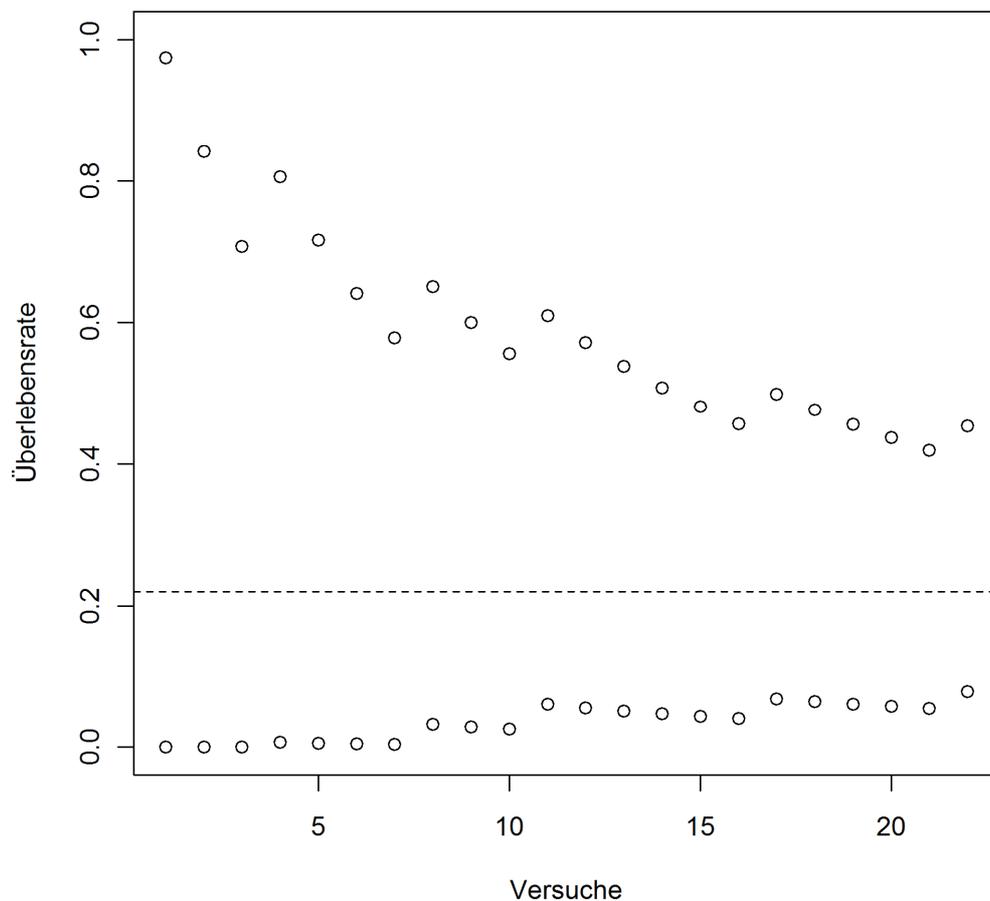


Abbildung 22: Auf der x-Achse sind die Versuche in der Reihenfolge ihrer Durchführung dargestellt. Die Punkte geben die Grenzen des Konfidenzintervalls für die Daten aus dem aktuellen und allen vorhergehenden Versuchen an. Das rechte Konfidenzintervall ist damit das Konfidenzintervall unter Berücksichtigung aller Daten. Die gestrichelte Linie markiert die theoretische „Überlebensrate“ unter Berücksichtigung aller Daten. Diese Form der Darstellung zeigt, dass die Begrenzungen der Konfidenzintervalle schnell gegen die theoretische „Überlebensrate“ konvergieren.

V. DISKUSSION

In der Literatur finden sich viele Fallbeispiele und Studien zu verschiedenen Behandlungsmethoden der Rektumläsion dritten und vierten Grades beim Pferd. Es sind sowohl die konservative Behandlung (KATZ und CLAUDE, 1999, MAZAN, 1997, MAIR, 2000), chirurgische Verfahren mit sekundärer Wundheilung (TAYLOR et al., 1987, ADAMS und FESSLER, 2002, RICK, 1989, STASHAK und KNIGHT, 1978, FREEMAN et al., 1992) als auch Operationen, die einen primären Wundverschluss durchführen (BRUGMANS, 1997, HUSKAMP, 1994, WATKINS et al., 1989, SPENSLEY et al., 1985, STEWART und ROBERTSON, 1990, KAY et al., 2008, WILSON und STONE, 1990, MATHEA und MEYER-WILMES, 1999), beschrieben. Dabei hat sich keine Methode als „Goldstandard“ für die Behandlung einer Rektumläsion dritten und vierten Grades durchgesetzt. Dies deutet daraufhin, dass die Behandlung einer solchen Verletzung sich schwierig gestaltet. Schnelles und besonnenes Handeln nach der Entdeckung von Blutspuren am Handschuh ist der wichtigste Grundsatz der allgemeinen Lehrmeinung. Zur Behandlung von Rektumläsionen stellt der direkte intraluminale Wundverschluss nach HUSKAMP (1994) dabei eine Methode dar, die Verletzung zügig vor Ort zu verschließen. Dies mag nicht für alle Tierärzte die Methode der Wahl sein, da sie blind erfolgt und somit einiges chirurgisches Geschick erfordert.

Ziel dieser Arbeit war es, mittels eines einhändigen intraluminale Wundverschlusses durch Mehrschichtennaht eine iatrogene Rektumperforation vierten Grades am frischen Rektumpräparat zu verschließen. Dies wurde an post mortem entnommenen Dickdarmanteilen, die in einem Phantom eingespannt wurden, durchgeführt. Da eine iatrogene Rektumläsion bei jedem Pferd, das einer transrektalen Untersuchung unterzogen wird, vorkommen kann, wurden Pferde jeden Alters und jeder Rasse ausgewählt. Die Möglichkeit einer transrektalen Untersuchung musste gegeben sein. Aus Gründen des Tierschutzes wurde der Versuch nicht an lebenden Tieren durchgeführt. Die Läsion wurde blind mittels einer Darmklemme dorsolateral im

Rektumdach im Bereich der von KÖHLER et al. (1986a) beschriebenen deltoidförmigen Schwachstelle gesetzt. Diese Lokalisation ist auch in anderen Studien die Stelle, an der häufig Zerreißen auftreten (CLAES et al., 2008, WATKINS et al., 1989, ARNOLD et al., 1978a). Die Perforation wurde stumpf auf eine Länge von 7,5 cm erweitert. Dies entspricht der durchschnittlichen Breite einer Hand auf Höhe der Fingermittelgelenke. Durch die anatomisch korrekte Aufhängung der kaudalen Dickdarmanteile mit Afterkanal und Anus sowie dem ihm umgebenden Gewebe im Phantom wurde versucht, eine in vivo Situation so gut wie möglich nachzustellen. Eine Peristaltik des Darms war in diesem Versuchsaufbau natürlich nicht mehr vorhanden; diese sollte aber auch beim lebenden Pferd ausgeschaltet werden (HANSON, 2005, HUSKAMP, 1994, MERKT et al. 1979). Dennoch ist eine Unruhe oder Bewegung des Pferdes auch mit Sedation und epiduraler Anästhesie immer noch möglich und erfahrungsgemäß vorhanden, was in vitro nicht nachgestellt werden kann. Die Naht des artifiziellen Risses wurde mittels Deschampscher Nadel und geflochtenen resorbierbaren Nahtmaterial der Größe metric 5 durchgeführt. Dieses Vorgehen wendete auch HUSKAMP (1994) an. Die Methode wurde gewählt, weil sie keinen großen technischen Aufwand benötigt und daher an Ort und Stelle durchzuführen sein soll. Dies soll nicht heißen, dass die Nahttechnik an sich eine einfach zu praktizierende ist. Die exakte Platzierung der Nadel zum Durchstechen des dorsalen als auch des ventralen Wundrandes, maximal 1,5 cm von diesem entfernt, war haptisch schwierig. Ein expandierendes rektales Spekulum, welches eine Sicht ermöglicht (SPENSLEY et al., 1985), konnte nicht angewandt werden, da der Sphinkter post mortem keinen Tonus zur Fixierung eines Spekulums aufwies und eine Sicht durch Faltenbildung der Mukosa trotzdem nicht immer gewährleistet ist (RICK, 1989, SAYEGH et al., 1996). Der Zeigefinger sollte zur Fixierung des Wundrandes dienen, rutschte aber aufgrund der glatten Oberfläche immer wieder davon ab. Nur mit Unterstützung des Daumens konnte die scharfe Nadel durchgeführt werden. Somit stand der Daumen nicht zur Fixierung der jeweiligen Wundlippe, wie bei HUSKAMP (1994) beschrieben, zur Verfügung. Alleine mit der Rotation des Griffes war die Nadel nicht durchzuführen. Die einzelnen Hefte sollten in einem exakten Abstand von

1 cm zueinander gesetzt werden. Zudem musste versucht werden, die genau gegenüberliegende Einstichstelle des anderen Wundrandes zu treffen. Durch wiederholtes Abrutschen des Zeigefingers wurde dies erschwert und kostete Zeit. Ursächlich für die oben genannten Probleme war der Umstand einer blinden Nahttechnik. Ein großes Problem bestand darin, dass es durch vermehrte Manipulation im Wundgebiet bei einigen Nahtversuchen zu einer Erweiterung der Verletzung in kaudaler und kranialer Richtung sowie auch im senkrechten Verlauf zum Wundrand kam. Deswegen wurden weitere Hefte zum Verschluss dieser Erweiterungen notwendig. Je mehr der Darm einriss, desto mehr musste zur Reparatur des neuen Risses manipuliert werden, was wiederum zu erneuten Perforationen führte. Ein sog. *circulus vitiosus* entstand. In diesen Fällen (sieben von 22; 31,8 %) wurde der Versuch nach 60 min abgebrochen (Abb.16, Abb.20). Aufgrund der genannten Schwierigkeiten (Auffinden der Wundränder und Durchstechen an der richtigen Position) betrug der Zeitaufwand für vermeintlich erfolgreich geschlossene Nähte $94 \pm 6,4$ min. Die kürzeste benötigte Zeitdauer war 60 min, 158 min war die Höchstdauer, die zum Verschluss einer Perforation benötigt wurde (Tab.5, Abb.21). Zwar tritt eine technische Verbesserung ein, die sich auch auf die Verschlusszeit auswirkt, aber der Lerneffekt dabei ist marginal und kaum messbar und lässt sich statistisch nicht beweisen. Auch andere Autoren beschrieben die Technik als Zeit raubend. Zudem nannten sie die oben genannten Schwierigkeiten ebenfalls als Nachteile dieser Technik. Sie nannten dabei die Vergrößerung der Verletzung durch Manipulation und ein damit verursachtes zusätzliches Trauma (SAYEGH et al., 1996, RICK, 1989).

In 68,2 % der Versuche wurde die Naht so verschlossen, dass sie bei einer palpatorischen Prüfung als eine gelungene Naht bezeichnet werden konnte, so dass eine Überprüfung mittels Berstungsdruck und Durchgängigkeit stattfinden konnte (Abb.16). Der minimale Berstungsdruck von 60 mm Hg und die Durchgängigkeit von mindestens 85 % wurden als Kriterien zur Überprüfung einer Darmnaht gewählt. Die Erfüllung dieser Bedingungen sind für eine optimale Darmnaht, die Schutz vor Austritt von Darminhalt und eine gute Wundheilung gewährleistet,

notwendig (PRISCHING, 1967). Für Hohlorgane ist der Berstungsdruck als Belastungstest für Darmnähte entscheidend (BALLANTYNE, 1983). BRUGMANS (1997) wendete zur Überprüfung seiner Nahtversuche ebenfalls den Berstungsdruck und die Durchgängigkeit an. In seiner Studie bewährten sich diese zwei Methoden zur Qualitätsprüfung einer Darmnaht zufriedenstellend. BRUGMANS (1997) ermittelte bei seinen in vitro und in vivo Versuchen eine minimale Durchgängigkeit von 85 %. Da alle drei Versuchspferde bis zum Tage der Euthanasie keine Probleme beim Kotabsatz zeigten, scheint eine Durchgängigkeit von 85 % angemessen. Bei einer Studie zur Überprüfung intraluminaler Drücke bei Pferden mit strangulierenden und nicht strangulierenden Obstruktionen im Bereich des Dickdarms wurden maximale pathophysiologischen Drücke von 80 cm H₂O (58,88 mm Hg) gemessen (MOORE et al., 1996). In einer anderen Studie von FALEIROS (2008) wurde die Belastbarkeit des absteigenden Kolons durch artifizielle Dehnung und anschließende Dekompression experimentell überprüft. Ein in das Lumen eingeführter Ballon wurde mit einem Druck von 40 mm Hg aufgeblasen und für vier Stunden im absteigenden Kolon bei konstantem Druck belassen. Eineinhalb und zwölf Stunden nach der Dekompression wurden lokale Läsionen in den seromuskulösen Schichten des absteigenden Kolons gefunden und histologisch bestätigt (FALEIROS et al., 2008). Beim Menschen wurde ein intraluminaler Fülldruck von 55 mm Hg gemessen. Übersteigt der intraluminaler Druck diesen Wert, kommt es zur Entleerung des Enddarms (MURER und BERGER, 2005). Aufgrund dieser Studien und Druckwerte wurde für die vorliegenden Versuche ein minimaler Berstungsdruck von 60 mm Hg festgelegt. Das heißt, dass eine Naht, die unterhalb dieses Wertes dem Belastungstest nicht standhält, als nicht erfolgreich klassifiziert wird. Bemerkenswert ist, dass diese Grenze im Versuch entweder deutlich überschritten oder deutlich unterschritten wurde. Es gibt insbesondere keinen Fall, der nur aufgrund eines marginal niedrigeren Wertes als nicht erfolgreich eingestuft werden musste.

Eine geglückte Darmnaht definierte sich in dieser Versuchsanordnung über das Erfüllen der palpatorischen Prüfung, dem Standhalten eines Berstungsdruckes von ≥ 60 mm Hg und eine Durchgängigkeit von ≥ 85 %.

Nur fünf von 22 Nähten (22,7 %) erfüllten diese Kriterien und waren somit geglückte Nähte (Abb.17a-b). Der mittlere gemessene Berstungsdruck betrug $113 \pm 7,0$ mm Hg und lag damit deutlich über der Mindestgrenze von 60 mm Hg. Die schwächste Stelle der Naht waren die Stichkanäle (Abb.17a-b), durch die das Wasser als Erstes durchtrat. Ursächlich hierfür war der große Querschnitt der Deschampschen Nadel. Der Faden eines Heftes schnitt bei Erhöhung des intraluminalen Druckes in das umliegende Gewebe ein und vergrößerte somit den Stichkanal. Auch die mittlere Durchgängigkeit lag mit $89,3 \pm 1,0$ % über der Mindestgrenze (Tab.2). Durch die Vorgänge der proliferativen Phase der Wundheilung wäre ein noch höherer Druck notwendig, um eine Naht zum Bersten zu bringen (Berstungsdruck). Dies ist durch die hohe Zelldichte der Fibroblasten, die für Wundrandstabilisierung und den Wundverschluss sorgen, bedingt. Zudem steigt der Kollagengehalt in der *Tunica submucosa*, was zur erhöhten Festigkeit des Gewebes führt (MEYER et al., 2007). BALLANTYNE (1983) stellte in seinen Versuchen bei Belastbarkeitstest von Anastomosen höhere Berstungsdrücke als im umliegenden Gewebe in der proliferativen Phase (zehnter Tag post operationem) fest. Die gleichen Beobachtungen machte BRUGMANS (1997) in seinem Versuch, die Rektumperforation vierten Grades über einen laparoskopischen Zugang zu verschließen. In seinen Vorversuchen post mortem maß er einen mittleren Berstungsdruck von 117 ± 23 mm Hg, während er im Versuch am lebenden Pferd im Mittel 140 ± 0 mm Hg am siebten Tag post operationem ermittelte. Die mittlere Durchgängigkeit betrug in seinem Lebendversuch 86 ± 1 %.

In der eigenen Untersuchung hätten somit 22,7 % der genähten Därme die physiologischen Bedingungen im lebenden Pferd erfüllen können. Somit werden diese fünf „Patienten“ mit geglückten Nähten als „theoretisch lebensfähig“ eingestuft. Da weitere Faktoren, wie die Entwicklung einer Peritonitis, einer Kolik und Schock die Überlebensrate beeinflussen, handelt es sich deshalb nur um eine theoretische „Überlebensrate“.

Bei zwei Nähten (9,1 %) konnte eine Durchgängigkeit von ≥ 85 % nicht erreicht werden (Abb.16; Tab.3). Bei diesen Versuchen ist der Wundrand

immer wieder eingerissen, so dass mehr Hefte notwendig wurden. Oft lagen die Hefte dem Wundrand fern. Dies führte durch Faltenbildung zu einer starken Verengung des Darmrohrs (siehe Abb.18). RICK (1989) wies in seiner Studie auf das Problem der Faltenbildung und die dadurch entstandene Verengung des rektalen Durchmessers hin.

Acht von 22 (36,4 %; Abb.16) Nähten wurden zwar palpatorisch als geglückt eingestuft, konnten aber einen Berstungsdruck von ≥ 60 mm Hg (dabei wurden 10 mm Hg nicht überschritten) nicht überschreiten (Tab.4). In diesen Fällen waren die größte Schwachstelle, an der das Wasser als Erstes durchtrat, die adaptierten Wundränder und nicht die Stichkanäle der einzelnen Hefte (Abb.19). Der Grund hierfür war, dass die Abstände zwischen den einzelnen Heften zu groß waren und dass die Einstichstellen der gegenüberliegenden Wundränder gegeneinander verschoben lagen.

WATKINS et al. (1989), EASTMAN et al. (1999) und HUSKAMP (1994) führten die transrektale Naht an lebenden Pferden mit einer iatrogenen Rektumläsion dritten Grades durch. WATKINS et al. (1989) therapierten sieben Pferde mit dieser Methode, von denen sechs als geheilt entlassen wurden. Zudem nähten sie ein Pferd mit einer Verletzung vierten Grades, das dies nicht überlebte. In der Studie von EASTMAN (1999) wurden 15 von 20 (75 %) Pferde mit einer Verletzung dritten Grades, die direkt transrektal verschlossen wurde, als geheilt entlassen. Nach Meinung des Autors könnte in einigen Fällen eine Reparatur einer Verletzung vierten Grades gewährleistet sein. Auch HUSKAMP (1994) konnte mit einer Deschampschen Nadel die direkte Naht des Rektums bei sechs Pferden mit einer iatrogenen Läsion vierten Grades (Einteilung nach ARNOLD et al. 1978a) durchführen und vier als gesund entlassen. Bei der Naht von drei Pferden mit einer Verletzung dritten Grades konnten alle drei Pferde als geheilt entlassen werden. Aufgrund dieser hohen Erfolgsrate sind alle anderen operativen Verfahren nach Meinung des Autors kontraindiziert. Bei der Naht von Läsionen dritten Grades soll vermieden werden, die noch intakte Serosa mit zu durchstechen (HUSKAMP, 1994). Dabei wurde keine Aussage über die tatsächliche Überlebensrate (erneute Evaluation der Pferde nach vollständiger Rekonvaleszenz) getroffen. SPENSLEY et

al. (1985) geben an, die direkte Naht nur bei Verletzungen mit noch intakter Serosa durchzuführen. Ein solcher Erfolg ist erstaunlich, muss man annehmen, dass bei einer Verletzung dritten Grades das Serosainnenblatt Kot kontaminiert ist und nach geglückter Naht immer noch nekrotisch werden kann. Dies kann eine Abszessbildung, Peritonitis und Verwachsungen mit sich bringen (GERHARDS, 2001). Zudem erscheint es fast nicht möglich, die Serosa, so fern sie noch intakt ist, nicht zu durchstechen. Ein Einreißen der Serosa erscheint durch die selbst beobachteten nötigen Manipulationen an den Wundrändern als wahrscheinlicher. Aufgrund dieser Tatsache und weil ein erfolgreicher Verschluss von iatrogenen Rektumläsionen vierten Grades nur von einem Autor (HUSKAMP, 1994) beschrieben wurde, wurde in diesem Versuch eine iatrogene Perforation vierten Grades gesetzt.

Da bei dieser Untersuchung optimale Lichtverhältnisse gegeben waren, zudem kein Zeitdruck und keine Abwehrbewegungen des Pferdes vorlagen, herrschten für diesen Versuch Idealbedingungen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind deswegen nicht als allgemein gültig anzusehen. Dennoch geben sie einen Hinweis darauf, wie schwer es sein kann, einen Riss im Rektum ohne Sicht zu nähen.

Eine iatrogene Rektumläsion tritt in jeder 10.000sten transrektalen Untersuchung auf (MERKT et al., 1979). HUSKAMP gab eine 0,35 %ige Wahrscheinlichkeit einer iatrogenen Rektumläsion bei einer transrektalen Untersuchung eines Pferdes an. Zwar ist dies eine höhere Wahrscheinlichkeit als die genannte Zahl von MERKT, dennoch kommt eine iatrogene Rektumläsion sehr selten vor. Somit wird es einem Tierarzt schwerfallen, in seinem Berufsleben die notwendige Erfahrung für die direkte transrektale Naht einer Rektumläsion zu erlangen. Zudem herrschen unter Feldbedingungen in den meisten Fällen keine Idealbedingungen, wie sie in diesem Versuch vorlagen. Es wurde festgestellt, dass die transrektale Naht eine sehr zeitaufwendige Technik ist (eigener Versuch und SAYEGH, 1996) und der Versuch einer direkten Naht an Ort und Stelle im schlimmsten Fall keinen Erfolg bringt, aber dafür Zeit kostet. SAGEYH et al. (1996) wiesen darauf hin, dass bei dieser Nahttechnik ohne Sichtkontrolle ein unvollständiger Wundverschluss

möglich ist. Dies wiederum setzt die Überlebenschance, die bei einem Pferd mit einer iatrogenen Rektumläsion bei 40 % (MERKT, 1977) bzw. 55 % (ARNOLD et al., 1978a) liegt, weiter herab. Trotz zunehmender Kompetenz und Übung des Autors wurde die Verschlusszeit mit steigender Zahl der Operationen nicht signifikant geringer (Abb.12).

Drei Hauptaussagen treffen für diese Untersuchung zu:

Erstens: Wenn eine Rektumläsion vermeintlich erfolgreich verschlossen wurde, ist das Pferd noch nicht gerettet. In diesem Versuchsaufbau wurde bewiesen, dass bei einer Naht, die sich wie geglückt anfühlte, nicht gleichzeitig davon ausgegangen werden konnte, dass es sich um einen sicheren Wundverschluss handelte. Zwar wurden 15 Nähte palpatorisch einwandfrei verschlossen, von diesen hielten aber nur fünf den anschließenden Belastungstests (Berstungsdruck und Durchgängigkeit) stand (Kapitel IV.6.).

Zweitens: Durch die Manipulation im Rektum kann es statt zur Heilung des Tieres zu einer Verschlimmerung der schon vorhandenen Notfallsituation kommen. Der geringen Wahrscheinlichkeit auf Erfolg steht das erhöhte Risiko einer Verschlimmerung des Krankheitszustandes bei dieser Nahttechnik gegenüber.

Drittens: Trotz guter allgemeinchirurgischer Erfahrung eines Tierarztes ist diese Nahttechnik mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden, an deren Ende kein garantierter Verschluss der Läsion steht (siehe Erstens). Dieser erhöhte Zeitaufwand ergibt sich durch die oben genannten Schwierigkeiten.

CLAES et al. (2008) sahen in der Naht der Verletzung über einen medianen laparotomischen Zugang die einzig mögliche Therapie von Rektumverletzungen vierten Grades. In einem Fallbericht von 1999 wurde ein Zugang über den Leistenspalt gewählt, durch den die Perforation vierten Grades durch eine Enterotomie intraluminal genäht wurde. Zehn Tage post operationem konnte der Hengst als gesund entlassen werden. Eine Nachuntersuchung nach vollständiger Erholung wurde nicht durchgeführt (MATHEA und MEYER-WILMES, 1999). Seit 1999 wurden weitere sieben Pferde mit einer Rektumperforation vierten Grades mit

dieser Technik als gesund entlassen (persönliche Mitteilung MATHEA und MEYER-WILMES). In einem anderen Fallbericht fand diese Nachuntersuchung nach 18 Monaten statt. Zu diesem Zeitpunkt war die Stute bei ungestörtem Allgemeinbefinden und im achten Monat tragend. Sie erlitt zuvor eine Läsion dritten Grades, die intraluminal über einen medianen laparotomischen Zugang mittels Enterotomie verschlossen wurde (WILSON und STONE, 1990). Der minimal invasive laparoskopische Zugang an der Flanke, wie er von BRUGMANS (1997) an drei Pferden durchgeführt wurde, war bei allen drei Pferden bis sieben Tage post operationem erfolgreich. Die Naht zeigte bei der Sektion der Pferde gute Heilungstendenzen. Diese minimal invasive Technik scheint ebenfalls eine mögliche Therapieform einer Verletzung vierten Grades zu sein (BRUGMANS, 1997). Die höchste Wahrscheinlichkeit eines sicheren Verschlusses einer Rektumläsion vierten Grades ist nur in einer Klinik in Vollnarkose und nur unter Sicht gegeben. Welche spezielle Technik dabei angewendet wird, ist dem Können und der Vorliebe des Operateurs überlassen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Iatrogene Rektumläsionen sind selten auftretende, gleichwohl bekannte und bei Läsionen dritten und vierten Grades (nach ARNOLD et al. (1978a)) meist tödlich verlaufende, gefürchtete Komplikationen transrektaler Untersuchungen der Bauchhöhlenorgane bei Pferden.

Empfehlungen zur Vorgehensweise bei der Versorgung von höhergradigen Rektumläsionen variieren stark und stützen sich bisher auf Fallberichte, kleine Fallserien und wenige experimentelle Untersuchungen. Da die Kotkontamination der Becken- und Bauchhöhle die Überlebenschance des verletzten Pferdes entscheidend verschlechtert, steht die Forderung nach möglichst umgehender Versorgung einer Rektumläsion ganz im Vordergrund der Behandlungsempfehlungen. Hierfür wurde die direkte transrektale Allschichtennaht der lädierten Rektumwand mittels speziell für diese Naht modifizierter Deschampsnadel vorgeschlagen und in einigen Fällen erfolgreich angewandt (HUSKAMP, 1994). Dabei muss die chirurgisch äußerst schwierig anzulegende intraluminale Naht der Rektumwand blind erfolgen und dennoch den auch an andere Darmnähte gestellten Forderungen entsprechen. Das heißt sie muss postoperativ absolute Dichtigkeit aufweisen, hohem Druck widerstehen können und eine hohe Durchgängigkeit gewährleisten.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollte der Frage nachgegangen werden, ob und inwieweit eine derartige Operation als praxistauglich angesehen werden kann.

Zweiundzwanzig unmittelbar *post mortem* entnommene Rektum- und Kleinkolonpräparate von Pferden unterschiedlichen Alters, Geschlechts und unterschiedlicher Rasse wurden in ein Phantom in anatomisch korrekter Lage eingespannt. Anschließend wurde eine iatrogene Rektumläsion simuliert, indem eine von intraluminal nach extraluminal perforierende Läsion vierten Grades von 7,5 cm Länge an der in der Literatur am häufigsten beschriebenen Stelle (dorsolaterales Rektumdach, intraperitoneal) angelegt wurde. Danach wurde versucht, die Läsion mittels intraluminal ausgeführter Allschichtennaht unter Zuhilfenahme einer für diesen Zweck modifizierten, extralangen extraluminal betätigten Deschampsnadel und geflochtenem absorbierbarem Nahtmaterial der

Stärke metric 5 ohne Sichtkontrolle zu verschließen. Nach Palpationsbefund (erstes Kriterium) dichtem Verschluss wurde die Nahtstelle auf ihre Belastbarkeit getestet. Dabei musste sie einem mittels Wasserfüllung simulierten Berstungsdruck von mindestens 60 mm Hg widerstehen können (zweites Kriterium), und die Nahtstelle musste eine Durchgängigkeit von $\geq 85\%$ aufweisen (drittes Kriterium), um als „geglückte“ Naht zu gelten. Damit ist gemeint, dass eine solche Darmnaht am lebenden Pferd theoretisch die Voraussetzungen für dessen Überleben geschaffen hätte.

Folgende Schwierigkeiten traten während des Nähens auf: Die rein palpatorische intraluminalen Orientierung an den Perforationsrändern gestaltete sich als sehr schwierig. Allein deshalb war eine auch nur annähernd punktgenaue Platzierung der einzelnen Hefte erschwert. Durch die zur Orientierung notwendige Manipulation wurde das Gewebetrauma in einigen Fällen verschlimmert. Zudem kam es zu Einrissen der Wundränder, die eine vermehrte Manipulation durch das Setzen zusätzlicher Einzelhefte notwendig machte. Eine Verschiebung der Wundränder gegeneinander und eine damit verursachte Faltenbildung konnte nicht immer verhindert werden. Die auftretenden Schwierigkeiten verursachten einen hohen Zeitaufwand.

In 7 von 22 Fällen (31,8 %) wurde der Versuch nach mindestens 60 Minuten abgebrochen, weil die Wundränder immer wieder ausrissen, so dass ein Wundverschluss in diesen Fällen aussichtslos wurde.

Fünfzehn der 22 genähten Darmpräparate (68,2 %) wurden palpatorisch als geglückt eingestuft (erstes Kriterium). Davon erfüllten acht ($8/15 = 53,3\%$) die beiden Kriterien Berstungsdruck ≥ 60 mm Hg und Durchgängigkeit $\geq 85\%$ nicht.

Weitere zwei palpatorisch als geglückt eingestufte Nähte ($2/22 = 9,1\%$) hielten einem Berstungsdruck von ≥ 60 mm Hg stand, konnten aber eine Durchgängigkeit von $\geq 85\%$ nicht erreichen. Die mittlere Verschlusszeit für die 15 palpatorisch als „geglückt“ eingestuften Fälle betrug $94 \pm 6,4$ min.

Fünf von 22 Nähten (22,7 %) erfüllten alle drei Kriterien und wurden

deshalb als „geglückt“ eingestuft.

Die gegebenen experimentellen Bedingungen konnten die zusätzlichen Schwierigkeiten, die sich bei einer Naht vor Ort ergeben (Unruhe bzw. Abwehr des Tieres, vorhandene Peristaltik, Anheftung von massiven Blutkoagula an den Wundlippen, fehlende Hilfe, fehlender Behandlungsstand) nicht simulieren.

Schlussfolgerungen:

1. Bei einer sich palpatorisch als „geglückt“ darstellenden intraluminalen Rektumnaht kann nicht gleichzeitig davon ausgegangen werden, dass es sich tatsächlich um einen sicheren Wundverschluss handelt. Vielmehr dürften sich mehr als die Hälfte dieser Nähte noch als insuffizient bzw. zu stark lumeneinengend erweisen.
2. Durch die Manipulation im Rektum kann es statt zu einem sicheren Verschluss der Darmwandläsion zu deren unverschließbaren Verschlimmerung kommen.
3. Trotz zunehmender chirurgischer Erfahrung durch die serielle Versuchsdurchführung ist für die Naht ein hoher Zeitaufwand (ca. 1,5 Stunden) erforderlich, der an Patienten zu weiteren Schwierigkeiten führen dürfte, und an deren Ende nur 5 von 22 der Präparatenähte (knapp ein Viertel) als „geglückt“ eingestuft werden konnten.
4. Bei den an lebenden Patienten erfahrungsgemäß vorhandenen weiteren Erschwernissen der Rektumnaht ist in der Notfallsituation vor Ort mit einem noch schlechteren Ergebnis der Nahtergebnisse zu rechnen (< 22,7 %). Daher und wegen der nicht sicher vermeidbaren Kontamination der Becken- und Bauchhöhle mit Darmkeimen ist von einer nur sehr geringen Überlebenswahrscheinlichkeit von Patienten mit höhergradigen Rektumläsionen, die mittels der hier geprüften Darmnahttechnik versorgt werden, auszugehen.

VII. SUMMARY

Iatrogenic rectal lesions are rare, but well known, and with lesion of third or fourth grade (according to ARNOLD et al. (1978a)) often fatally proceeding and dreaded complications during transrectal examinations of the abdominal organs in horses.

References for the approach to the care of higher graded rectal lesions vary strongly and are based on case reports, small case series and few experimental studies. Due to the contamination of the pelvic and abdominal cavity, the survival rate of the injured horse is critically decreased. So all treatment proposals firstly demand an instant medical care of the lesion.

Therefore the direct transrectal all layer suture of the injured rectal wall, using the suture specialised Deschampsneedle is proposed and in few cases successfully applied (HUSKAMP 1994). The intra luminal suture of the rectal wall, which is very difficult from a surgical point of view, has to be performed blind and has to fulfil all requirements of other intestinal sutures.

That is to say it has to feature absolute density, has to resist high pressure and has to have a high patency.

In the context of the existing study, the question was investigated, if and to what extend such an operation can be performed in practice.

Twenty-two immediately post mortem removed rectum and small colon specimens of horses of different age, sex and breed were clamped in a phantom in an anatomically correct position. Afterwards an iatrogenic rectal lesion was simulated by applying a perforating fourth grade lesion from intra to extra luminal in a length of 7,5 cm at the location which is most often described in literature (dorsolateral in the rectal roof, intra peritoneal).

Following that, it was attempted to close the lesion sightlessly with an intra luminal all layer suture using a modified extra long Deschampsneedle and a braided absorbable suture material metric 5.

After confirming the secure closing by palpation (first criterion), the suture

was tested for its capacity. It had to resist a pressure of a minimum of 60 mm Hg, simulated by using water filling (second criterion). The suture site had to hold a patency of $\geq 85\%$ (third criterion) to be classified as a succeeded suture. That means that such a suture could fulfil all requirements for the survival of a living horse.

During suturing the following difficulties occurred: The intra luminal orientation via palpating the perforation edges proved to be very difficult. Because of that an exact placement of the individual sutures was hindered. For the same reason, the tissue trauma became worse. In addition the wound's edges were ruptured, so more manipulation was needed to place additional sutures. An adjustment of the wound's edges against each other, which caused a formation of crinkles, could not be avoided in every case. The described difficulties led to an expenditure of time.

In 7 of 22 cases (31.8 %) the trial was discontinued after a minimum of 60 minutes, because the wound's edges ruptured repeatedly, so that an adequate wound closure was unachievable.

Fifteen of the 22 sutured intestines (68.2 %) were palpated and classified as successful (first criterion). From this group, eight (8/15 = 53.3 %) cases did not fulfil both of the other criteria, pressure ≥ 60 mm Hg and patency $\geq 85\%$.

Another two palpatorily successfully classified sutures (2/22 = 9.1 %) resisted a pressure of ≥ 60 mm Hg, but could not reach a patency of $\geq 85\%$. The mean closing time for the 15 palpatorily successfully classified cases was 94 ± 6.4 min.

Five of 22 sutures (22.7 %) passed all three criteria and were classified as "successful" sutures.

The given experimental conditions could not simulate the additional difficulties that occur during a suture in the field (agitation, defence of the animal, peristaltic of the intestine, blood coagulation attached to the wound edges, lack of help and lack of an adequate fixation stand).

Conclusions:

1. If an intra luminal rectal suture is palpated and classified as a successful suture, it can not be assumed that this is in fact a secure wound closure. Rather more than half of these sutures are expected to be insufficient or lumen narrowing.
2. Because of the manipulation in the rectum it can result in a worsening of the situation, instead of a secure closure of the intestinal lesion.
3. Despite improved surgical experience due to the repeated trial management there is a high need of time (app. 1.5 hours). High expenditure of time would cause additional problems on patients and finally, only five of 22 of the intestinal sutures (shortly one quarter) could be classified as "successfully" sutured.
4. Because of the additional difficulties on living patients during suturing a rectal lesion, the emergency situation in the field would bring an even worse result (< 22,7 %). Due to this reason and because of a not in every case avoidable contamination of the abdominal and pelvic cavity with intestinal bacteria, a poor survival rate of patients with higher graded rectal lesions must be assumed, if they are treated with the tested intestinal suture technique.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

ADAMS, S. B. & FESSLER, F. F. 2002. *Atlas of Equine Surgery*, Philadelphia, 121-127.

ALTHAUS, J., RIES, H. P., SCHIEDER, K.-H. & GROBBÖLTING 2006. *Praxishandbuch Tierarztrecht*, Hannover, schlütersche, 50-51.

AMMANN, K. & BECKER, M. 2005. *Nahtverfahren bei tierärztlichen Operationen*, Stuttgart, Parey, 32-44; 51-67.

ARBEITER, K., KOTZAB, E. & LORIN, D. 1990. Konservative Behandlung einer Deckverletzung (Rektumperforation) bei einer Stute. *Wien. Tierärztl. Mschr.*, 77, 27-29.

ARGENZIO, R. A. 1975 Functions of the equine large intestine and their interrelationship to disease. *Cornell Vet.*, 65, 303 - 327.

ARNOLD, J., MEAGHER, D. & LOHSE, C. 1978a. Rectal tears in the horse. *J Equine Med Surg*, 2, 55-61.

ARNOLD, J., MEAGHER, D. & LOHSE, C. 1978b. Management of rectal tears in the horse. *J Equine Med Surg*, 2, 64-71.

AZZIE, M. A. J. 1975. Temporary colostomy in the management of rectal tears in the horse. *Jl S. Afr. vet. Ass*, 46, 121-122.

BAIRD, A. N., TAYLOR, T. S. & WATKINS, J. P. 1989. Rectal packing as initial management of grade 3 rectal tears. *Equine Vet J Suppl*, 121-123.

BALLANTYNE, G. H. 1983. Intestinal suturing. Review of the experimental foundations for traditional doctrines. *Dis Colon Rectum* 26, 836-843.

- BAUMGARTNER, W. 2002. *Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere*, Berlin, Parey, 238-241.
- BLIKSLAGER, A. T., BRISTOL, D. G., BOWMAN, K. F. & ENGELBERT, T. A. 1995. Loop colostomy for treatment of grade-3 rectal tears in horses: seven cases (1983-1994). *J Am Vet Med Assoc*, 207, 1201-5.
- BLOBEL, DEEGEN, ENDE, EVERSFIELD, FERGUSON, GERHARDS, GRABNER, HERTSCH, HUSKAMP, LITZKE, SCHATZMANN, SCHÜLE, SCHUSSER & STADTBÄUMER 2002. Gesellschaft für Pferdemedizin; Leitlinien zur Aufklärungspflicht in der Pferdepraxis. www.bundestieraerztekammer.de.
- BREVES, G., SCHEMANN, M., KASKE, M., EHRLEIN, H., MARTENS, H., LEONHARD-MAREK, S., SCHARRER, E., WOLFFFRAM, S., DIENER, M. & ENGELHARDT, W. V. 2005. Physiologie des Magen-Darm-Kanals. In: ENGELHARDT, W. V. & BREVES, G. (eds.) *Physiologie der Haustiere* Stuttgart: Enke, 313-416.
- BROWN, M. P. 1982. Conditions of the rectum. *Vet Clin North Am Large Anim Pract*, 4, 185-96.
- BRUGMANS, F. 1997. *Minimalinvasives Operationsverfahren der Mastdarmperforation beim Pferd*. Tierärztl. Hochschule Hannover.
- CLAES, A., BALL, B. A., BROWN, J. A. & KASS, P. H. 2008. Evaluation of risk factors, management, and outcome associated with rectal tears in horses: 99 cases (1985-2006). *J Am Vet Med Assoc*, 233, 1605-9.
- DAHLKAMP, M., TÖTH, J. & HUSKAMP, N. H. 2006. Operative Entfernung einer fremdkörperbedingten Zaekokutanen Fistel bei einem Pony. *Tierarztl Prax*, 34(G:51), 56-58.

DEAN, P. W. & ROBERTSON, J. T. 1985. Comparison of three suture techniques for anastomosis of the small intestine in the horse. *Am. J. Vet. Res.*, 46, 1282-1286.

EASTMAN, T. G. & TAYLOR, T. S. 2008. How to Perform First Aid on Rectal Tears in Horses. *In: Annual Convention of the AAEP 2008, San Diego. IVIS*, 298-300.

EASTMAN, T. G., TAYLOR, T. S., HOOPER, R. N. & HONNAS, C. M. 1999. Treatment and prognosis for Horses with rectal tears: 83 cases (1986-1998). *In: Annual Convention of the AAEP 1999*, 87-88.

EDWARDS, S. & DANIELS, E. 1996. The use of intestinal staplers in the horse *Equine Vet. Education*.8, 145-148.

EIKMEIER, H. 1973. Diagnostik und Therapie der Koliken beim Pferd. *Tierärztl. Praxis*, 1, 61-65.

EIKMEIER, H. 1990. Eingriffe und Sorgfaltspflicht. *In: EIKMEIER, H., FELLNER, E. & MOEGLE, H. (eds.) Lehrbuch der gerichtlichen Tierheilkunde*. Berlin: Parey, 87

EMBERTSON, R. M., HODGE, R. J. & VACHON, A. M. 1986. Near circumferential retroperitoneal rectal tear in a pony. *J Am Vet Med Assoc*, 188, 738-9.

FALEIROS, R. R., MACORIS, D. G., ALVES, G. E. S., SOUZA, D. G., TEIXEIRA, M. M. & MOORE, R. M. 2008. Local and remote lesions in horses subjected to small colon distension and decompression. *Can Vet J*, 72, 68-76.

FELLNER, E., BRANDT, K. & RAHN, A. 2001. *Tierärztliches Haftungsrecht*, Hipstedt, Veterinär Verlag, 25-27.

FREEMAN, D. E., RICHARDSON, D. W., TULLENERS, E. P., ORSINI, J. A., DONAWICK, W. J., MADISON, J. B., ROSS, M. W. & BEROZA, G. A. 1992. Loop colostomy for management of rectal tears and small-colon injuries in horses: 10 cases (1976-1989). *J Am Vet Med Assoc*, 200, 1365-71.

GAMBEE, L. P. 1956. Ten Years experience with a single layer anastomosis in colon surgery. *Am. J. surg.*, 92, 222-227.

GERHARDS, H. 2001. Notfälle in der Pferdepraxis: Rektumruptur. 20. Bayer. Tierärztetag. München.

GERHARDS, H. 2007. *RE: Berufs und Standesrecht: Tierarzthaftung*. Type: to students.

GLITZ, F., WISSDORF, H., Deegen, E., 2002. Transrektale Palpation. In: WISSDORF, H., GERHARDS, H., HUSKAMP, B. & DEEGEN, E. (eds.) *Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes*. Alfeld-Hannover: M. & H. Schaper, 679-680, 903.

GUGLICK, M. A., MACALLISTER, C. G., EWING, P. J. & CONFER, A. W. 1996. Thrombosis resulting in rectal perforation in a horse. *J Am Vet Med Assoc*, 209, 1125-7.

HALSTEAD, W. S. 1887 Circular suture of the intestine- an experimental study. *Am J. Med. Sci.* , 94, 436-461

HANDLER, J. 2005. Gynäkologische Untersuchung bei der Stute. In: AURICH, J. (ed.) *Reproduktionsmedizin beim Pferd*. Stuttgart: Parey, 35-37.

HANSON, R. R. Year. Emergency procedures in equine critical care rectal tears. In: The North American Veterinary Conference 2005 Auburn University. IVIS, 174-176.

HANSON, R. R., NIXON, A. J., M., C.-M. & GROWNWALL, R. 1988 a. Evaluation of three techniques for end-to-end anastomosis of the small colon in horses. *Am. J. Vet. Res.*, 49, 1621-1628

HAVIA, T., NASSIF, P. A. N., REITH, H.-B., REPKA, J. C. D., RIBAS, S. J. M., FILHO & ZIEGLER, U. E. 2002. Die gastrointestinale Wundheilung. *In: DIETZ, O. & DEBUS, E. S. (eds.) Resektions- und Rekonstruktionsverfahren in der Viszeralchirurgie.* Heidelberg: Kaden, 39-54.

HELDMAIR, G. & NEUWEILER, G. 2004. *Vergleichende Tierphysiologie,* Berlin Heidelberg, Springer, 299-332.

HELL, K. & ROSSETTI, M. 1980. Zur Nahttechnik am Verdauungstrakt. *Zentralbl Chir.*, 105, 1617-22.

HERTHEL, D. J. 1974. Colostomy in the mare. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.*, 187-191, *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.*, 187-191.

HUSKAMP, B. 1994 Die operative Versorgung von Mastdarmverletzungen *Prakt. Tierarzt* 11, 943-948.

HUSKAMP, B. & KOPF, N. 1995. Die rektale Untersuchung beim Kolikpferd. *In: HUSKAMP, B. (ed.) opuscula veterinaria.* München: wak.

HUSKAMP, B., KOPF, N. & SCHEIDEMANN, W. 1999. Magen- und Darmkoliken. *In: DIETZ, O. & HUSKAMP, B. (eds.) Handbuch Pferdepraxis.* Stuttgart: Enke, 431-434.

KADLETZ, M. 1930 Anatomische Grundlagen der rektalen Untersuchung beim Pferd *Wien. Tierärztl. Mschr.* , 17, 765-776.

KATZ, L. M. & CLAUDE, A. R. 1999. Repeated manual evacuation for treatment of rectal tears in four horses. *JAVMA*, 215, 1473-1477.

KATZ, L. M. & RAGLE, C. A. Year. Treatment by repeated manual. *In: Annual convention of the AAEP*, 1997. IVIS.

KAY, A. T., SPIRITO, M. A., RODGERSON, D. H. & BROWN, S. T. 2008. Surgical technique to repair Grade IV rectal tears in post-parturient mares. *Veterinary Surgery*, 37, 345-349.

KLEE, W. 2007. *RE: Gerichtliche Veterinärmedizin, Berufs- und Standesrecht: Für die Ausübung des tierärztlichen Berufs wichtige Vorschriften des Haftpflichtrechts und des Strafrechts*. Type: to Studends.

KÖCKERLING, F., GASTINGER, I., REMMEL, E. & GALL, F. P. 1992. Die laparoskopische tubuläre Rektum- und Kolonresektion. Eine tierexperimentelle Untersuchung. *Zentralbl. Chir.*, 117 103-110.

KÖHLER, H. & OBERLOJER, H. G. 1986b. Zum Problem des Auftretens von sog. Spontanrupturen im Mastdarm des Pferdes. *Tierärztl. Prax.*, 14, 245-251.

KÖHLER, H., OBERLOJER, H. G. & SCHÖNBAUER, M. 1986a. Zum Problem des Auftretens von sog. Spontanrupturen im Mastdarm des Pferdes. *Tierärztl. Prax.*, 14, 79-89.

KÖNIG, H. E. & GERHARDS, H. 2002. Verdauungsorgane und Milz. *In: WISSDORF, H., GERHARDS, H., HUSKAMP, B. & DEEGEN, E. (eds.) Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes*. Alfeld-Hannover: M. & H. Schaper, 657-687.

KOPF, N. 1992. Rektale Untersuchung beim Pferd. *BPT*. Frankfurt am Main: BPT.

LANG, R. A. 2003. *Experimentelle morphologische Untersuchungen verschiedener Anastomosierungstechniken für die laparoskopische Chirurgie mit Einführung in die Klinik*. Ludwig-Maximilians-Universität München.

LIEBICH, H. G. 2010. *Funktionelle Histologie der Haussäugetiere und Vögel*, Stuttgart, Schattauer, 235-237.

LUO, T., BERTONE, J. J., GREENE, H. M. & WICKLER, S. J. 2006. A comparison of N-butylscopolammonium and lidocaine for control of rectal pressure in horses. *Vet Ther*, 7, 243-8.

MAIR, T. S. 2000. The medical management of eight horses with grade 3 rectal tears. *Equine Vet J Suppl*, 104-7.

MATHEA, J. & MEYER-WILMES, M. 1999. Die chirurgische Versorgung einer Rektumperforation beim Islandpferd durch den Inguinalkanal - ein Fallbericht. *Prakt Tierarzt*, 50, 416-423.

MAZAN, M. R. 1997. Medical management of a full-thickness tear of the retroperitoneal portion of the rectum in a horse with hyperadrenocorticism. *J Am Vet Med Assoc*, 210, 665-7.

MERKT, H. 1977. Gutachten über eine anlässlich einer Follikelkontrolle entstandene Mastdarmperforation bei einer Stute. *Prakt Tierarzt* 11, 814-816.

MERKT, H. 1986. Zwei Gutachten über Mastdarmlupturen bei Stuten. *Pferdeheilkunde*, 2, 325-330.

MERKT, H., GRASER, A., SACKMAN, H. & GUNZEL, A.-R. 1979 Mastdarmperforation beim Pferd. Versuche zur temporären medikamentösen Peristaltikhemmung *Praktische Tierarzt* 3 189-190.

MEYER, G., LANG, R. A., PRODINGER, P. M. & STIER, C. 2007. Grundlagen und Biologie der Anastomosenerheilung. *Viszeralchirurgie* 42 134-144.

MEYER, H. & COENEN, M. 2002. *Pferdefütterung*, Berlin, Parey, 13-35.

MOORE, R. M., HANCE, S. R., HARDY, J., MOORE, B. R., EMBERTSON, R. M. & CONSTABLE, P. D. 1996. Colonic luminal pressure in horses with strangulating and nonstrangulating obstruction of the large colon. *Veterinary Surgery*, 25, 134-141.

MÜLLER, G., KIENINGER, G., BREUCHA, G., BUSTAMANTE, I. & NEUGEBAUER, W. 1978. Vergleichende Untersuchungen ein- und Zweireihiger Anastomosen am Schweinedünndarm. *Langenbecks Arch. Chir.*, 346, 37-45.

MURER, H. & BERGER, E. G. 2005. Magen-Darm-Trakt / Motilität. In: DEETJEN, SPECKMANN & HESCHLER (eds.) *Physiologie*. München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer.

PEARSON, H. & WATERMAN, A. E. 1986. Submucosal haematoma as a cause of obstruction of the small colon in the horse: a review of four cases. *Equine Vet J*, 18, 340-1.

PERKINS, N. R. & FRASER, G. S. 1994. Reproductive emergencies in the mare. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 10, 643-70.

PLIESS, G. 2004. Im Fadenkreuz: Nahttechniken. Norderstedt: ETHICON GmbH & Co. KG Norderstedt.

PRIESCHING, A. 1967. Einflußfaktoren auf die Reißfestigkeit von Gastrotomien und Enterotomien. Experimentelle Untersuchungen im Hinblick auf die Nahtdehiszenz in der Karinomchirurgie. *Klein. Med. Österr. Z. Wiss. Prakt. Med.*, 22, 241-260.

RAAB, M., GÜNTHER, M., GODEHARDT, E., JUNINGER, T. & 1985. Tierexperimentelle Untersuchungen zum Nahtmaterial und zur Nahttechnik am Magen. *Langenbecks Arch. Chir.*, 365, 267-277.

REECE, D. 1981. Rectal rupture in a mare. *Aust Vet Pract* 11, 40-142.

RICK, M. C. 1989. Management of rectal injuries. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 5, 407-28.

RISSELADA, M. & KRAMER, M. 2004. Nahttechniken und Nahtmaterial
In: KRAMER, M. (ed.) Kompendium der Allgemeinen Veterinärchirurgie
Hannover: Schlüter, 184-195.

SAYEGH, A. I., ADAMS, S. B., PETER, A. T. & WILSON, D. G. 1996.
Equine rectal tears: causes and management. *Compend Contin Educ Pract Vet*.18, 1131–1139.

SCHEIDEMANN, W., HUSKAMP, B. & ODENKIRCHEN, S. 2003.
Idiopathischen Rektumruptur bei fünf Pferden. *Tierarztl Prax*, 31, 1-5.

SCHMID, P. 1989. Pflichten des Tierarztes. *NJW-RR* 9, 539-541.

SLONE, D. E., HUMBURG, J. M., JAGAR, J. E. & POWERS, R. D. 1982.
Noniatrogenic rectal tears in three horses. *J Am Vet Med Assoc*, 180, 750-751.

SPENSLEY, M. S., MEAGHER, D. M. & HUGHES, J. P. 1985.
Instrumentation to facilitate surgical repair of rectal tears in the horse: A preliminary report. . *Proc Am Assoc Equine Pract*, 553-563.

STASHAK, T. S. & KNIGHT, A. P. 1978. Temporary diverting colostomy for the management of small colon tears in the horse: a case report. *Equine Med Surg* 2, 196-200.

STAUFFER, V. D. 1981. Equine rectal tears-a malpractice problem. *J Am Vet Med Assoc*, 178, 798-9.

STEWART, R. H. & ROBERTSON, J. T. 1990. Surgical stapling for repair of a rectal tear in a horse. *JAVMA*, 197, 746-748.

TAYLOR, T. S., HOOPER, R. N. & BAIRD, A. N. 1999. A different perspective of equine rectal tears *Compend Contin Educ Pract Vet*, 21, 452–454.

TAYLOR, T. S., WATKINS, J. P. & SCHUMACHER, J. 1987. Temporary indwelling rectal liner for use in horses with rectal tears. *J Am Vet Med Assoc*, 191, 677-80.

VOLLMERHAUS, B. & ROOS, H. 2004. Darm des Pferdes. In: NICKEL, R., SCHUMMER, A. & SEIFERLE, E. (eds.) *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. Stuttgart: Parey, 198-213.

WATKINS, J. P., TAYLOR, T. S., SCHUMACHER, J., TAYLOR, J. R. & GILLIS, J. P. 1989. Rectal tears in the horse: an analysis of 35 cases. *Equine Vet J*, 21, 186-8.

WEISSER, C. 2002. Vom Abenteuer der Darmnaht in der Antike zur Routineanastomose in der Moderne. In: DIETZ, U. A. & DEBUS, E. S. (eds.) *Resektions- und Rekonstruktionsverfahren in der Viszeralchirurgie*. Heidelberg: Kaden, 1-37.

WELLAND, L. M. 2003. Transmural rectal intestinal evisceration associated with parturition in a primiparous mare. *Can Vet J*, 44, 740-2.

WILSON, D. G. & STONE, W. C. 1990. Antimesenteric enterotomy for repair of a dorsal rectal tear in a mare. *Can Vet J*, 31, 705-707.

IX. DANKSAGUNG

Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. H. Gerhards bedanken, der mich nicht nur als Doktorvater und Ausbilder in allen Fragen unterstützte, sondern mir auch durch die Vergabe des Themas das nötige Vertrauen entgegenbrachte.

Ich bedanke mich bei Herrn Prof. Dr. W. Hermanns und seinen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Tierpathologie der Ludwig-Maximilians-Universität München für die nötige Unterstützung bei der Präparation der Darmteile.

Bedanken möchte ich mich bei meinen Kollegen und guten Freunden Herrn Dr. Stefan Gesell und Frau Dr. Anna May für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die Unterstützung in fachlichen Fragen.

Der Bibliotheksleitung der Tierärztlichen Fakultät München, Frau Dipl. Biol. Nikola Trapp, danke ich für die Unterstützung bei der Literaturrecherche.

Frau Dr. Katharina Pasche und Herrn Konrad Schreiber danke ich sehr für die Unterstützung in fachlichen Fragen, die kritische Durchsicht des Manuskripts und die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Ich bedanke mich bei meinem guten Freund Martin Zimmer für die Unterstützung bei der graphischen Gestaltung.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Lebenspartnerin Anita und ihren Kindern Julia und Jesper, deren Unterstützung, Geduld und Liebe mich in allen Phasen dieser Arbeit stärkte.

Meinen Pateneltern Michael und Sabine Gentz und meinen Großeltern Gerd und Gisela Müller-Mentzel danke ich sehr für die Unterstützung in der Zeit meines Studiums und meines beruflichen Werdeganges bis zum heutigen Tage.

Mein Dank in ganz besonderem Maße gilt meinen lieben Eltern Monika und Michael Leser und meiner Schwester Katharina, die mir in allen Lebenslagen zur Seite standen und ohne deren Unterstützung diese Arbeit nicht entstanden wäre.