

# Zur Darmflora des Pferdes – Eine Literaturstudie

Kerstin Fey und H. H. L. Sasse

Medizinische und Gerichtliche Veterinärklinik I der Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Innere Krankheiten der Pferde

## Zusammenfassung

Verschiebungen in der Zusammensetzung der Darmflora werden als Ursache von Verdauungsstörungen angesehen, für die Entstehung von Antibiotika-Assoziierten Diarrhoen (AAD) verantwortlich gemacht und sollen in der Pathogenese der Typhlokolitis des Pferdes eine Rolle spielen. Um Darmflorastörungen als solche erkennen und beurteilen zu können, ist es notwendig, die als physiologisch anzusehenden Verhältnisse zu kennen. Deren Bestimmung stellt aufgrund der komplexen Zusammensetzung der Darmflora ein sehr aufwendiges Unterfangen dar. Die zur Darmflora-Analytik verwandten Methoden werden kurz besprochen. Des Weiteren werden die Ergebnisse von Studien vorgestellt, die die Darmflora des adulten Pferdes mittels kulturell-bakteriologischer Techniken qualitativ und quantitativ untersucht haben. Wenige Autoren haben sich mit der Dünndarmflora des Pferdes beschäftigt: es wurden deutliche Anstiege der Gesamtkeimzahl, von *E. coli* und Streptokokken in kaudaler Richtung bis zum Ileum gefunden, während die Anzahlen der die Duodenalfloren dominierenden Laktobazillen in allen Dünndarmabschnitten in der gleichen Größenordnung lagen. Eingehender untersucht wurde die Caecalfloren, die überwiegend aus obligat anaeroben Keimen besteht. Regelmäßig im Chymus des Caecums nachgewiesen wurden auch Streptokokken, Enterobakteriaceen und Laktobazillen. Am häufigsten sind in der Literatur die Ergebnisse von Kotuntersuchungen dokumentiert. Sie ließen sich insoweit zusammenfassen, daß für die mit der größten Häufigkeit nachgewiesenen Keimgruppen Normbereiche vorgeschlagen werden. Demnach sollte die physiologische Kotflora des Pferdes pro Gramm Untersuchungsmaterial mindestens  $10^5$  anaerobe Laktobazillen, angezüchtet auf Rogosa-Agar, enthalten. Clostridien können in Anzahlen von maximal  $10^3$  vorhanden sein. Aerob auf Blutagarplatten sollten Fäkalstreptokokken ( $10^6$  bis  $10^8$ ), Enterobakteriaceen ( $10^{4,5}$  bis  $10^6$ ) und aerobe Bazillen ( $10^3$  bis  $10^5$ ) angezüchtet werden können. Keime weiterer aerob auf Blutagarplatten wachsender Gruppen (*Acinetobacter* spp., Staphylokokken, coryneforme Bakterien etc.) sollten gemeinsam  $10^6$  nicht überschreiten.

**Schlüsselwörter:** Pferd, Darmflora-Funktionen, Darmflora-Analytik, Caecalfloren, Kotflora

## The intestinal flora of the horse — a review

Disturbances of the intestinal flora are said to be a cause of indigestion and the development of antimicrobial-associated diarrhea (AAD). Their role in the pathogenesis of typhlocolitis in the horse is in discussion. In order to recognize disturbances of the intestinal flora the function and composition of the normal flora should be known. The article gives a definition of the intestinal flora and informs about its main functions for the host. These functions include the microbial digestion of cellulose which ends in the production of short chain fatty acids. They serve as a nutritious fuel for the macro-organism and especially its intestinal mucosa. The indigenous microflora prevents infections by building up a colonization resistance of the mucous membranes and by activation of the gut associated immune system. Materials and methods used in gutflora evaluations are presented and briefly discussed. The main part of the article reviews studies which used bacteriological techniques to evaluate the qualitative and quantitative composition of the intestinal flora in adult horses. There is little information about the flora of the small intestine in the horse: like in other species, the number of total bacterial counts, *E. coli* and streptococci rise continuously from duodenum to ileum. Lactobacilli predominate the flora of the duodenum but their numbers remain nearly constant throughout the small intestine. There are some more studies of the cecal flora of the horse which is predominated by obligate anaerobic bacteria. Streptococci, enterobacteria and lactobacilli are regularly found in cecal contents. Most of the work is done with faeces and we attempted to summarise the results of the fecal flora studies. In conclusion, reference-ranges for the most consistently found bacteria in the faeces of the horse are proposed. One gram of normal fecal flora of the horse should contain at least  $10^5$  lactobacilli. Clostridia should not be found in numbers of more than  $10^3$ . Blood agar plates, incubated aerobically, should allow the growth of  $10^6$  to  $10^8$  of enterococci,  $10^{4,5}$  to  $10^6$  of enterobacteria and of  $10^3$  to  $10^5$  of aerob bacilli. Bacteria of other groups which are able to grow on blood agar (for example *acinetobacter* spp., staphylococci, coryneforme bacteria) should not exceed  $10^6$  in total.

**keywords:** horse, intestinal flora functions, intestinal flora analysis, cecal flora, fecal flora

## Einleitung

Die Darmflora des Pferdes gilt, im Vergleich zu jener anderer Tierarten mit einhöhligen Magen, als besonders störungsfällig (Pilloud 1984; Puyt und Malet 1985). Als typisches Symptom einer Darmflorastörung ist die Diarrhoe anzusehen (Gedek 1991). Bei Durchfällen nach Gabe antibiotisch wirksamer Substanzen (Antibiotika-assoziierte Diarrhoe, AAD) wird, wie in der Human- so auch in der Pferdemedizin, davon ausgegangen, daß eine Störung der physiologischen Darmflora die klinische Symptomatik auslöst (Mahan 1970; White und Prior 1982; Palmer und Whitlock

1991; Staempfli et al. 1991; Brumbaugh 1992; Eades et al. 1995). Weiter werden Darmflorastörungen als primäres Ereignis in der Pathogenese der Colitis X diskutiert (Lauk et al. 1987; Palmer und Whitlock 1991). Bakteriologische Untersuchungen von Chymus oder Kot konzentrieren sich in solchen Fällen meist auf die Suche nach möglichen Auslösern der Erkrankung, insbesondere auf Salmonellen oder toxinbildende Clostridien. Der Nachweis solcher Pathogene gelingt aber nicht regelmäßig und auch im positiven Fall wird vermutet, daß vorangegangene Schädigungen der

physiologischen Flora die Grundlage für eine Massenvermehrung der in niedrigen Keimzahlen ohne enteropathogene Wirkung gebliebenen Bakterien gelegt haben (Andersson et al. 1971). Der hohe Prozentsatz von Durchfällen beim Pferd, bei denen kein ätiologisches Agens zu finden ist, verführt ebenfalls zur Annahme von „Darmflorastörungen“ als Ursache für solche Erkrankungen.

Kenntnisse über Definition, Funktion und Zusammensetzung der „normalen“ Flora sollten die Basis für die Diagnose einer Störung der Darmflora bilden. Das Ziel dieses Artikels besteht darin, den aktuellen Kenntnisstand zur qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der physiologischen Darmflora des gesunden Pferdes darzulegen. Auf der Basis dieser Zusammenstellung werden für einige Keimgruppen in der Kotflora des Pferdes Normbereiche vorgeschlagen, die zum Abschluß des Artikels präsentiert und zur Diskussion gestellt werden.

### Definition der Darmflora

Unter physiologischer Darmflora wird im folgenden die komplex zusammengesetzte Gemeinschaft von Mikroorganismen verstanden, die im Magen-Darm-Trakt des gesunden Makroorganismus vorhanden ist, im Zustand der Eubiose. Keime mit pathogenen Eigenschaften können dabei in kleinen Anzahlen vorhanden sein, solange sie keine gesundheitsbeeinträchtigende Wirkung zeigen. Man unterscheidet residente (d.h. regelmäßig über mindestens mehrere Wochen nachweisbare) und transiente oder passagere (meist mit der Nahrung aufgenommene, im gesunden Magen-Darm-Trakt nicht vermehrungsfähige) Mikroorganismen. Neben Bakterien werden von einigen Autoren einige Pilze und Einzeller zur physiologischen Flora, die dann auch Mikrobiözoonose genannt wird, gezählt. Die Zusammensetzung der Darmflora hängt u.a. von Spezies, Ernährung, Alter und Umgebungsbedingungen im Magen-Darm-Trakt, wie pH-Wert, Gallensäurenkonzentration, Motilität und Epithelerneuerungsrate ab, stimmt aber bei Mensch und monogastrischen Tieren weitgehend überein (Gedek 1991).

### Funktionen der Darmflora

Aus ernährungsphysiologischer Sicht spielt die Dickdarmflora beim Pferd eine ähnlich wichtige Rolle wie die Vormagenflora für das Rind (Argenzio et al. 1974). Die mikrobiellen Enzyme bauen z.B. Zellulose und Hemizellulosen zu resorbierbaren flüchtigen Fettsäuren ab. Auch das mikrobielle Protein scheint im Dickdarm des Pferdes resorbierbar zu sein (Hintz et al. 1971; Argenzio 1975; Baruc et al. 1983), obgleich das Ausmaß der Versorgung des Pferdes mit mikrobiellen Aminosäuren und insbesondere die Verwendung von Harnstoff als Stickstoffquelle für die mikrobielle Eiweißsynthese nicht genau geklärt sind (Maczulak et al. 1985). Neben den nutritiven erfüllt die Darmflora vielfältige weitere Funktionen (Sonnenborn und Greinwald 1991): so vermögen die residenten Keime aufgrund ihrer Fähigkeit zur Ni-

schenbesetzung und ihrer guten Anpassung an das umgebende Milieu die Darmschleimhaut vor der Besiedelung durch transiente und pathogene Mikroorganismen zu schützen. Dieser Infektionsschutz wird auch als mikrobielle Barriere (Gebbers und Laissue 1982) bzw. Kolonisationsresistenz des Darmes (van der Waaij 1990) bezeichnet. Ein Teil der residenten Flora ist zusätzlich in der Lage, Stoffwechselprodukte zu bilden, die auf Mitglieder anderer Keimarten toxisch wirken (z.B. Bakteriocine, flüchtige Fettsäuren) und verschafft sich so Standortvorteile (Nord et al. 1984; van der Waaij 1990). Einige Arten der residenten Flora besitzen eine stimulierende Wirkung auf das Darm-assoziierte Immunsystem ihres Wirtes: gnotobiotisch aufgezogene Mäuse überleben die Konfrontation mit der keimhaltigen Umwelt meist nicht: ihre Schleimhäute verfügen lediglich über einen geringen Gehalt an Immunglobulinen, so daß banale Keime zu tödlichen Infektionen führen. Werden den Gnotobionten vor dem Kontakt mit der keimhaltigen Außenwelt speziesspezifische Darmflora-Keime implantiert, so entwickelt sich ein funktionstüchtiges Darm-assoziiertes Immunsystem und die Tiere überleben die anschließende Provokation mit Umweltkeimen (Moreau et al. 1978; Nielsen und Friis 1980; Rolfe 1984). Als weitere wichtige Funktion sei erwähnt, daß die anaerobe Darmflora über die Bildung von flüchtigen Fettsäuren, insbesondere von Butyrat, zu einem großen Teil für die Schleimhauternährung des menschlichen Dickdarmes zuständig ist (Roediger 1982) und den Stoffwechsel sowie die Durchblutung der Epithelien fördert (Sonnenborn und Greinwald 1991). Eine Störung der anaeroben Darmflora mit verminderter Synthese flüchtiger Fettsäuren könnte somit zur Mangelernährung des Epithels und schließlich zum Zusammenbruch der Schleimhautbarriere führen (Roediger 1982).

### Darmflora-Analytik

#### Material

Als Untersuchungsmaterial für Darmflora-Analysen dient aufgrund ihrer einfachen Gewinnung am häufigsten die Kotprobe (Literaturangaben für Untersuchungen beim Pferd siehe Tabelle 5). Daneben gibt es einige Studien zur Darmflora des Pferdes, die als Untersuchungsmaterial post mortem aus verschiedenen Darmabschnitten entnommene Ingesta verwandten (Hopffe 1913; Sakazaki und Namioka 1956; Davies 1964; Smith 1965; Kern et al. 1974; Al-Masbat und Taylor 1986; Mackie und Wilkins 1988), oder in vivo über Caecumfisteln gewonnene Proben nutzten (Linerode und Goode 1970; McCreery et al. 1971; Kern et al. 1973; Garner et al. 1978; Sprouse und Garner 1982; Baruc et al. 1983; Maczulak et al. 1985; Goodson et al. 1988).

Naturngemäß können Kotproben lediglich den Inhalt der distalen Darmabschnitte repräsentieren (Savage 1977). In Stuhlproben gesunder Menschen zeigen die Keimgruppen ausreichende Konstanz, um Normbereiche eingegrenzen zu können (Schröter et al. 1970; Nord et al. 1984; Sonnenborn und Greinwald 1991). Da beim Pferd überwiegend Funktionsstörungen im Dickdarmbereich zu Diarrhoeen

führen (Argenzio 1975; Merritt und Smith 1980), wird angenommen, daß bei dieser Tierart eine gestörte Dickdarmflora durch eine gleichsinnig gestörte Kotflora repräsentiert wird.

#### Methoden

Als Bestimmungsmethoden spielen die klassischen bakteriologischen Verfahren, der Direktausstrich und die kulturelle Anzucht, die größte Rolle. Mittels des Direktausstrichs kann die Keimanzahl pro Gewichtseinheit der Probe recht genau bestimmt werden. Aufgrund ihrer Anfärbbarkeit und Morphologie besteht die Möglichkeit einer weiteren Keimdifferenzierung. Für eine Artbestimmung von Bakterien und Pilzen ist allerdings zunächst die kulturelle Anzucht mit den anschließend erforderlichen vielfältigen Differenzierungsmethoden erforderlich. Sollen die verschiedenen Bakterienarten auch quantitativ bestimmt werden, so bedarf es der Herstellung von Verdünnungsreihen, Anzüchtung der darin suspendierten Keime auf festen Nährböden und ihrer abschließenden Auszählung und Bestimmung. Aufgrund der großen Anzahl unterschiedlicher Keimspezies — beim Menschen sollen 400—500 Arten und Unterarten vorkommen (Gebbers und Laissue 1982) — ist die eingehende qualitative und quantitative Analyse der Darmflora zeitlich, personell und materiell ein derartig aufwendiges Verfahren, daß sich Bakteriologen selbst bei wissenschaftlichen Fragestellungen auf Bestimmung der am häufigsten vorkommenden Spezies und/oder den Nachweis sogenannter Indikatorkeime beschränken müssen (Moore und Holdeman 1974; Sonnenborn und Greinwald 1991). Meist wird durch Verwendung unterschiedlicher Nährböden (einschließlich Pilznährböden) sowie aerober und anaerober Techniken versucht, ein breiteres Spektrum der in vitro gedeihenden Arten zu gewinnen oder eine Charakterisierung der vorhandenen Keime anhand ihrer metabolischen Aktivität vorzunehmen. Eine Reihe von Spezies wird gleichwohl keine guten Wachstumsbedingungen vorfinden und kann somit nicht erfaßt werden.

Aufgrund der auch bei aufwendiger Methodik stark schwankenden Keimzahlen werden Keimzahlunterschiede unter einer Zehnerpotenz als bedeutungslos angesehen (Braun et al. 1966). Ketyi und Barna (1964) betrachten Keimzahlveränderungen im Kot erst ab 2 Zehnerpotenzen Differenz als relevant. Dem entspricht die heute allgemein übliche Ergebnisdarstellung von Darmflorauntersuchungen: die durch kulturell bakteriologische Anzüchtung erhaltenen koloniebildenden Einheiten (kbE) werden mit der Keimanzahl gleichgesetzt und im dekadischen Logarithmus pro Gramm Untersuchungsmaterial (Feuchtgewicht) angegeben.  $1 \times 10^6$  kbE / g Kot entsprechen somit lg 6 Keimen pro Gramm.

Daneben kommen biochemische Methoden zur Charakterisierung der Darmflora zum Einsatz. Die Bestimmung ihrer Metaboliten in Chymus, insbesondere der flüchtigen Fettsäuren oder des Laktats, erfolgte beim Pferd vor allem zur Ermittlung der Aktivität anaerober Keime und in Studien zur Ernährungsphysiologie (Alexander und Davies 1963; Kern et al. 1973; Argenzio et al. 1974; Kern et al. 1974; Davies 1979; Merritt und Smith 1980; Mackie und Wilkins 1988).

Größere Schwierigkeiten ergeben sich, wenn die komplexen Beziehungen der Keimarten untereinander erfaßt werden sollen. Ein Ansatz, der die gegenseitigen Einflüsse der Keimarten durchsichtiger machen kann, aber sehr aufwendig ist, besteht im Anlegen von Kammersystemen, in denen implantierte Keimarten im Fließgleichgewicht gehalten und definierten Umweltbedingungen ausgesetzt werden können (Davies 1979; Freter et al. 1983).

## Ergebnisse zur Darmflora des Pferdes

### Vorbemerkung

Die folgenden Probleme erschweren den Versuch, konkrete Aussagen zur physiologischen Darmflora des Pferdes zu treffen:

- Die Anzahl qualitativer und quantitativer Darmflorauntersuchungen beim Pferd ist insgesamt gering,
- die durchgeführten Methoden des Keimnachweises unterscheiden sich z.T. erheblich,
- es erfolgen unterschiedliche Einteilungen und Zusammenfassungen der nachgewiesenen Keime durch die verschiedenen Autoren und
- quantitative Angaben liegen häufig lediglich für einzelne Proben bzw. Tiere vor. Werden Mittelwerte aufgeführt, so ist oft die Streuung der Werte nicht mit angegeben, wobei diese in Florastudien sehr weit sein kann.

### Daten

Alle folgenden Angaben zu Keimzahlen erfolgen im dekadischen Logarithmus und beziehen sich auf jeweils 1 Gramm Probe (Feuchtgewicht). Wurden in der zitierten Literatur andere Ergebnisdarstellungen verwandt, so sind die Werte zur besseren Vergleichbarkeit in den dekadischen Logarithmus umgerechnet worden.

### Dünndarmflora

Quantitative Untersuchungen der physiologischen Flora im Dünndarm des Pferdes sind besonders rar.

Mackie und Wilkins (1988) führten bakteriologische Untersuchungen des Inhalts von Duodenum, Jejunum und Ileum bei 11 Schlachtpferden durch. Durchschnittlich ließen sich in den entsprechenden Proben unter anaeroben Bedingungen Keime in Anzahlen von lg 6,5; lg 7,5 und lg 7,6 nachweisen. Auszählungen der Gesamtkeimzahl im Direktausstrich ergaben stärkere Anstiege der Keimzahlen in kaudaler Richtung: waren im Duodenuminhalt lg 6,6 Keime auszählbar, so fanden die Autoren im Jejunum lg 8,1 und im Ileum lg 8,2 Bakterien pro Gramm untersuchter Probe. Um noch eine Zehnerpotenz höhere Keimzahlen wiesen Kern et al. (1974) mittels Direktausstrich im Ileum nach (lg 9,3); die Anzahl anaerob anzüchtbarer Bakterien (lg 7,6) entsprach jener von Mackie und Wilkins (1988). Während sich im Duodenum 95% aller Bakterien als Laktobazillen erwiesen, besaßen diese im Jejunum noch einen Anteil von 17,6% und im Ileum von 5,2% an den anzüchtbaren Keimen, wobei ihre absolute Anzahl in den genannten Dünndarmabschnitten mit lg 6,3; lg 6,2 und lg 6,1 relativ stabil blieb (Mackie und

**Tab. 1:** Anzahl der aus Caecuminhalt des Pferdes angezüchteten Anaerobier. Angaben der Keimzahlen im dekadischen Logarithmus pro Gramm Probe im Feuchtgewicht [lg/g].

f.: Probenahme über Caecumfistel  
p.m.: Probenahme post mortem

Total anaerobic count of cecal flora analysis of horses. Data in decadic logarithm per 1 gram sample wet weight [lg/g]

f.: sample from a cecal fistula  
p.m.: post mortem sample

Keimzahl nach anaerober Kultur	Probenherkunft	Anzahl Proben	Literaturangabe
9,5–9,6	f.	?	McCreery (1971)
8,6	f.	8	Kern et al. (1973)
8,7	p.m.	5	Kern et al. (1974)
8,6	f.	?	Baruc et al. (1983)
8,4–8,6	f.	114	Maczulak et al. (1985)
9,7	f.	1	Goodson et al. (1988)
9,4	p.m.	11	Mackie and Wilkins (1988)

Wilkins 1988). Smith (1965) fand um zwei Zehnerpotenzen niedrigere, aber auch relativ stabile mittlere Laktobazillenzahlen in den entsprechenden Dünndarmabschnitten dreier Pferde (lg 4,3; lg 5,0 und lg 4,4). Daneben wies er ebenfalls in kaudaler Richtung ansteigende Werte von E. coli (lg 3,0 im Duodenum bis lg 5,4 im Ileum) sowie Streptokokken (lg 5,0 bis lg 6,1) nach. Die Anzüchtung von Bacteroides-Keimen, Hefen und Clostridien aus Dünndarmmaterial war nicht möglich (Smith 1965).

Faßt man diese wenigen Studien zusammen, so können folgende Parallelen zu den Ergebnissen in der Humanmedizin gezogen werden: die direkt gemessenen Gesamtkeimzahlen sowie die Anzahlen der Anaerobier steigen auch im Dünndarm des Pferdes von kranial nach kaudal an. Während die Laktobazillenzahlen in den verschiedenen Dünndarmabschnitten relativ konstant bleiben, nehmen die Anzahlen aerob angezüchteter coliformer Keime und Streptokokken in Richtung Ileum zu.

### Caecumflora

Die Caecumflora des Pferdes ist eingehender untersucht als jene des Dünndarms. Ihre Erforschung sollte helfen, ernährungsphysiologische Fragen zu beantworten sowie pathogenetische Aspekte der Hufrehe, der Typhlokolitis und von Koliken zu klären. Die Probenentnahme über Fisteln erlaubt Caecumflora-Verlaufsuntersuchungen unter wechselnden experimentellen Bedingungen. Im folgenden werden nur Messungen berücksichtigt, die vor eventuellen Manipulationen, z.B. Fütterungsumstellungen, durchgeführt wurden.

Wie in der Tabelle 1 zusammengestellt, liegt die Anzahl der unter anaeroben Bedingungen angezüchteten Keime im Bereich zwischen lg 8,4 und lg 9,7 pro Gramm Caecuminhalt. Während bei Auswertung von Direktausstrichen mehr als 80% der Flora aus gramnegativ anfärbaren Keimen be-

standen (>60% gramnegative Stäbchen, >20% gramnegative Kokken), erhöhten sich nach Kultur die relativen Anteile der grampositiven Flora auf etwa 50% (siehe Tabelle 2), was auf deren bessere Anzüchtbarkeit schließen läßt (Kern et al. 1973; Kern et al. 1974; Baruc et al. 1983; Maczulak et al. 1985).

**Tab. 2:** Differenzierung der Caecalflora des Pferdes anhand der Gram-Reaktion und Zellmorphologie [%]

Differentiation of the cecal flora of the horse in gram-reaction and morphologic features in percent of the total count

Morphologie/ Quelle	Kern et al. (1973) Direkt	Kern et al. (1974) Direkt	Kern et al. (1973) Kultur	Baruc et al. (1983) Kultur	Maczulak et al. (1985) Kultur
gram-negat. Stäbchen	62,8%	63,8%	43,4%	52%	50,9%
gram-posit. Stäbchen	7,7%	6,4%	23,4%	34%	22,8%
gram-negat. Kokken	20,6%	33,1%	8,5%	8%	4,4%
gram-posit. Kokken	9,6%	5,6%	25,6%	6%	21,9%

In der Caecumflora regelmäßig nachweisbar sind Streptokokken, Laktobazillen und Enterobakteriaceen. Aerobe Bazillen, Bacteroides-Keime und Clostridien werden ebenfalls gefunden. Die Ergebnisse quantitativer Analysen sind uneinheitlich (siehe Tabelle 3): während in einer Untersuchung Enterobakteriaceen dominierten (Garner 1978), zeigten sich ansonsten Streptokokken als anzahlmäßig stärkste Gruppe

**Tab. 3:** Zusammensetzung der Caecalflora des Pferdes. Angaben im dekadischen Logarithmus pro Gramm Chymus Feuchtgewicht [lg/g].

f.: Probenahme über Caecumfistel  
p.m.: Probenahme post mortem

Composition of the cecal flora of the horse. Data shown in decadic logarithm per gram chymus wetweight [lg/g].

f.: sample from a cecal fistula  
p.m.: post mortem sample

Keimgruppe / Quelle	Gamer et al. (1978) n = 6 Proben f.	Linerode and Goode (1970) n = 3 Proben f.	Smith (1965) n = 3 Proben P.m.
Laktobazillen	lg 5,3	lg 4,8	lg 5,6
Bazillen (anaerob)	lg 9,8	—	—
Clostridien	lg 4,7	lg 4,1	—
Bazillen (aerob)	lg 8,6	—	—
Enterobakteriaceen	lg 10,7	lg 4,4	lg 3,7
Bacteroides-Keime	—	lg 3,8	lg 5,8
Streptokokken (aerob)	lg 9,6	lg 6,2	lg 6,0
Streptokokken (anaerob)	lg 3,7	lg 6,4	—
Staphylokokken	—	lg 4,1	—

**Tab. 4:** Nachweishäufigkeit der angegebenen Keimgruppen in Kotproben des Pferdes. Angaben in Prozent der untersuchten Proben n [%]

- a : ausschließlich *Bacillus cereus*  
 b : *E. coli*  
 c : Keime ähnlich wie Spezies der Gattung *Bordetella*, bezeichnet als CDC gr.IV C-2  
 d : Nachweis von  $>10^3$  / g  
 - : keine Angabe

Incidence of the different bacterial groups in fecal samples of the horse. Data in percent of the processed samples n [%]

- a : *Bacillus cereus* only  
 b : *E. coli*  
 c : germs likely to *Bordetella*, named as CDC gr.IV C-2  
 d : counts of more than  $10^3$  / g  
 - : no data available

Quelle mit Probenanzahl n /	Becker 1964	Smith 1965	Nurmio et al. 1973	Wierup & DiPietro 1981	Kropp 1991	Fey 1994
Keimgruppe n = 100	n = 3	n = 29	n = 56	n = 25	n = 67	
$\alpha$ - und $\gamma$ -häm. Streptokokken	24–27	100	100	100	100	100
Enterobakteriazeen	92	100	100	100	96 <sup>b</sup>	100
aerobe Bazillen	22	—	17 <sup>a</sup>	100	100	100
Nocardien	—	—	—	—	—	48
$\beta$ -häm. Streptokokken	15	—	45	100	72	46
<i>Acinetobacter</i> sp.	—	—	—	—	84	36
Bordetellen	—	—	—	—	4 <sup>c</sup>	25
coryneforme Keime	—	—	—	—	92	9
Staphylokokken	—	—	10	—	48	12
Laktobazillen	—	100	100	—	100	100
Clostridien <sup>d</sup>	—	—	35	1,8	8	0
Hefen/Schimmelpilze	2–3	—	100	100	80	86

(Smith 1965; Linerode und Goode 1970). Obligat anaerobe Keime machten 39–45% der Caecalfloora aus, ein im Vergleich zum Rumen der Wiederkäuer geringer Wert (McCreery 1971; Kern et al. 1973).

Obgleich außer Frage steht, daß Caecum und Colon des Pferdes als Gärkammern fungieren, in denen Zellulose mittels mikrobieller Enzyme abgebaut wird, schwankt die Anzahl anzüchtbarer, zellulolytischer Bakterien pro Gramm Caecuminhalt zwischen  $\lg 2,9$  und  $\lg 7,8$  (Davies 1964; Kern et al. 1973; Kern et al. 1974; Goodson et al. 1988; Mackie und Wilkins 1988; Julliard et al. 1993). Mehrere der Autoren weisen auf die besonderen methodischen Schwierigkeiten beim Nachweis dieser Keimgruppen hin.

#### Colonflora

Quantitative bakteriologische Untersuchungen der Flora des Colon ascendens des Pferdes führten unserer Kenntnis nach allein Mackie und Wilkins (1988) durch. Die Anzahl anaerob anzüchtbarer Keime betrug dort  $\lg 8,8$  nach  $\lg 9,4$  im Caecum, wobei sich die Konzentrationen an flüchtigen Fettsäuren in den beiden Darmabschnitten nicht wesentlich unterschieden. Kern et al. (1974) führten vergleichend Un-

tersuchungen an Caecuminhalt und Inhalt aus dem letzten Abschnitt des Colon descendens durch. Sie konnten unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Trockensubstanzgehaltes der Proben keine wesentlichen Unterschiede in den Anzahlen anzüchtbarer zellulolytischer Keime feststellen.

#### Kotflora

Am eingehendsten ist die Kotflora des Pferdes untersucht, wobei als Kotprobe sowohl geformtes Material aus dem Colon descendens und der Ampulla recti als auch Proben von frisch abgesetzten Pferdeäpfeln verstanden werden. Eine ausführliche Darstellung der bislang erfolgten Kotflora-Analysen beim Pferd findet sich bei Fey (1994). Im Rahmen dieses Artikels werden die Ergebnisse dieser Studien zusammengefaßt dargestellt.

#### Nachweishäufigkeit von Keimen in Kotproben von Pferden

Die Tabelle 4 listet Ergebnisse der Untersuchungen auf, die Angaben enthalten zur Häufigkeit des Nachweises mehrerer Keimgruppen in Kotproben klinisch gesunder Pferde. Danach ist in über 90% der untersuchten Proben mit  $\alpha$ - und  $\gamma$ -hämolyisierenden Streptokokken, coliformen Keimen,

Bazillen und Laktobazillen zu rechnen. Wie weiter Tabelle 4 zu entnehmen ist, sind Schimmelpilze oder Hefen in über 80% der Pferdekotproben nachzuweisen, sofern spezielle Nährböden verwendet wurden.

*Kropp* (1991) und *Fey* (1994) differenzierten die coliformen Keime anhand ihrer Fähigkeit, Laktose zu spalten und stellten fest, daß laktosepositive Enterobakteriaceen in allen untersuchten Proben zu finden waren, während verzögert Laktose spaltende und laktosenegative Keime in 40–84% der untersuchten Proben vorkamen. Eine Differenzierung der Enterobakteriaceen, die in 220 Kotproben durchgeführt wurde, ergab eine Nachweishäufigkeit von 96,6% für *Escherichia coli*. Weiter wurden von *Sakazaki* und *Namioka* (1956) auf der Basis der seinerzeit gültigen Nomenklatur Cloaca (*Enterobacter*) in 15,0%, Klebsiellen in 14,1% und *Escherichia (Citrobacter) freundii* in 10,5% der Proben gefunden. *Proteus* spp. kamen lediglich in 0,9% der Proben vor

Der Nachweis von Nocardien, *Acinetobacter* spp., coryneformen Keimen, Bordetellen, Staphylokokken bzw. Mikrokokken wird in der Literatur vereinzelt angegeben — Nachweisrate und Anzahl dieser Keime variieren stark zwischen den Untersuchungen. Obgleich zu vermuten ist, daß die physiologische Darmflora des Pferdes eine ähnliche Artenvielfalt aufweist wie jene des Menschen, können die aerob ohne spezielle Anreicherungsverfahren anzüchtbaren Keime meist den genannten Gruppen zugeordnet werden.

Das Vorkommen einzelner potentiell pathogener Bakterienpezies im Pferdekot ist naturgemäß eingehender untersucht als jenes der zunächst ohne pathogene Bedeutung scheinenden Keime. Wie der Tabelle 4 zu entnehmen ist, zeigen sich starke Schwankungen in der Nachweisbarkeit von  $\beta$ -hämolyisierenden Streptokokken (15–100%) und Clostridien (0–35%). Die Nachweisrate von Salmonellen in Kotproben klinisch unauffälliger Pferde wird mit 0,2% (*Smith* und *Crabb* 1961) bis 27% (zitiert nach *Morse* et al. 1976) angegeben — dabei trat der höchste Wert bei gesunden Schlachtpferden auf. Diese Schwankungsbreite ist außer mit regionalen Unterschieden oder Vorselektion des Untersuchungsmaterials auch mit Differenzen in der Nachweismethodik, insbesondere durch Verwendung spezieller Anreicherungsverfahren, zu erklären. Während Salmonellen beim Pferd keinesfalls als Bestandteil einer normal zusammengesetzten Kotflora anzusehen sind, gelten Gehalte von *Clostridium perfringens* bis maximal Ig 2–3 als physiologisch (*Wierup* 1977; *Wierup* und *DiPietro* 1981; *Gautsch* et al. 1993). *Sinha* (1972) hält einen Anteil von 100 Clostridien bei einer Gesamtkeimzahl von Ig 7 bis Ig 8 pro Gramm Kot für unproblematisch und weist auf antagonistische Effekte von Streptokokken und *E. coli* auf diese Keime hin. Das Beispiel der Clostridien zeigt, daß nicht allein die qualitative, sondern auch die quantitative Zusammensetzung bei der Beurteilung der Kotflora berücksichtigt werden muß.

#### Zusammensetzung der Kotflora des Pferdes

Die Tabelle 5 gibt die Ergebnisse von Studien an, in denen die Anzahl mehrerer in der physiologischen Kotflora vorkommender Keimgruppen bestimmt wurden.

Bei Auszählungen der Gesamtkeimzahl anaerob bebrüteter Kotproben wurden Bakterienzahlen zwischen Ig 6 und Ig 10 gefunden, dabei enthielten 73% von 30 untersuchten Proben anaerob wachsende Keime in Anzahlen zwischen Ig 7 und Ig 8 (*Sinha* 1972). In Proben aus dem terminalen Colon von 5 Ponies fanden *Kern* et al (1974) nach anaerober Bebrütung Ig 8,6 Keime. Aerob wachsende Keime wurden in Anzahlen von Ig 6,0 und Ig 7,1 (*Kropp* 1991) bzw. Ig 7,2 bis Ig 7,9 (*Fey* 1994) gefunden. Bezieht man die Ergebnisse von Untersuchungen der Caecalflora ein (*Sprouse* und *Garner* 1982, *Mackie* und *Wilkins* 1988), muß davon ausgegangen werden, daß der Anteil der Anaerobier jenen der aerob wachsenden Keime um etwa den Faktor 100 übersteigt. Studien zur Zusammensetzung der anaeroben Kotflora liegen unserer Kenntnis nach bislang nicht vor. Aerob wachsende Keime sind dagegen von den meisten der in Tabelle 5 angegebenen Autoren kulturell-bakteriologisch angezüchtet, bestimmt und ausgezählt worden. Danach dominieren die  $\alpha$ - und  $\gamma$ -hämolyisierenden Streptokokken die aerob anzüchtbare Kotflora, gefolgt von den Enterobakteriaceen und aeroben Bazillen.

Die in den Tabellen 4 und 5 aufgeführten Ergebnisse liegen in Bereichen, die unserer Auffassung nach eine weitere Zusammenfassung erlauben. Um für zukünftige Diskussionen zur physiologischen Kotflora des Pferdes eine übersichtlichere Grundlage anzubieten, schlagen wir aufgrund der Ergebnisse der bislang erfolgten quantitativen Untersuchungen zur physiologischen Kotflora des Pferdes (*Sakazaki* und *Miura* 1956; *Smith* und *Crabb* 1961; *Smith* 1965; *Sinha* 1972; *Nurmio* et al. 1973; *Kern* et al. 1974; *Wierup* und *DiPietro* 1982; *Ike* 1983; *Kropp* 1991; *Fey* 1994) die folgenden Arbeitshypothesen vor. Sie basieren in den meisten Fällen auf Mittelwertangaben der genannten Untersucher und sollten daher nicht auf einzelne Kotuntersuchungen bezogen werden, sondern können erst nach mehrfacher Bestimmung der aufgeführten Bakterien eine Basis für die Beurteilung der Kotflora von Pferden bilden. Quantitative Angaben erfolgen im dekadischen Logarithmus und beziehen sich auf jeweils ein Gramm Kot (Feuchtwicht).

1. Anaerob auf Rogosa-Agar wachsende Laktobazillen sollten in allen Proben in Anzahlen über Ig 5 nachweisbar sein.
2. In über 95% aller Pferdekotproben sind aerob auf Blutagar-Platten wachsende  $\alpha$ - und/oder  $\gamma$ -hämolyisierende Streptokokken, Enterobakteriaceen und Bazillen in Anzahlen von jeweils über Ig 3 nachweisbar.
  - 2a. Die Anzahl der auf Blutagarplatten aerob regelmäßig wachsenden Keimgruppen sollte in den folgenden Bereichen liegen:
 

Fäkalstreptokokken:	Ig 6–8
Enterobakteriaceen	Ig 4,5–6
aerobe Bazillen:	Ig 3–5
  - 2b. Den Hauptanteil der Enterobakteriaceen sollten laktosepositive Keime bilden.
3. In der Mehrzahl der Proben treten nach aerober Anzucht auf Blutagarplatten Keime weiterer Gruppen auf (*Acinetobacter* spp., Staphylokokken, coryneforme

**Tab. 5:** Mittlere Keimzahlen in Kotproben klinisch unauffälliger Pferde. (Angaben im dekadischen Logarithmus pro Gramm Kot Feuchtgewicht [lg/g]. Bei Bedarf wurden die Angaben der Autoren umgerechnet).

Summary of bacterial counts in feces of clinically sound horses. Data in decadic logarithm per gram feces wet-weight [lg/g]. If otherwise stated in the literature, the data were converted.

Keimgruppe	Keimzahl [lg/g Kot]	Anzahl Proben	Quelle
Gesamtkeimzahl, Direkt-Präparate	9,5	5	Kern et al. 1974
	9–10	60	Ike et al. 1983
	7–8 (6–10)	30	Sinha 1972
Gesamtkeimzahl, anaerobe Kultur	8,6	5	Kern et al. 1974
	6	25	Kropp 1991
Gesamtkeimzahl, aerobe Kultur	7,1	6	Kropp 1991
	7,6	54	Fey 1994
	6,8	?	Smith and Crabb 1961
Streptokokken	5,9	3	Smith 1965
	7,9	29	Nurmio et al. 1973
Streptokokken, an- und $\alpha$ -hämolyisierend	5,7	25	Kropp 1991
	6,9	6	Kropp 1991
	7,6	54	Fey 1994
Streptokokken, $\alpha$ -hämolyis.	5–6	56	Wierup and DiPietro 1981
Streptokokken, $\beta$ -hämolyis.	4–5	56	Wierup and DiPietro 1981
	2,3	25	Kropp 1991
	2,3	54	Fey 1994
Laktobazillen	7	?	Smith and Crabb 1961
	6,1	29	Nurmio et al. 1973
	5,5	25	Kropp 1991
	5,4	3	Smith 1965
	5,2	6	Kropp 1991
	7,6	35	Fey
Enterobakteriazeen	4,3–9,4	11	Sakazaki and Miura 1956
	5,4	29	Nurmio et al. 1973
	5	56	Wierup and DiPietro 1981
	4,6	54	Fey 1994
E. coli	4,1	?	Smith and Crabb 1961
	3,4	3	Smith 1965
	5,3	5	Kern et al. 1974
	3,9	25	Kropp 1991
	4,9	6	Kropp 1991
	4,7	56	Fey 1994
aerobe Bazillen	3	56	Wierup and DiPietro 1981
	4,7	25	Kropp 1991
	3,3	5	Kropp 1991
	4,6	54	Fey 1994

Bakterien etc.), deren gemeinsame Anzahl lg 5 bis lg 6 nicht überschreiten sollte.

4. Clostridien sollten in Keimzahlen über lg 3 nicht nachweisbar sein.

#### Literatur

Alexander, F. und Davies, M.E. (1963): Production and fermentation of lactate by bacteria in the alimentary canal of the horse and pig. J. Comp. Pathol. 73, 1–8.

- Al-Mashat, R.R. und Taylor, D.J. (1986): Bacteria in enteric lesions of horses. *Vet. Rec.* 118, 453–458.
- Andersson, G. Ekman, L.; Mansson, I.; Persson, S.; Rubarth, S. und Tufvesson, G. (1971): Lethal complications following administration of oxytetracycline in the horse. *Nord. Vet.-Med.* 23, 9–22.
- Argenzio, R.A.; Southworth, M. und Stevens, C.E. (1974): Sites of organic acid production and absorption in the equine gastrointestinal tract. *Am. J. Physiol.* 226, 1043–1050.
- Argenzio, R.A. (1975): Functions of the equine large intestine and their interrelationship in disease. *Cornell Vet.* 65, 303–330.
- Becker, C.R. (1964): A study of the intestinal microflora in the equine. *Michigan State University Veterinarian* 24, 123–126.
- Baruc, C.J.; Dawson, K.A. und Baker, J.P. (1983): The characterization and nitrogen metabolism of equine cecal bacteria. 8th ENPS, University of Kentucky, 151–156.
- Braun, O.H.; Dehnert, J.; Haenel, H.; Hoffman, K.; Kienitz, M.; Mayer, J.B.; Reploh, H.; Reuter, G.; Seeliger, H.P.R. und Werner, H. (1966): Methoden der bakteriologischen Stuhluntersuchung. *Zbl. Bakt. Abt. 1 Orig. A* 200, 405–416.
- Brumbaugh, G.W. (1992): Toxicity of pharmacological agents. In: Robinson, N.E.: *Current Therapy in Equine Medicine* 3, 356. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Davies, M. Elizabeth (1964): Cellulolytic bacteria isolated from the large intestine of the horse. *J. appl. Bact.* 27, 373–378.
- Davies, M. Elizabeth (1979): Studies on the microbial flora of the large intestine of the horse. *Vet. Sci. Communications* 3, 39–44.
- Eades, S.C.; Booth, A.J.; Hansen, T.O.; Mueller, P.O.E. und Williamson, L. (1995): The gastrointestinal and digestive system. In: Higgins, A.J. und Wright, I.M. (eds.): *The Equine Manual*, W.B. Saunders, Philadelphia, 518.
- Fey, Kerstin (1994): Auswirkungen der peroralen Gabe von Sulfadimethoxin/Trimethoprim (Trafigal® 30% ad us. vet.) beim Pferd. *Vet. med. Diss.*, Gießen.
- Freter R.; Brickner, H.; Botney M.; Cleven D. und Aranki A. (1983): Mechanisms that control bacterial populations in continuous-flow culture models of mouse large intestinal flora. *Infect. Immun.* 39, 676–685.
- Garner, H.E.; Moore, J.N.; Johnson, J.H.; Clark, L.; Amend, J.F.; Tritschler, L.G.; Coffmann, H.R.; Sprouse, R.F.; Hutcheson, D.P. und Salem, C.A. (1978): Changes in the caecal flora associated with the onset of laminitis. *Equine Vet. J.* 10, 249–252.
- Gautsch, S.; Beckmann, G.; Amtsberg, G.; Dieckmann, M. und Deegen, E. (1993): Untersuchungen zum Vorkommen und zur Bedeutung von enterotoxinbildenden Clostridium-perfringens-Stämmen im Darmkanal von Pferden. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 106, 1–6.
- Gebbers, J.-O. und Laissue, J.A. (1982): Morphologische Aspekte der Barriere-Funktion der Dickdarm-Schleimhaut. *Mikroökologie und Therapie* 12, 31–45.
- Gedek, B.R. (1991): Regulierung der Darmflora über die Nahrung. *Zbl. Hyg.* 191, 277–301.
- Goodson, J.; Tyznik, W.J.; Cline, J.H. und Dehority, B.A. (1988): Effects of an abrupt diet change from hay to concentrate on microbial numbers and physical environment in the cecum of the pony. *Appl. Environ. Microbiol.* 54, 1946–1950.
- Hintz, H.F.; Hogue, D.E.; Walker, E.F.; Lowe, J.E. und Schryver, H.F. (1971): Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies fed diets with varying roughage-grain ratios. *J. Anim. Sci.* 32, 245–248.
- Hopffe, A. (1913): Beitrag zur Kenntnis der normalen Magen-Darm-Flora des Pferdes unter besonderer Berücksichtigung der anaeroben Proteolyten. *Z. Infektionskrankheiten* 14, 307–315 und 383–404.
- Ike, K.; Nuruki, R.; Imai, S.U. und Ishii, T. (1983): Composition of intestinal ciliates and bacteria excreted in feces of the race-horse. *Jpn. J. Vet. Sci.* 45, 157–163.
- Julliard, V.; Prevost, H. und Tisserand, J.L. (1993): Preliminary study of the cecal bacterial flora in the pony: quantification and diet effect. *Ann. Zootech.* 42, 183.
- Kern, D.L.; Slyter, L.L.; Weaver, J.M.; Leffel, E.C. und Samuelson, G. (1973): Pony cecum vs. steer rumen: the effect of oats and hay on the microbial ecosystem. *J. Anim. Sci.* 37, 463–469.
- Kern, D.L.; Slyter, L.L.; Leffel, E.C.; Weaver, J.M. und Oltjen, R.R. (1974): Ponies versus steers: microbial and chemical characteristics of intestinal ingesta. *J. Anim. Sci.* 38, 559–564.
- Ketyi, J. und Barna, K. (1964/65): II. Alterations in the intestinal flora of patients treated with antibiotics. *Acta microbiol. Acad. Sci. hung.* 11, 215–224.
- Kohn, C.W. (1982): Acute Diarrhea. In: Mansman, R.A.W.; McAllister, S.; Pratt, P.W.: *Equine Medicine and Surgery*, 3rd ed., American Vet. Publ., Goleta, 537–538.
- Kropp, S. (1991): Bakteriologische Untersuchungen zur Zusammensetzung der Darmflora des Pferdes und deren Beeinflussung durch Chemotherapeutika. *Vet. med. Diss.*, Hannover.
- Lauk, H.D.; von Plocki, K.A.; Jaenich, U. und Neuhaus, F. (1987): Colitis X beim hospitalisierten Pferd. *Pferdeheilkunde* 3, 109–115.
- Linerode, P.A. und Goode, R.L. (1970): The effects of colic on the microbial activity of the equine large intestine. *Proc. Am. Ass. Equine Pract.* 14, 321–341.
- Mackie, R.I. und Wilkins C.A. (1988): Enumeration of anaerobic bacterial microflora of the equine gastrointestinal tract. *Appl. Environ. Microbiol.* 54, 2155–2160.
- Maczulak, A.E.; Dawson, K.A. und Baker, J.P. (1985): Nitrogen utilization in bacterial isolates from the equine cecum. *Appl. Environ. Microbiol.* 50, 1439–1443.
- McCreery, Sally; Fulghum, R.S. und Baker, J.P. (1971): Microflora of the equine cecum. *J. Anim. Sci.* 33, 234.
- Manahan, F.F. (1970): Diarrhoea in horses with particular reference to a chronic diarrhoea syndrome. *Austr. Vet. J.* 46, 231–234.
- Merritt, A.M. und Smith, D.A. (1980): Osmolarity and volatile fatty acid content of feces from horses with chronic diarrhoea. *Am. J. Vet. Res.* 41, 928–931.
- Moore, W.E.C. und Holdeman, L.V. (1974): Special problems associated with the isolation and identification of intestinal bacteria in fecal flora studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 27, 1450–1455.
- Moreau, M.C.; Ducluzeau, R.; Guy-Grand, D. und Muller, M.C. (1978): Increase in the population of duodenal immunoglobulin A plasmocytes in axenic mice associated with different living or dead bacterial strains of intestinal origin. *Infect. Immun.* 21, 532–539.
- Morse, E.V.; Duncan, M.A.; Page, E.A. und Fessler, J.F. (1976): Salmonellosis in equidae: a study of 23 cases. *Cornell Vet.* 66, 198–213.
- Nielsen, E. und Friis, C.W. (1980): Influence of an intestinal microflora on the development of the immunoglobulins IgG1, IgG2a, IgM and IgA in germ-free BALB/c mice. *Acta path. microbiol. scand. Sect. C* 88, 121–126.
- Nord, C.E.; Kager, L. und Heimdahl, A. (1984): Impact of antimicrobial agents on the gastrointestinal microflora and the risk of infections. *Am. J. Med.* 76, 99–106.
- Nurmio, P.; Koironen, L. und Tupamäki, A. (1973): Hevosien fekaalinen mikrobioflora (The fecal microflora of horses). *Suomen Eläinlääkäiväilehti* 79, 668–681.
- Palmer, J.E. und Whitlock, R.H. (1991): Antimicrobial-associated diarrhea. In: Colahan, P.T.; Mayhew, I.G.; Merritt, A.M.; Moore, J.N.: *Equine Medicine and Surgery*, 4th ed., 654, 657–658. American Vet. Publ., Goleta.
- Pilloud, M. (1984): Antibiotika und Chemotherapeutika in der Tierheilkunde. 1. Teil. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 126, 571–587.
- Puyt, J.D. und Malet, P. (1985): Les accidents médicamenteux dus aux agents anti-infectieux chez le cheval. *Rev. Méd. Vét.* 136, 3, 193–202.
- Roediger, W.E.W. (1982): The effect of bacterial metabolites on nutrition and function of the colonic mucosa. Symbiosis between men and bacteria. In: Kasper, H.; Boebell, H. (eds.): *Colon and Nutrition – Proceedings Falk Symposium*, Titisee, 1981. Lancaster/PA, USA. MTP Press Ltd., Falcon House, 11–24.

- Rolfe, R.D. (1984): Interactions among microorganisms of the indigenous intestinal flora and their influence on the host. *Rev. Infect. Dis.* 6 (Suppl.1), 73–S79
- Sakazaki, R. and Miura, S. (1956): The enteric bacterial flora of the intestinal tract of healthy horses. *Jpn. J. Vet. Res.* 4, 57–63.
- Sakazaki and Namioka (1956): Enteric bacteria in apparently healthy animals. *Jpn. J. Vet. Res.* 4, 51–57.
- Savage, D.C. (1977): Microbial ecology of the gastrointestinal tract. *Ann. Rev. Microbiol.* 31, 107–133.
- Schröter, G.; Seeliger, H.P.R. und Knothe, H. (1970): Der Einfluß der Antibiotika auf die Darmflora des Menschen. *Zbl. Bakt. Abt. 1 Ref.* 219, 363–406.
- Sinha, M.N. (1972): Vorkommen und Eigenschaften von *Cl. perfringens*, isoliert aus der Darmflora von Pferden, Rindern, Hunden, Katzen und Hühnern. *Wien. tierärztl. Mschr.* 59, 191–193.
- Smith, H.W. and Crabb, W.E. (1961): The faecal bacterial flora of animals and man. *J. Path. Bact.* 82, 53–66.
- Smith, H.W. (1965): Observations on the flora of the alimentary tract of animals and factors affecting its composition. *J. Path. Bact.* 89, 95–122.
- Sonnenborn, U. und Greinwald, R. (1991): Beziehungen zwischen Wirtsorganismus und Darmflora. 2. Aufl., Schattauer Verlag, Stuttgart, New York.
- Sprouse, R.F. and Garner, H.E. (1982): Normal and perturbed microflora of the equine cecum. *Proc. Symp. Univ. Georgia, Equine Colic Res.*, 53–61.
- Staempfli, H.R.; Townsend, H.G.G. and Prescott, J.F. (1991): Prognostic features and clinical presentation of acute idiopathic enterocolitis in horses. *Can. Vet. J.* 32, 232–237.
- Waaij, van der D. and Waaij, van der B.D. (1990): The colonization resistance of the digestive tract in different animal species and in man; a comparative study. *Epidemiol. Infect.*, 105, 237–243.
- White, G. and Prior, S.D. (1982): Comparative effects of oral administration of trimethoprim/sulfadiazine or oxytetracycline on the faecal flora of horses. *Vet. Rec.* 111, 316–318.
- Whitlock, R.H. (1986): Colitis: differential diagnosis and treatment. *Equine Vet. J.* 18, 278–283.
- Wierup, M. (1977): Equine intestinal clostridiosis. An acute disease in horses associated with high intestinal counts of *Clostridium perfringens* Typ A. *Acta Vet. Scand. Suppl.* 62, 1–182.
- Wierup, M. and DiPietro, J.A. (1981): Bacteriologic examination of equine fecal flora as a diagnostic tool for equine intestinal clostridiosis. *Am J. Vet. Res.* 42, 2167–2169.

Dr. Kerstin Fey

Professur für Innere Krankheiten der Pferde  
Justus-Liebig-Universität Gießen  
Frankfurter Straße 126  
35392 Gießen

Tel.: 0641/702-4764 oder -4767  
Fax: 0641/702-7415

Prof. Dr. H.H.L. Sasse

Professur für Innere Krankheiten der Pferde  
Justus-Liebig-Universität Gießen  
Frankfurter Str. 126  
35392 Gießen

Tel.: 0641/702-4792  
Fax: 0641/702-7415

## Aszites infolge eines peritonealen Mesothelioms bei einem Pferd

O. Harps, J. Brumhard, C.P. Bartmann und urte Hinrichs (1996)

Tierärztl.Prax. 24, 270–274

Bei einem achtjährigen Hannoveranerwallach, der seit einem Jahr zusehends abmagerte, bestand eine diagnostisch nicht abzuklärende zeitweise auftretende Hinterhandlahmheit. Das Pferd wurde 13 Monate nach Beginn der Erkrankung wegen Kolik in der Pferdeklinik vorgestellt. Es zeigte die Symptome eines zunehmenden Aszites mit prallem Abdomen, rektal tastbarer Flüssigkeitsansammlung in der Bauchhöhle, Präputial-, Hintergliedmaßen- und Unterbauchödem sowie ein geringgradig gestörtes Allgemeinbefinden mit erhöhter Herz- und Atemfrequenz.

Die Blutuntersuchung ergab einen normalen Hämatokrit- und Proteingehalt mit leichter Leukozytopenie. Die arterielle Blutgasanalyse zeigte einen deutlich verminderten O<sub>2</sub>-Partialdruck. Weitere diagnostische Maßnahmen beinhalteten eine Parazentese, ultrasonographische und röntgenologische Untersuchungen sowie die Serumelektrophorese. Letztere erbrachte einen verringerten Albumingehalt im Serum mit vermehrtem Globulingehalt. Das Bauchhöhlenpunkat erwies sich als hochgradig vermehrte serosanguinöse Flüssigkeit mit erhöhtem Gesamtproteingehalt. Die Röntgenaufnahmen des Thorax ergaben einen Zwerchfellhochstand und ein verdichtetes Lungeninterstitium. Die transkutane Sonographie des Bauchraumes

zeigte hochgradige Flüssigkeitsansammlungen. Dickdarm, Leber und Milz des Pferdes wiesen echoreiche Auflagerungen auf.

Nach Euthanasie des Wallachs erfolgte eine post mortem-Untersuchung, die die Diagnose des Aszites bestätigte. Ca. 80 Liter einer blutig-wäßrigen Abdominalflüssigkeit wurden gewonnen. Der peritoneale Überzug der Bauchhöhle, das Diaphragma sowie Leber, Milz und Magendarmtrakt wiesen zahlreiche knotige Zubildungen auf. Die histologische Untersuchung ergab ein biphasisch peritoneales Mesotheliom mit papilliformem, teils fibrosarkomatösem epithelialen Auswüchsen.

Bei vielen Haussäugetieren kommen Mesotheliome vor. Sie werden beim Rind und beim Menschen mit einer Asbestinhalation und -ingestion in Verbindung gebracht. Beim Pferd fehlen bisher Hinweise auf eine bestimmte kausale Ursache. Differentialdiagnostisch entsteht ein Aszites auch nach Bauchhöhlenabszessen und infolge kardialer, urogenitaler und hepatischer Störungen. Die internistische Diagnose eines peritonealen Mesothelioms kann nur durch die zytologische Untersuchung des Bauchpunkts oder durch eine direkte Biopsie betroffener Gewebeabschnitte erbracht werden.