

Zeitschrift:	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
Herausgeber:	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
Band:	137 (1995)
Heft:	7
Artikel:	Erste Erfahrungen mit dem kombinierten Xylose-Absorptions-/Hydrogen-Exhalationstest beim Pferd
Autor:	Bracher, Verena / Steiger, R. / Huser, Sandra
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-592712

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 06.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Erste Erfahrungen mit dem kombinierten Xylose-Absorptions-/Hydrogen-Exhalationstest beim Pferd

Verena Bracher, R. Steiger, Sandra Huser

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Xylose-Absorptions-Test mit dem Hydrogen-(H₂)-Exhalationstest bei 3 Gruppen von Pferden angewendet: Gruppe 1 bestand aus 4 klinisch gesunden Pferden, Gruppe 2 aus 3 Patienten mit chronisch-rezidivierendem Durchfall, und in Gruppe 3 befanden sich 6 Tiere mit dem Leitsymptom «Abmagerung ohne Durchfall». Alle Tiere wurden einer gründlichen klinischen Allgemeinuntersuchung, einer hämatologischen und chemischen Blutuntersuchung sowie einer parasitologischen und bakteriologischen Kotuntersuchung unterzogen. Bei den klinischen Patienten (Gruppe 2 und 3) wurden zusätzlich eine Serumelektrophorese, eine Bauchhöhlenpunktion mit zytologischer Analyse des Punktates sowie in 4 Fällen eine Rektumschleimhautbiopsie und in 6 Fällen eine Gastroskopie durchgeführt. Bei den Pferden mit chronisch-rezidivierendem Durchfall konnte keine ätiologische Diagnose gestellt werden. Bei den Pferden mit Abmagerung als Leitsymptom wurde bei einem Tier die Diagnose granulomatöse Enteritis in der Sektion bestätigt. Bei den restlichen 5 Tieren wurde eine Malabsorption unbekannter Genese diagnostiziert. Für den Xylose-Absorptions-Test wurden die Pferde 10 Stunden gefastet. Plasma-Xylose wurde vor und während den nächsten 4 Stunden in halbstündlichen Intervallen bestimmt. Gleichzeitig wurde ebenfalls in halbstündlichen Intervallen während 8 Stunden die H₂-Konzentration in der Ausatmungsluft der Pferde bestimmt. Bei den gesunden Pferden wurde in keinem Fall ein Anstieg der H₂-Konzentration beobachtet, während bei den erkrankten Pferden zum Teil sehr deutliche Anstiege zu beobachten waren, die – mit einer Ausnahme – nur mit geringfügigen Veränderungen in der Plasma-

Preliminary results of a combined xylose absorption/hydrogen excretion test in horses with chronic intestinal disease

In the present study the breath hydrogen (H₂) excretion test was combined with the xylose absorption test in 4 normal horses and 9 clinical patients with chronic diarrhoea ($n = 3$) or chronic weight loss without diarrhoea ($n = 6$). All horses underwent a thorough clinical examination. Laboratory evaluations consisted of haematology and serum biochemistry as well as bacteriological and parasitological examination of feces. In addition, serum electrophoresis and abdominocentesis was performed in all the clinical patients. Gastroscopy was carried out in 6 patients and rectal biopsies were obtained from 4 animals. Two animals were euthanased within 4 weeks after the evaluation. The diagnosis of chronic granulomatous enteritis was confirmed in one of them at necropsy, the cause of weight loss in the other remained unexplained. In the remaining animals, specific causes such as management, parasites, chronic infections and diseases of liver, kidneys and heart were excluded, but no specific diagnosis could be obtained. For the combined xylose absorption/H₂ excretion test, the animals were starved overnight and given 0.5 g/kg/bwt xylose as a 10% solution by stomach tube the next morning. Blood samples were collected for plasma xylose analysis at 30 min intervals for 4 hrs, and breath samples were also collected at 30 min intervals for 8 hrs. With the exception of the animal with granulomatous enteritis, the diseased horses showed only slight alterations in either peak concentrations or times to reach peak levels of plasma xylose. None of the healthy animals showed an increase in breath H₂ production after xylose administration, whereas five of

Xylose-Absorption einhergingen. Bei der Ausnahme handelte es sich um den Patienten mit hochgradiger enteraler Proteinverlustenteropathie infolge granulomatöser Enteritis. Gleichzeitig wurde beobachtet, dass Pferde mit gastrointestinale Störungen höhere H₂-Nüchternwerte aufwiesen als gesunde Pferde. Inwiefern die vermehrte intestinale H₂-Produktion bei Pferden mit gastrointestinale Störungen Ursache oder Folge der Erkrankungen ist, bleibt abzuklären.

Schlüsselwörter: Pferd – Durchfall – Abmagerung – Xylose-Absorptionstest – H₂-Exhalationstest

the diseased animals showed distinct increases of variable heights. In addition, the diseased horses showed higher fasting breath H₂ levels (range 7.5–61.5 ppm) than normal horses (range 0–5 ppm). It is concluded that gastrointestinal disorders might be influenced or even induced by a change in intestinal microbial composition, as evidenced by an increased hydrogenic metabolism.

Key words: horse – diarrhoe – weight loss – xylose absorption test – hydrogen excretion test

Einleitung

Die Untersuchung des adulten Pferdes mit chronischen Störungen des Gastrointestinaltraktes ist eine der schwierigsten diagnostischen Herausforderungen in der Pferdemedizin (Roberts, 1985; Brown, 1989). Dies röhrt unter anderem daher, dass wichtige Untersuchungsmethoden wie die Röntgen- und Ultraschalluntersuchung des Abdomens nur beim Fohlen oder bei einigen wenigen ausgewählten Erkrankungen beim adulten Pferd eingesetzt werden können. Die Gastroduodenoskopie als weiteres wichtiges Diagnostikum bedingt eine Arbeitslänge des Instruments von 3 m und beschränkt sich nur auf den proximalsten Abschnitt des Verdauungstraktes. Die rektale Untersuchung andererseits beschränkt sich hauptsächlich auf den distalsten Abschnitt und ist zwar bei akuten Abdominalschmerzen (Kolik) das wichtigste diagnostische Hilfsmittel, verhilft jedoch bei chronischen Störungen wie Durchfall und Abmagern selten zu einer Diagnose. Speziell im Hinblick auf Störungen im Bereich des Dünndarmes wurde in der Vergangenheit eine Reihe von Absorptionstests entwickelt, von denen sich der Xylose-Absorptionstest und der orale Glukosetoleranz-Test am meisten durchgesetzt haben, obwohl beide mit Nachteilen behaftet sind (Batt, 1991) und häufig unschlüssige Resultate liefern (Roberts und Hill, 1973; Brown, 1992). Andere Tests wie der Cr-Albumin-Test (Merritt et al., 1977) oder der Cr-EDTA-Test (Pearson und Merritt, 1991) sind aufwendig und kaum klinisch anwendbar. Als *ultima ratio* bot sich in gewissen Fällen die Probelaparatomie an, die jedoch mit den Risiken intra- und postoperativer Komplikationen, vor allem bei hypoproteinämischen Patienten, behaftet war. Aus diesem Grund wird weiterhin nach Möglichkeiten nicht-invasiver Tests zur Beurteilung der gastrointestinale Funktion gesucht (Batt, 1991).

In der Humanmedizin wird der Hydrogen-(H₂)-Exhalationstest als einfacher Atemtest wegen seiner patienten-

freundlichen Anwendung vor allem in der Pädiatrie geschätzt, wegen seiner Vielzahl weiterer Anwendungsbereiche wird er jedoch auch in anderen Bereichen eingesetzt. So wird er einerseits für die Routinediagnostik von Laktoseintoleranz und Kohlenhydrat-Malabsorption (Levitt und Donaldson, 1970; Metz et al., 1976a) und bakterieller Dünndarmüberwucherung (Metz et al., 1976b) verwendet, als auch für wissenschaftliche Motilitätsstudien (Bond und Levitt, 1975; Rumessen et al., 1989; Staniforth und Rose, 1989; Gilmore, 1990) und Verdauulichkeitsprüfungen (Pomare et al., 1985). Das Prinzip des Testes, der von Levitt und Donaldson (1970) in die medizinische Diagnostik eingeführt wurde, beruht darauf, dass ein im Dünndarm nicht resorbiertes Substrat (häufig werden dazu Kohlehydrate verwendet) im Caecum und Colon einer mikrobielle Verdauung zugeführt wird (Zentek, 1991; 1992a). Bei diesem Vorgang werden flüchtige Fettsäuren synthetisiert, die dem Körper als wichtige Energieträger zugeführt werden können. Hydrogen (H₂) entsteht als Nebenprodukt dieses mikrobiellen Stoffwechsels und wird entweder zur Methan-Synthese gebraucht oder in das Darmlumen freigesetzt. Dank seines kleinen Molekulargewichtes diffundiert H₂ relativ einfach entlang dem Konzentrationsgradienten in die Blutbahn und wird über die Lungen ausgeschieden (Bond et al., 1977). Im Falle eines nicht-resorbierbaren Substrates (z.B. Lactulose) kann somit die orozäkale Transitzeit (Passagezeit des Substrates, bis es im Caecum der mikrobiellen Verdauung zugeführt wird) bestimmt werden. Andererseits kann bei Verdacht auf Malabsorption ein Substrat (z.B. Glukose oder Lactose) verabreicht werden, das unter normalen Bedingungen vollständig im Dünndarm gespalten und resorbiert wird und somit keine H₂-Produktion induzieren kann. Bei einem Patienten mit Malabsorptionssyndrom hingegen führt die Verabreichung eines solchen Substrates zu einem Anstieg der H₂-Exhalation.

Beim Pferd wurde der H₂-Exhalationstest bisher hauptsächlich für verdauungsphysiologische Untersuchungen an adulten Pferden (Zentek, 1992b; Nyari, 1992) und vor kurzem auch beim Fohlen (Bracher et al., 1995) angewendet. Murphy et al. (1994) beschrieben in einem Fallbericht die Anwendung des H₂-Exhalationstests bei einem Pferd mit rezidivierenden Kolikschrüben infolge Magenulkus. Es erscheint naheliegend, die Möglichkeiten des H₂-Exhalationstests bei der Diagnostik von chronischen Erkrankungen des Verdauungstraktes von Pferden anzuwenden, allerdings sollte eine Übernahme des Tests von anderen Tierarten auf das Pferd nicht ohne weitere Untersuchungen bezüglich Lokalisation und Absorption des intestinal produzierten H₂ stattfinden (Bracher und Baker, 1994).

Tiere, Material und Methoden

Zur Untersuchung standen 4 gesunde, klinikeigene Versuchspferde (Gruppe 1) sowie 9 Patienten der Pferdeklinik mit chronisch-rezidivierendem Durchfall ohne infektiöse Ursache (Gruppe 2, n = 3) oder chronischem Abmagern ohne Durchfall (Gruppe 3, n = 6) zur Verfügung (Tabelle 1). Alle Tiere wurden klinisch untersucht, und die folgenden Laborparameter wurden erhoben: Hämatokrit, Erythrozytenindizes, Leukozytenzahl und Differenzierung, Thrombozyten, Plasmaprotein und Fibrinogen, Bilirubin, Glukose, Harnstoff, Kreatinin, die Enzyme alkalische Phosphatase, GLDH, ASAT (GOT), γ-GT, SDH, LDH sowie die Elektrolyte Natrium, Kalium, Chlorid, Kalzium, Magnesium, Phosphor. Von allen Tieren wurde eine Kotprobe zur Sandaufschwemmung sowie zur parasitologischen und zur mikrobiologischen Untersuchung auf *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.* und *Clostridium spp.* entnommen. Alle Pferde waren mindestens einmal während der letzten 4 Wochen vor der Untersuchung mit Ivermectin (Eqvalan®, Merck + Co. Inc., Rahway, New Jersey, USA) peroral behandelt worden.

Bei den klinischen Patienten wurden zusätzlich eine Bauchhöhlenpunktion, eine Serumelektrophorese sowie in 3 Fällen ein CEA-Test (carcinoembryonales Antigen, Hässig et al., 1991), in 4 Fällen eine Rektumschleimhautbiopsie und in 6 Fällen eine Gastroskopie durchgeführt.

Ein Pferd (Nr. 2) wurde kurz nach der Untersuchung geschlachtet, ein anderes (Nr. 104) 4 Wochen nach der Untersuchung euthanasiert. Der Gastrointestinaltrakt beider Tiere wurde makroskopisch und histologisch untersucht.

Xylose-Absorptions-/H₂-Exhalationstest

Die Pferde wurden 10 Stunden gefastet. Wasser stand ihnen mit Ausnahme der ersten 2 Stunden nach Xylose-Applikation zur freien Verfügung. Xylose (0,5 g/kg Körpermasse in 10% Lösung) wurde per Nasenschlundsonde verabreicht. Venöse Blutentnahmen erfolgten via ei-

nen Verweilkatheter in der Jugularvene vor und in 30minütigen Intervallen während der folgenden 4 Stunden nach der Xylose-Applikation. Ausatmungsluftproben wurden während 8 Stunden in halbstündlichen Intervallen entnommen (Ausnahme: Bei Pferd Nr. 31 musste die Atemluftprobe-Entnahme nach 4,5 Stunden wegen eines Defektes an der Atemmaske abgebrochen werden). Die Probenentnahmen erfolgten mittels einer speziell entwickelten Maske mit je einem Inspirations- und Exspirationsventil (Isler Bioengineering AG, Zürich) und einem auf das Exspirationsventil aufgesetzten Verbindungsschlauch, der mit einem Beutel mit 10 Litern Fassungsvermögen (Douglas bag, Plysu Protection Systems Ltd., Milton Keynes, UK) verbunden war. Sofort nach der Probenentnahme wurde die Exspirationsluft mit 20-ml-Plastikspritzen (Omnifix, B. Braun, Melsungen, Deutschland) aus dem Atembeutel abgezogen und mit luftdichten Kappen (Adapter Sarstedt, Nürnberg, Deutschland) verschlossen. Die H₂-Konzentration wurde in Duplikaten sofort oder innerst 2 Stunden bestimmt.

Messung der H₂-Konzentration: Die elektrochemische Bestimmung der H₂-Konzentration der Exspirationsluft erfolgte mit einem GMI Exhaled Breath Monitor (model 81 HP, GMI Ltd., Renfrew, Scotland). Die Sensitivität des Gerätes beträgt 2 ppm und die Genauigkeit ±2%. Kreuzreaktionen mit Sauerstoff wurden mit 0,005% angegeben. Das Gerät wurde jedesmal zu Beginn einer Messreihe mit einem Standardgas von 94 ppm geeicht. Die Zuverlässigkeit dieser Messmethode wurde von Rumessen und Gudmand-Hoyer (1987) untersucht und bestätigt. Zusätzlich zu den Atemluftproben wurden in regelmässigen Abständen von 2-4 Stunden Stallluftproben entnommen, deren H₂-Konzentrationen nie über 2 ppm lagen.

Plasma-Xylose-Bestimmung: Die venösen Blutproben (2 ml) wurden in Oxalat/Fluorid-Röhrchen aufgefangen, zentrifugiert und das Plasma eingefroren. Die Messung der Xylose-Konzentration erfolgte mit der Parabromoaniline-(PBA)-Methode nach Roe und Rice (1948). Die Validierung dieser Methode beim Pferd wurde von Roberts (1974) und Roberts und Norman (1979) beschrieben.

Resultate

Klinische Untersuchungsbefunde

Die Dauer der Erkrankung reichte von 6 Monaten bis zu 19 Jahren. Der Nährzustand war bei den Pferden mit chronischem Durchfall nicht oder kaum beeinträchtigt, während bei den Pferden der Gruppe 3 der Nährzustand von mager bis kachektisch reichte. Anamnestisch war bei jedem Pferd das Futter in ausreichender Form und Menge angeboten worden. Die klinischen Untersuchungsbefunde waren unergiebig (Tab. 1). Insbesondere waren bei keinem der Pferde anhand der Untersuchung der Zähne oder des Kotes Hinweise auf eine gestörte Futterzerkleinerung zu finden. Auskultatorisch war häufig eine vermehrte Darmtätigkeit bei den Patienten beider Gruppen zu vermerken. Bei der Rektaluntersuchung

Tabelle 1a: Signalement und klinische Daten zu den Pferden der Gruppe 2 (chronisch-rezidivierender Durchfall)

No.	Rasse (Geschlecht) Alter	Nähr- zustand	Art und Dauer der Erkrankung	Klinische Befunde	Zusätzliche Untersuchungsbefunde	Diagnose
72	Warmblut (Wallach) 6 Jahre	mässig	1 Jahr wechselhafte Fresslust	ängstliches Pferd, ansonsten unauffällig	Gastroskopie: unauffällig Rektumschleimhautbiopsie: lgr. chronische Proktitis	lgr. chronische Colitis
78	Warmblut (Wallach) 20 Jahre	etwas verfettet	seit 19 Jahren rezidivierender Durchfall, seit 6 Monaten rezidivierende Koliken gute Fresslust	bei den Koliksöhnen wurde jeweils eine partielle Verlagerung des Colons mit Meteorismen festgestellt. Bei der 4. Kolik musste das Pferd wegen Retroflexio coli operiert werden.	Gastroskopie: unauffällig Rektumschleimhautbiopsie: lgr. chronische Proktitis CEA-Test: negativ intraoperative Colonbiopsie: mässige entzündliche Infiltration	mittelgradige chronische Colitis
103	Warmblut (Wallach) 18 Jahre	etwas verfettet	2 Jahre, in rezidivierenden Schüben gute Fresslust	abgeheilte Zahnfraktur P2 oben links, ansonsten unauffällig		lgr. chronische Colitis

Tabelle 1b: Signalement und klinische Daten zu den Pferden der Gruppe 3 (Abmagern ohne Durchfall)

No.	Rasse (Geschlecht) Alter	Nähr- zustand	Art und Dauer der Erkrankung	Klinische Befunde	Zusätzliche Untersuchungsbefunde	Diagnose
2	Traber (Wallach) 19 Jahre	mager	progrediente Abmagerung während 6 Monaten gute Fresslust	klinisch unauffällig	Sektion: Magen-Darm-Trakt makroskopisch unauffällig, histologisch lgr. Vakuolisierung der Darmepithelzellen	Malabsorption unbekannter Genese
31	Warmblut (Wallach) 10 Jahre	mager	stationärer Nährzustand seit 1 Jahr gute Fresslust	systolisches Herzgeräusch links ohne Hinweis auf eine Herzinsuffizienz	Gastroskopie: unauffällig	Malabsorption unbekannter Genese
73	Warmblut (Stute) 14 Jahre	stark abge- magert	langsam progredienter Verlauf seit 1 Jahr übermässige Fresslust	klinisch unauffällig	Gastroskopie: adspektoralisch unauffällig, verzögerte Entleerung CEA-Test negativ Rektumschleimhautbiopsie: lgr. herdförmige Degeneration von apikalen Enterozyten, lgr. Kollagendegeneration	Malabsorption unbekannter Genese
74	Vollblut (Wallach) 10 Jahre	stark abge- magert	stationärer Zustand seit mehreren Jahren wechselhafte Fresslust	unruhiges Pferd (häufiges Unterbrechen der Futteraufnahme bei geringster Geräuschbelastung), ansonsten klinisch unauffällig	Gastroskopie: unauffällig	Malabsorption unbekannter Genese, evtl. nervös bedingte reduzierte Futteraufnahme
76	Warmblut (Wallach) 12 Jahre	mager	stationärer Zustand seit 1 Jahr, Heuentzug vor 8 Monaten wegen COPD gute Fresslust	leichtgradige COPD, ansonsten unauffällig		Malabsorption unbekannter Genese, evtl. Diätproblem (Heuentzug wegen COPD)
104	Isländer (Wallach) 8 Jahre	kachek- tisch	progredienter Verlauf seit 1 Jahr wechselhafte bis schlechte Fresslust	lgr. Apathie, lgr. Gliedmassenödem, sehr harte, kleine Kotballen Therapie mit oralen Corticosteroiden (250 mg Prednisolon/Tag), Euthanasie nach 3 Wo.	Hochgradige Hypoproteinämie (24 g/l) Gastroskopie: lgr. diffuse Gastritis Rektumschleimhautbiopsie unauffällig CEA-Test negativ Sektion: Jejunum über ganze Länge verändert mit Darmwandverdickungen	Equine Granulomatöse Enteritis

wurden keine abnormen Befunde erhoben. Besondere Aufmerksamkeit wurde bei den Pferden der Gruppe 3 dem Atemapparat sowie dem Herz-Kreislauf-System geschenkt, und bei einem Pferd (Nr. 31) wurde ein systolisches Herzgeräusch links mit einem Punctum maximum über den Aortenklappen auskultiert, das unter Belastung bestehenblieb. Bei diesem Pferd konnten jedoch ultraschallgraphisch und klinisch keine Hinweise für eine Herzinsuffizienz eruiert werden.

Laboruntersuchungen

Die bakteriologische Kotuntersuchung war in allen Fällen negativ bezüglich des Vorhandenseins enteropathogener Mikroorganismen (*Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Clostridium spp.*). Der Nachweis von Sand im Kotsediment war ebenfalls bei allen Pferden negativ. Die parasitologische Kotuntersuchung war in einem Fall (Nr. 76) für Strongyliden positiv, bei allen anderen Pferden negativ. Die bluthämatologischen und blutchemischen Untersuchungen dienten dazu, einen Herdinfekt sowie Erkrankungen anderer Organsysteme (Leber, Niere) auszuschliessen. Nur bei einem Pferd (Nr. 104) lagen deutlich abnorme Befunde vor mit einer hochgradigen Hypoproteinämie (24 g/l, Norm: 60–70 g/l) und Hypoalbuminämie (11,1 g/l, Norm: 23,0–33,0 g/l).

Das Bauchhöhlpunkttat war bei einem Pferd (Nr. 73) leichtgradig vermehrt, makroskopisch und zytologisch jedoch wie bei allen anderen Pferden unauffällig. Bei diesem Pferd wurde wegen Verdacht auf eine intraabdominale Neoplasie zusätzlich eine transabdominale Ultraschalluntersuchung der Leber, Milz und Nieren durchgeführt sowie ein CEA-Test veranlasst. Beide Untersuchungen konnten aber den Verdacht auf eine Neoplasie nicht bestätigen. Gegen eine Neoplasie sprachen bei diesem Tier auch das gute Allgemeinbefinden und die ausgezeichnete Fresslust.

Zusätzliche Spezialuntersuchungen

Gastroskopie: Bei 6 Pferden (Nr. 31, 72, 73, 74, 78 und 104) wurde im Anschluss an den Xylose-Absorptionstest (d.h. nach ca. 18 Stunden Fasten) eine Gastroskopie durchgeführt. Bei Pferd Nr. 73 wurde die Gastroskopie nach weiteren 12 Stunden wiederholt, da sich übermäßig viel Futter im Magen befand; es wurden jedoch im einsehbaren Teil keine Veränderungen in der Magenschleimhaut beobachtet. Bei Pferd Nr. 104 war die drüsenhaltige Schleimhaut bräunlich verfärbt, was auf eine diffuse Gastritis hinwies. Bei den übrigen Pferden konnten keine abnormen Befunde erhoben werden.

Rektumschleimhautbiopsie: Die histologische Untersuchung einer Rektumschleimhautbiopsie bei den 4 Pferden (Nr. 72, 73, 78 und 104) war unergiebig. Zumeist wurde eine unspezifische leichtgradige Proktitis diagnostiziert. Selbst bei dem Pferd mit Proteinverlust-Enteropathie wurden keine spezifischen Veränderungen beobachtet.

CEA-Test: Bei den 3 Pferden mit Verdacht auf Neoplasie (Nr. 73, 78 und 104) betrug der CEA-Wert 0,9, 1,1 und 1,0 ng/ml (Norm: < 1,6 ng/ml).

Plasma-Xylose-Absorption: Die Plasma-Xylose-Verlaufscurven der 4 gesunden Kontrolltiere und der Patienten mit intestinalen Störungen sind in den Abbildungen 1.a und 1.b dargestellt. Bei den gesunden Pferden wurde der Peak innerhalb 60–90 Minuten erreicht und reichte von 13,0 bis 21,2 mg/dl (Referenzwerte für normale Pferde [Roberts und Norman, 1979]: Minimale Peak-Konzentration von 14 mg/dl, die innerhalb 90 Minuten erreicht werden soll). Bei den Patienten reichte die Zeit bis zum Erreichen des Peaks zwischen 60 und 210 Minuten, wobei bei 4 der 9 Pferde der Peak erst nach ≥ 120 Minuten erreicht wurde. Die Peak-Konzentration war ebenfalls sehr variabel und war nur bei dem Pferd mit Proteinverlust-Enteropathie (Nr. 104) eindeutig pathologisch. Von den anderen Patienten wurde die als untere Normalgrenze angesehe-

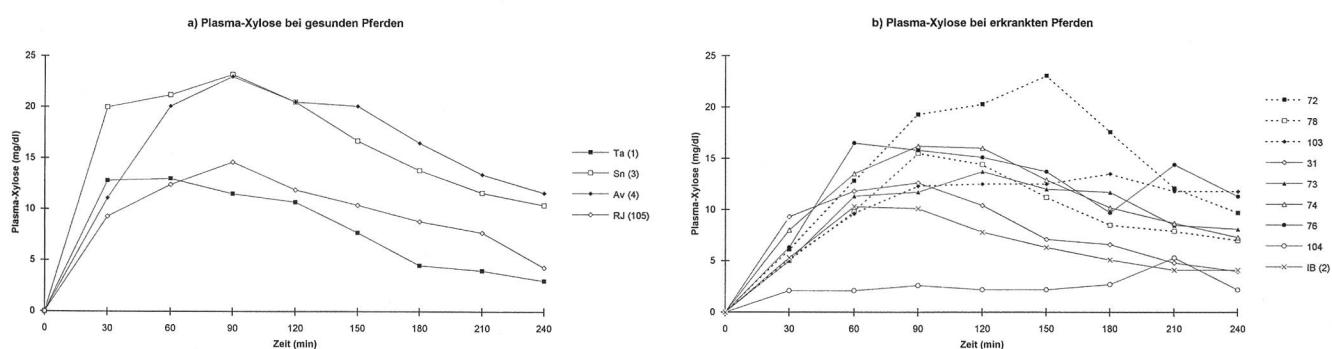


Abbildung 1: Plasma-Xylose-Absorptionskurven bei den 4 gesunden Pferden (a) und den 9 Patienten mit chronischen Störungen des Verdauungstraktes (b). Die Kurven der 3 Patienten mit chronisch-rezidivierendem Durchfall (Gruppe 2) sind gestrichelt, diejenigen der Pferde mit Abmagerung (Gruppe 3) durchgezogen

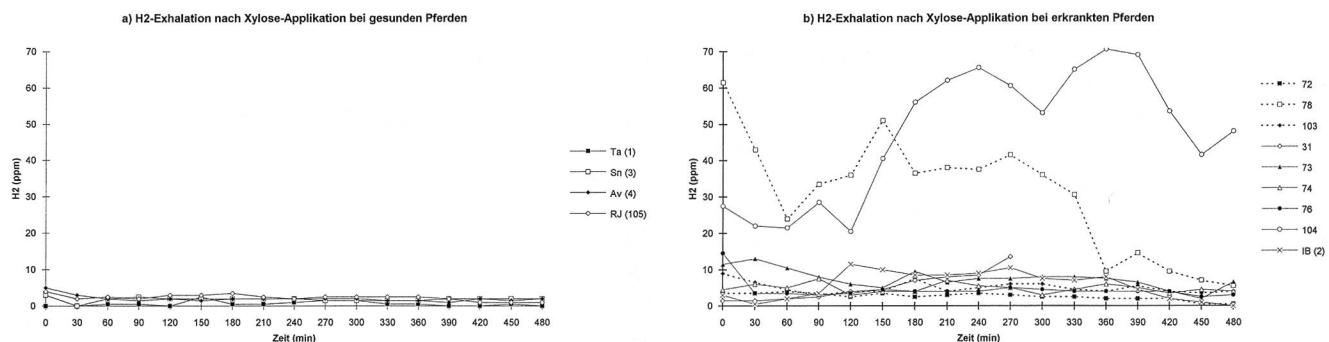


Abbildung 2: H₂-Exhalationskurven derselben Pferde wie in Abb. 1 von 4 gesunden Pferden (a) und den Patienten mit chronisch-rezidivierendem Durchfall (gestrichelte Linien) oder Abmagerung (durchgezogenen Linien) (b)

ne Konzentration von 14 mg/dl nur bei einem Pferd mit chronischem Durchfall (Nr. 78) und zwei Pferden mit Abmagerung (Nr. 74 und 76) erreicht, während die anderen 5 Pferde knapp darunter lagen. Auffällig war, dass bei allen erkankten Pferden ein langsamerer Anstieg als bei den gesunden Pferden zu beobachten war (Rechtsverschiebung in der Zeitachse). Der 30-Minuten-Wert lag bei allen erkankten Tieren unter dem tiefsten 30-Minuten-Wert der gesunden Pferde.

H₂-Exhalation nach Xylose-Verabreichung: Die H₂-Exhalationskurven der gesunden Kontrolltiere und der Patienten mit intestinalen Störungen sind in den Abbildungen 2.a und 2.b dargestellt. Bei den gesunden Pferden lag der Nüchternwert zwischen 0 und 5 ppm, während bei 5 der erkankten Pferden trotz gleicher Fastendauer der Nüchternwert von 7,5–61,5 ppm reichte. Fünf der Patienten zeigten nach Xylose-Applikation einen Anstieg von mindestens 4 ppm über den Tiefstwert, was als positive Antwort interpretiert wurde. Die Peak-Konzentrationsreichen von 7,5 bis 70,5 ppm und wurden zwischen 180 und 360 Minuten erreicht. Die ausgeprägtesten Veränderungen zeigten die Pferde Nr. 78 (chronischer Durchfall und rezidivierende Koliken mit Meteorismen) und Nr. 104 (Proteinverlust-Enteropathie, ohne Durchfall).

Sektionsbefunde: Bei Pferd Nr. 2 wurde makroskopisch und histologisch nur eine leichtgradige Vakuolisierung der Darmepithelzellen beobachtet. Bei Pferd 104 wurde die klinische Verdachtsdiagnose granulomatöse Enteritis bestätigt. Es konnten keine säurefesten Stäbchen nachgewiesen werden.

Diskussion

Die Resultate der vorliegenden Studie weisen darauf hin, dass gesunde Pferde nach 10ständigem Fasten nur geringe Mengen an Hydrogen (H₂) produzieren und auch nach Xylose-Applikation keinen Anstieg der H₂-Exhalation aufweisen. Dies steht im Gegensatz zu den Befunden beim Menschen, wo eine H₂-Exhalation infolge der unvollständigen Xylose-Absorption beim gesunden Probanden festgestellt wurde (Levitt und Donaldson, 1970),

stimmt jedoch mit den Resultaten bei Katzen (Muir et al., 1994) und Hunden (Washabau et al., 1986) überein, wo bei gesunden Individuen kein Anstieg der H₂-Exhalation nachgewiesen werden konnte, während bei den Tieren mit Malabsorptionssyndrom ebenfalls deutlich erhöhte Nüchternwerte und ein Anstieg der H₂-Exhalation nach Xylose-Applikation beobachtet wurden. Der Xylose-Absorptionstest beim Pferd unterscheidet sich von den anderen Tierarten darin, dass die gemessenen Plasma-Xylose-Werte um einiges niedriger sind, was auf eine herabgesetzte Dünndarmresorptionsfähigkeit beim adulten Pferd zurückgeführt wurde (Roberts, 1974; Merritt et al., 1986). Trotz dieser offensichtlichen Tatsache, dass ein bedeutender Anteil der verabreichten Xylose den Dünndarm passiert und demzufolge einer mikrobiellen Verdauung im Caecum und Dickdarm ausgesetzt wird, konnte jedoch bei den gesunden Pferden in dieser Studie keine vermehrte H₂-Exhalation nach Xylose-Verabreichung festgestellt werden. Eine mögliche Erklärung wäre, dass Xylose ein ungeeignetes Substrat für die normale mikrobielle Flora des Intestinaltraktes beim gesunden Pferd darstellt oder dass die Xylose auf einem alternativen Weg, ohne die Bildung von H₂, abgebaut würde. Zur Abklärung dieser Möglichkeiten sind *in vitro* Untersuchungen zur Gasproduktion von Darminhalt unter Zugabe des Substrates notwendig.

Bei den untersuchten Patienten handelte es sich um Tiere, bei denen anhand der klinischen, der verfügbaren Spezial- und der Laboruntersuchungen Ursachen wie Managementfehler, Zahnerkrankungen, Parasiten, chronische Herdinfekte, Leber- Nieren- und Herzkrankungen (Roberts, 1985; Brown, 1989) so gut wie möglich ausgeschlossen werden konnten. Der Xylose-Absorptionstest war nur bei einem Pferd mit hochgradiger Proteinverlustenteropathie deutlich verändert, während er bei den übrigen Tieren zwar geringgradige Abweichungen von der Norm aufwies, die jedoch mit Vorsicht zu interpretieren sind, da auch extraintestinale Ursachen wie Fütterung (Jacobs et al., 1982) und Dauer des Futterentzuges (Freeman et al., 1989) einen Einfluss auf das Testresultat haben. Erstaunlicherweise zeigten auch die Pferde mit chronischem Durchfall ohne Abmagerung, bei denen klinisch keine Hinweise auf eine koexistente

Dünndarmerkrankung eruiert werden konnten, ähnlich flach ansteigende Xylose-Absorptionsverläufe wie die Pferde mit dem Leitsymptom «Abmagerung». Als mögliche Ursache wäre hier ein gastrokolischer Reflex (Herabsetzung der Magenentleerung im Gefolge einer Störung der Dickdarmmotilität) zu diskutieren (Gerring, 1991).

Die H₂-Exhalation nach Xylose-Applikation, obwohl erst bei einer kleinen Anzahl von Pferden ermittelt, zeigt zum Teil sehr deutliche Unterschiede zwischen gesunden Pferden und Patienten mit Störungen im Intestinaltrakt, wobei sowohl ein Pferd mit chronischem Durchfall ohne Gewichtsverlust als auch das Pferd mit hochgradiger Kachexie infolge Proteinverlustenteropathie ohne Durchfall eine ähnlich ausgeprägte vermehrte H₂-Exhalation im nüchternen Zustand zeigte, das erstere jedoch während den nächsten 8 Stunden einen steten Abfall, das letztere jedoch eine mehrgipflige, kontinuierlich hohe Konzentrationskurve aufwies. Als mögliche Ursachen für die erhöhten Nüchternwerte können zwei Faktoren vermutet werden: 1. gestörte Motilität, die entweder zu bakterieller Dünndarmüberwucherung oder verlängerter Caecum/Colonpassage führt, oder 2. intestinale Dysbakterie mit Tendenz zu einer Vermehrung H₂-produzierender Mikroorganismen im Dickdarmbereich.

Obwohl eine eindeutige Aussage über die klinische Anwendbarkeit des H₂-Exhalationstestes beim Pferd in diesem Stadium verfrührt ist, lassen die vorliegenden Resultate die Hoffnung zu, dass er eine Möglichkeit bietet, die bisherigen diagnostischen Methoden und die Prognostik zu verfeinern. Zusätzlich könnte er sich dank seines nicht-invasiven Charakters ausgezeichnet für die Überprüfung des Therapie-Effektes eignen.

Literatur

- Batt R.M. (1991): Editorial: Oral sugar tests for diagnosis of small intestinal disease. Equine Vet.J. 23, 325-326.
- Bond J.H., Levitt M.D. (1975): Investigation of small bowel transit time in man utilizing pulmonary hydrogen (H₂) measurements. J.Lab.Clin.Med. 85, 546-555.
- Bond J.H., Levitt D.G., Levitt M.D. (1977): Quantitation of countercurrent exchange during passive absorption from the dog small intestine. J. clin. Invest. 59, 308-318.
- Bracher V., Baker S.J. (1994): Breath tests for investigation of gastrointestinal disease. Equine Vet. Educ. 6, 173-176.
- Bracher V., Ousey J.C., Fazeli A.R., Murgatroyd P., Rossdale P.D. (1995): Hydrogen breath test in foals. Biol. Reprod. Monograph Series 1, pp. (in print Januar 1995).
- Brown C.M. (1989): Chronic weight loss. In: Problems in equine medicine. Ed.: C.M. Brown, Lea & Febiger, Philadelphia, London, pp. 6-22.
- Brown C.M. (1992): The diagnostic value of the D-Xylose absorption test in horses with unexplained chronic weight loss. Brit.Vet.J. 148, 41-44.
- Freeman D.E., Ferrante P.L., Kronfeld D.S., Chalupa W. (1989): Effect of food deprivation on D-xylose absorption test results in mares. Amer.J. Vet. Res. 50, 1609-1612.
- Gerring E.L. (1991): Editorial: All wind and water: Some progress in the study of equine gut motility. Equine Vet.J. 23, 81-85.
- Gilat T., Ben Hur H., Gelman-Malach E., Terdiman R., Peled Y. (1978): Alterations of the colonic flora and their effect on the hydrogen breath test. Gut 19, 602-605.
- Gilmore I.J. (1990): Leading article: Orocaecal transit time in health and disease. Gut, 31, 250-251.
- Jacobs K.A., Norman P., Hodgson D.R.G., Cymbaluk N. (1982): Effect of diet on the oral D-Xylose absorption test in the horse. Amer.J.Vet.Res. 43, 1856-1859.
- Hässig M., Casal M., von Beust B., Nussbaumer M., Rüsch P. (1991): CEA-Test beim Haustier. Schweiz. Arch. Tierheilk. 133, 311-313.
- Levitt M.D., Donaldson R.M. (1970): Use of respiratory hydrogen (H₂) excretion to detect carbohydrate malabsorption. J. Lab. Clin. Med. 75, 937-945.
- Merritt A.M., Cimprich R.E., Beech J. (1976): Granulomatous enteritis in nine horses. J.Amer.Vet.Med.Ass. 169, 603-609.
- Merritt A.M., Kohn C.W., Ramberg C.E., Cimprich R.E., Reid C.F., Bolton J.R. (1977): Plasma clearance of [⁵¹Cr] Albumin into the intestinal tract of normal and chronically diarrhoeal horses. Amer.J.Vet.Res. 38, 1769-1774.
- Merritt T., Mallonee P.G., Merritt A.M. (1986): D-xylose absorption in the growing foal. Equine Vet.J. 18, 298-300.
- Metz G., Jenkins D.J.A., Newman A., Blendis L.M. (1976a): Breath hydrogen in hyposucrosis. Lancet i, 119-120.
- Metz G., Gassull M.A., Drasar B.S., Jenkins D.J.A., Blendis L.M. (1976b): Breath hydrogen test for small intestinal bacterial colonisation. Lancet i, 668-669.
- Muir P., Papassouliotis K., Gruffydd-Jones T.J., Cripps P.J., Harbour D.A. (1991): Evaluation of carbohydrate malassimilation and intestinal transit time in cats by measurement of breath hydrogen excretion. Amer.J.Vet.Res. 52, 1104-1109.
- Murphy D., Howie E., Love S. (1994): Breath hydrogen measurement for investigation of gastric dysfunction in an adult horse. Equine Vet.J. 6, 169-172.
- Nyari A. (1992): Untersuchungen zur postprandialen H₂- und CH₄-Exhalation beim Pferd. Inaugural-Dissertation, Universität Hannover.
- Pearson R.A., Merritt J.B. (1991): Intake, digestion and gastrointestinal transit time in resting donkeys and ponies and exercised donkeys given ad libitum hay and straw diets. Equine Vet.J. 23, 339-343.
- Pomare E.W., Branch W.J., Cummings J.H. (1985): Carbohydrate fermentation in the human colon and its relation to acetate concentrations in venous blood. J. Clin. Invest. 75, 1448-1454.
- Roberts M.C. (1974): The D(+)Xylose absorption test in the horse. Equine Vet.J. 6, 28-30.
- Roberts M.C. (1985): Malabsorption syndromes in the horse. Comp. Cont. Educ. pract. Vet. 7, S637-S674.
- Roberts M.C., Norman P. (1979): A re-evaluation of the D(+) xylose absorption test in the horse. Equine Vet.J. 11, 239-243.
- Roberts M.C., Hill F.W.G. (1973): The oral glucose tolerance test in the horse. Equine Vet.J. 5, 171-173.
- Roe J.H., Rice E.W. (1948): A photometric method for the determination of free pentoses in animal tissue. J. biol. Chem. 173, 507-512.
- Rumessen J.J., Gudmand-Hoyer E. (1987): Retention and variability of hydrogen (H₂) samples stored in plastic syringes. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 47, 627-630.
- Rumessen J.J., Hamberg O., Gudmand-Hoyer E. (1989): Influence of orocaecal transit on hydrogen excretion after carbohydrate malabsorption. Gut, 30, 811-814.
- Staniforth D.H., Rose D. (1989): Statistical analysis of the lactulose/breath hydrogen test in the measurement of orocaecal transit: its variability and predictive value in assessing drug action. Gut, 30, 171-175.

Premières expériences avec le test combiné absorption de xylose et exhalation d'hydrogène chez le cheval

Dans ce travail, l'épreuve d'absorption au xylose a été utilisée avec le test d'exhalation d'hydrogène (H_2) dans 3 groupes de chevaux: le groupe 1 comprenait 4 chevaux cliniquement sains, le groupe 2 trois patients avec une diarrhée chronique récidivante, et dans le groupe 3 se trouvaient 6 animaux avec comme symptôme principal un amaigrissement sans diarrhée. Tous les animaux ont été soumis à un examen clinique approfondi, à un examen hématologique et chimique du sang, ainsi qu'à un examen parasitologique et bactériologique des fèces. Chez les patients cliniques (groupe 2 et 3) une électrophorèse du sérum, une ponction de la cavité abdominale avec analyse cytologique du liquide aspiré, ainsi que dans 4 cas une biopsie de la muqueuse du rectum et dans 6 cas une gastroscopie ont été effectuées. Chez les chevaux atteints de diarrhée chronique récidivante, aucun diagnostic étiologique n'a été établi. Chez les chevaux dont le symptôme principal était un amaigrissement, le diagnostic d'enterite granulomateuse a été certifié lors de l'autopsie. Chez les 5 autres animaux, une malabsorption d'origine inconnue a été diagnostiquée. Les chevaux ont été mis à jeun pendant 10 heures pour l'épreuve au xylose. Le xylose plasmique a été déterminé toutes les demi-heures avant et pendant les 4 heures suivantes. Simultanément, la concentration de H_2 a été déterminée dans l'air expiré toutes les demi-heures pendant 8 heures. Dans aucun cas chez les chevaux sains, une augmentation de la concentration de H_2 n'a été observée, alors que chez les chevaux malades des augmentations très nettes étaient associées seulement - mis à part une exception - à de légers changements de l'absorption du xylose plasmique. L'exception était le patient avec une perte de protéines élevée associée à l'enterite granulomateuse. Conjointement, il a été observé que les chevaux avec un problème gastrointestinal avaient des valeurs de H_2 à jeun plus élevées que les chevaux sains. Il s'agit d'élucider chez les chevaux avec un problème gastrointestinal dans quelle mesure l'augmentation de la production intestinale de H_2 est la cause ou la conséquence de la maladie.

Le prime esperienze con la combinazione del test d'assorbimento della xilosi e del test d'esalazione di idrogeno nel cavallo

Nel presente studio venne combinato il test d'assorbimento della xilosi con il test d'esalazione dell'idrogeno in 3 gruppi di cavalli: il primo gruppo si componeva di 4 cavalli clinicamente sani, il secondo gruppo comprendeva 3 cavalli con diarrea cronica recidiva ed il terzo gruppo era composto da 6 animali con sintomo principale di «perdita di peso senza diarrea». Tutti gli animali furono sottoposti ad una visita clinica completa, con analisi parassitologica e batteriologica delle feci. Nei pazienti clinicamente malati (gruppi 2 e 3) furono effettuati inoltre una elettroforesi del siero, una punzione della cavità peritoneale con analisi citologica del liquido aspirato. In 4 casi fu prelevata una biopsia della mucosa rettale ed in 6 casi venne eseguita un gastroscopia. Nei cavalli con diarrea cronica recidiva non si è potuto arrivare ad una diagnosi etiologica. Nei cavalli con il sintomo principale di perdita di peso fu diagnosticata in un caso una enterite granulomatosa. Nei restanti 5 cavalli venne diagnosticata un malassorbimento da causa ignota. Per il test d'assorbimento della xilosi i cavalli vennero messi a digiuno per 10 ore. I livelli di xilosi nel plasma vennero misurati nelle 4 ore seguenti ad intervalli di 30 minuti. Nel contempo venne misurata per 8 ore, ad intervalli di mezz'ora, la concentrazione di idrogeno nell'aria espirata. Nei cavalli clinicamente sani non si è potuto osservare in nessun caso un aumento della concentrazione d'idrogeno, mentre nei cavalli malati si poteva registrare in parte un chiaro aumento della concentrazione d'idrogeno nell'aria espirata. Questi valori, a parte un'eccezione, venivano accompagnati da minime variazioni nel livello di xilosi nel plasma. Quest'eccezione era rappresentata da un paziente affetto da una forte enteropatia con perdita di proteine, in seguito ad una enterite granulomatosa. Nel contempo si è osservato che cavalli con disturbi gastroenterici hanno dei valori base di idrogeno nell'aria espirata maggiori a soggetti sani. Se la maggior produzione di idrogeno nei cavalli con disturbi gastroenterici sia la causa o la conseguenza della malattia resta ancora da determinare.

Washabau R.J., Strombeck D.R., Buffington C.A., Harrold D. (1986): Use of pulmonary hydrogen gas excretion to detect carbohydrate malabsorption in dogs. J. Amer. Vet. Med. Ass. 189, 674-679.

Zentek J. (1991): Mikrobielle Gasbildung im Intestinaltrakt von Monogastricien. Teil 1: Entstehung, Lokalisation, Qualität, Quantität. Übers. Tierernähr. 19, 273-312.

Zentek J. (1992a): Mikrobielle Gasbildung im Intestinaltrakt von Monogastricien. Teil 2: Pulmonale Ausscheidung von Wasserstoff und Methan. Übers. Tierernähr. 20, 91-122.

Zentek J. (1992b): Untersuchungen zur postprandialen H₂- und CH₄-Exhalation beim Pferd. Pferdeheilk. Suppl. 1, 64-66.

Danksagung

Die Plasma-Xylose-Bestimmungen wurden in verdankenwerter Weise von Frau Charlotte Zgraggen und Frau Elisabeth Rogg (Labor des Departementes für Innere Medizin, Leiter: Prof. Dr. H. Lutz) durchgeführt. Prof. R. von Fellenberg (Institut für Veterinärphysiologie) stellte uns grosszügigerweise seine Versuchspferde zur Verfügung. Frau Brigitte Bracher-Lutz sei gedankt für die liebevolle Betreuung der Pferde und für die Mithilfe bei den Messungen.

Korrespondenzadresse: Dr. V. Bracher, Klinik für Wiederkäuer- und Pferdemedizin, Departement für Innere Medizin, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Zürich, Winterthurerstrasse 260, CH-8057 Zürich

Manuskripteingang: 6. Dezember 1994

Die Arbeiten

- Erste Erfahrungen mit dem kombinierten Xylose-Absorptions-/Hydrogen-Exhalationstest beim Pferd
- Fallbericht: Polyglobulie bei einem Pferd
- Sedation und Narkose bei Hund und Katze mit Herz-Kreislaufkrankheit

*sind Herrn Professor Dr. P. F. Suter zu seinem 65. Geburtstag gewidmet
(vgl. auch Juni-Heft des Schweizer Archivs für Tierheilkunde).*