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: 116 (1974)

Heft: 1

Artikel: Zur Ernährungsphysiologie des Pferdes

Autor: Geyer, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-589530

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: 10.12.2025

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

Schweiz. Arch. Tierheilk. *116:* 39–57; 1974

Aus dem Institut für Veterinär-Biochemie der Freien Universität Berlin
(ehemaliger Direktor: Prof. Dr. Dr. K. Drepper)
und dem
Veterinär-Anatomischen Institut der Universität Zürich
(stellvertretender Direktor: Prof. Dr. H. Stünzi)

Zur Ernährungsphysiologie des Pferdes[1]

von H. Geyer[2]

A. Einleitung und grundsätzliche Vorbemerkungen

Ernährungsphysiologische Untersuchungen beim Pferd stoßen heute wieder auf vermehrtes Interesse,

a) weil das Pferd als Tier mit einhöhligem Magen im biologischen Vergleich zum Wdk. unsere Aufmerksamkeit verdient und

b) weil immer mehr eine rationelle und leistungsgerechte Ernährung unserer Sportpferde verlangt wird.

Die Fütterung des Pferdes stützt sich heute noch größtenteils auf altüberlieferte Normen. Eine Umfrage in Zusammenarbeit mit dem Hauptverband für Zucht und Prüfung deutscher Pferde (Geyer et al., 1970) ergab in 46 Beständen mit 103 Turnierpferden, daß der alte Standard mit 5 kg Heu und 5 kg Hafer für ein Pferd von 550 kg Körpergewicht bei weitem überwiegt, wobei die Pferde durchschnittlich 1 Stunde am Tag arbeiten.

Die Tendenz zur Leistungsfütterung der Pferde mit Hafer ist noch stark verbreitet. Hierzu beobachteten Neumann-Kleinpaul und Zeller (1954), daß nach Verfütterung großer Hafermengen bei nur kleinen Heugaben auf der Trabrennbahn Berlin-Mariendorf eine Erkrankung auftrat, die als «Sauerwerden» bezeichnet wurde. Im Versuch konnten sie bei ausschließlicher Haferfütterung an 3 Pferden nachweisen, daß eine Azidose und Kaliummangelsymptome entstanden, und sie führten diese Erscheinungen auf das hohe Angebot an Phosphorsäure im Hafer zurück. Eine starke Erhöhung der Haferration bei gleichzeitiger Kürzung der Heumenge kann daher nicht als optimale Leistungsfütterung gelten.

Diese Beispiele zeigen, wie weit entfernt man heute noch von einer leistungsgerechten Pferdefütterung ist. Der Versuch, ein Pferdefutter auf Leistung zu prüfen, muß aus zwei Gründen sehr in Frage gestellt werden, weil

1. die Leistung des Pferdes *Arbeit* ist und wir bis jetzt keine ausreichenden Kriterien haben, diese Arbeit im Feldversuch zu messen, und weil

---

[1] Nach einem Vortrag am Fakultätskolloquium vom 1. Februar 1973 an der Vet.-Med. Fakultät der Universität Zürich.

[2] Adresse: Dr. H. Geyer, Winterthurerstraße 260, CH-8057 Zürich.

2. unsere Kenntnisse über die physiologischen Vorgänge im Magen-Darm-Trakt des Pferdes und über die Verdaulichkeit der Nährstoffe noch äußerst lückenhaft sind.

Dementsprechend sind auch die Schwerpunkte der nötigen Untersuchungen zu setzen. So befassen sich zwei Arbeitsgruppen in Berlin (Wittke, Bayer, Krzywanek) und Hohenheim (Ehrlein, Engelhardt, Hörnicke) mit der *Arbeits*physiologie des Pferdes.

Die *Ernährungs*physiologie des Pferdes wurde nach dem Zweiten Weltkrieg zunächst nur von Alexander in Edinburgh näher bearbeitet, in jüngster Zeit beschäftigen sich zunehmend auch einige amerikanische Forschergruppen mit diesem Problemkreis.

Am Institut für Veterinär-Biochemie der Freien Universität Berlin wurden von Drepper (1967) ernährungsphysiologische Untersuchungen beim Pferd aufgegriffen. Es soll versucht werden, einen kurzen Einblick in die Untersuchungen zu geben, die in den Jahren 1967–1969 von Altmann, Hertel, Engelbart und dem Verfasser in Zusammenarbeit mit Zeller (Klinik für Pferdekrankheiten der Freien Universität Berlin) durchgeführt wurden[3]. Daneben seien auch die aus der Literatur bisher bekannten Verdauungsvorgänge in den einzelnen Darmabschnitten des Pferdes kurz skizziert sowie aus diesen Angaben und eigenen Erfahrungen einige erste Hinweise für die Pferdeernährung in der Praxis gegeben. Man wird dabei sehr häufig auf ungelöste Fragen stoßen, und der Verfasser bittet um Verständnis, wenn daher manches in seinen Ausführungen fragmentarisch bleiben muß und nicht immer bis ins letzte erhärtet sein kann.

Der Magen-Darm-Trakt des Pferdes besitzt zwei Charakteristika (Abb. 1):

1. den sehr kleinen Magen (A), dessen Anfangsteil (1) von kutaner Schleimhaut ausgekleidet ist und Pars proventricularis genannt wird;

2. das große Caecum (E) und das mächtig entwickelte, hufeisenförmige Colon ascendens, welches aus einer ventralen Lage (F) und aus einer dorsalen Lage (G) besteht, die an der engen Beckenflexur (9) ineinander übergehen. Es wird hier vereinfacht nur vom ventralen und dorsalen Colon gesprochen.

Beim Pferd sind die mikroorganismenreichen Gärkammern Caecum und Colon der «körpereigenen» enzymatischen Verdauung des Magens und Dünndarmes *nach*geschaltet. Beim Wdk. dagegen liegt die mikrobielle Einwirkung auf die Nahrung in den Vormägen und ist damit der enzymatischen Magen-Darm-Verdauung *vor*geschaltet. Der prinzipielle Unterschied zwischen Pferd und Wdk. besteht darin, daß beim Pferd bereits vorverdauter und schon durch Resorption der Menge nach verminderter Nahrungsbrei in den Gärkammern Caecum und Colon ankommt.

---

[3] Allen Mitarbeitern des Instituts für Veterinär-Biochemie und der Klinik für Pferdekrankheiten, Berlin, die bei diesen Untersuchungen mitgeholfen haben, sei herzlich gedankt. – Für die schematischen Zeichnungen danke ich Herrn W. Fricke, Berlin, und Frau S. Pletscher, Zürich.

In Berlin interessierten zunächst folgende Fragestellungen: Wie weit werden Rohnährstoffe des Futters bei der gesamten Magen-Darm-Passage verdaut, wie weit geht der Abbau in den einzelnen Darmabschnitten? Da die Rohnährstoffe, insbesondere die Rohfaser, recht heterogene Gruppen darstellen, geben sie allerdings nur grobe Informationen.

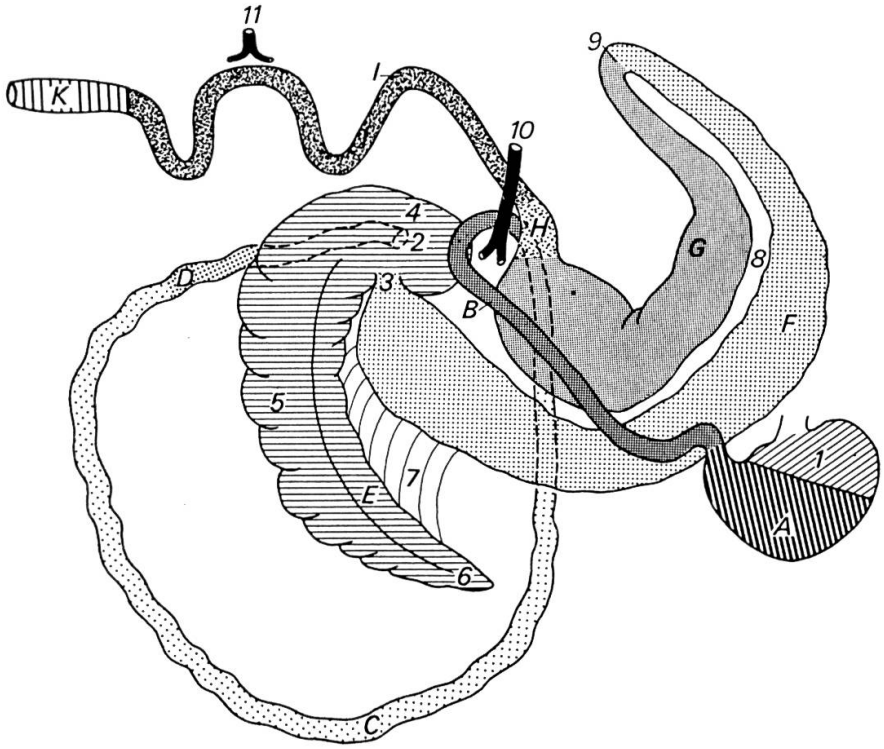

Abb. 1 Schema des Magen-Darm-Kanals vom Pferd (nach Nickel, Schummer, Seiferle 1967, umgezeichnet). A Magen, B Duodenum, C Jejunum, D Ileum, E Caecum, F ventrale Lage des Colon ascendens (ventrales Colon), G dorsale Lage des Colon ascendens (dorsales Colon), H Colon transversum, I Colon descendens, K Rectum; 1 Pars proventricularis des Magens, 2 Ostium ileocaecale, 3 Ostium caecocolicum, 4 Caput caeci, 5 Corpus caeci, 6 Apex caeci, 7 Lig. caecocolicum, 8 Mesocolon, 9 Flexura pelvina, 10 A. mesenterica cran., 11 A. mesenterica caud.

B. Möglichkeiten und Grenzen bei der Anwendung eines unverdaulichen Indikators für Bilanzversuche beim Pferd

Man kann auch beim Pferd durch Auffangen der gesamten Kotmenge einer Ration Futterkotbilanzen aufstellen. Will man aber bestimmen, welche Nährstoffmenge in den einzelnen Darmabschnitten schon verdaut und resorbiert ist, so muß man dem Futter einen unverdaulichen Indikator in möglichst gleichmäßiger Verteilung zusetzen, und dieser sollte im idealen Fall auch gleichmäßig im Nahrungsbrei verteilt den Magen-Darm-Trakt passieren. Durch Resorption von Nahrungsteilen reichert sich der Indikator an, d.h. *je mehr Indikator* z.B. im Colonbrei oder Kot vorhanden ist, *desto mehr Nahrung wurde verdaut* und desto geringer ist die Menge des unverdauten Nährstoffrestes im entsprechenden Darmabschnitt.

Zur Errechnung der Verdaulichkeit eines Nährstoffes bestimmt man aus Stichproben von Futter und Darminhalt

1. die Konzentrationen des Indikators und
2. die Konzentrationen des Nährstoffes, z.B. der Rohfaser, und errechnet daraus die scheinbare Verdaulichkeit des Nährstoffes nach der Formel

$$V = 100 - \frac{\text{Indikator \% Futter} \times \text{Nährstoff \% Darminhalt} \times 100}{\text{Indikator \% Darminhalt} \times \text{Nährstoff \% Futter}}$$

Scheinbare Verdaulichkeit deshalb, weil es sich um eine reine Differenzrechnung zwischen vergleichbarer Nährstoffkonzentration im Darminhalt und im Futter handelt, wobei die sezernierten Darmsäfte und Syntheseleistungen des Darminhaltes nicht gesondert berücksichtigt, sondern lediglich dem unverdauten Nährstoffrest zugerechnet werden.

Als Indikatoren, die mit den festen Bestandteilen den Magen-Darm-Trakt passieren, kommen Chromoxyd, radioaktives Chrom und Polyäthylen in Frage. Wir entschieden uns für ein Niederdruckpolyäthylen, das unter dem Namen «Hostalen» (Hoechst) im Handel ist.

Das verwendete Hostalen hatte eine Korngröße von 0,3 mm und eine Dichte von 0,94 und ließ sich aus Futter und Darminhalt nach Aufschluß der Proben durch ein Schwefelsäure-Salpetersäure-Gemisch (4:1) mit einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ bestimmen.

Zur Prüfung der Indikatorverteilung im Kot diente eine 5jährige Traberstute als Versuchspferd. Nach einer Vorfütterungsperiode von 1 Woche wurde während 10 Tagen sämtlicher Kot in einer Kottasche gesammelt. An 3 Tagen wurden Koteinzelportionen genommen, an den übrigen Tagen je 2 Stichproben aus der Gesamtkotmenge. Die Kottasche ermöglichte auch eine tägliche Bewegung des Pferdes von 20 Minuten in allen Gangarten (Abb. 2), was nach Meinung des Verfassers für Fütterungsversuche beim Pferd wichtig ist. Neben der Bestimmung des Indikatorgehaltes wurden in diesen Versuchen nach der Kollektionsmethode auch Futterkotbilanzen aufgestellt.

Durch den vorgeschalteten Pansen mit seiner lebhaften Motorik ist beim Wdk. eine recht gleichmäßige Zumischung des Indikators zu erwarten, auch wenn dieser stoßweise verabreicht wird. Beim Pferd galt es in einer ersten Versuchsreihe zu prüfen, ob schubweise angebotenes Hostalen insbesondere durch die Motorik von Caecum und Colon so intensiv mit dem übrigen Nahrungsbrei vermischt wird, daß es gleichmäßig verteilt im Kot erscheint.

Hierzu erhielt das Versuchspferd 2mal täglich 200 g Hostalen mit 1 kg Haferschrot vermischt und anschließend eine Heu-Hafer-Ration. Von dem angebotenen Hostalen wurden 95,5% im Kot wiedergefunden, in einer durchschnittlichen Konzentration von 16,6% in der Kottrockensubstanz (Abb. 3). Die Schwankungen des Hostalengehaltes waren sehr groß und völlig unberechenbar. – Setzt man die Konzentration 16,6% gleich 100%, so erhält man Schwankungen zwischen 125 und 82%. Wegen dieser Unregelmäßigkeit der

Hostalenausscheidung im Kot sind schubweise Gaben von Indikatoren für Verdaulichkeitsuntersuchungen beim Pferd wenig geeignet, oder es müßten allenfalls über lange Zeit Stichproben genommen werden, um die Schwankungen auszugleichen. Haenlein (1966) gab 2mal täglich Chromoxyd in Gelatinekapseln an Pferde und erhielt Schwankungen von 60 bis 135% bei einer Wiederfindungsrate von 98,4% des verfütterten Chromoxydes.

Abb. 2 Versuchspferd mit Kottasche beim täglichen Longieren während der Kollektionsperiode

Als zweite Möglichkeit bot sich ein gleichmäßiges Einmischen von Hostalen in die gesamte Futterration an. Die gewählte, ganze Futterration (siehe Tab. 1) wurde nach dem Mischen pelletiert. Die Pellets hatten eine Größe von 1 cm Durchmesser und 1–2 cm Länge.

Bei alleiniger Verabreichung dieser Pellets wurden auch hier durchschnittlich 16,6% Hostalen in der Kottrockensubstanz gefunden, allerdings mit wesentlich geringeren Schwankungen, die sich zwischen 91 und 105% in den Stichproben bewegten (Abb. 3). Die Hostalenverteilung ist hier ziemlich befriedigend, so daß schon aus 2–3 Stichproben die Verdaulichkeit eines pelletierten Gesamtfutters recht genau zu bestimmen ist.

Die Wiederzufindungsrate von nur 90,6% Hostalen im Kot der Pelletversuche vermag nicht voll zu befriedigen, doch dürfte sie vorwiegend auf Verluste bei der Futteraufnahme zurückzuführen sein. Beim Menschen konnten 100% des verabreichten Hostalens wiedergefunden werden.

Tab. 1 Pelletzusammensetzung und Rohnährstoffgehalte in der Trockensubstanz

	%		%
Luzernergrünmehl	43,7	Rohprotein	13,9
Haferschrot	20,0	Rohfett	3,5
Haferschalen (Ballast)	18,0	Rohfaser	18,1
Weizenkleiemelasse	12,0	N-freie Extraktstoffe	57,0
Horsal* (Vitamin-Mineralstoff-Mischung)	1,0	Organische Substanz	92,5
Hostalen*	5,3	Rohasche	7,5
		Ca	1,47
	100,0	P	0,47

* Der Firma Schaumann und der Firma Hoechst danke ich für die kostenlose Überlassung von Horsal bzw. Hostalen.

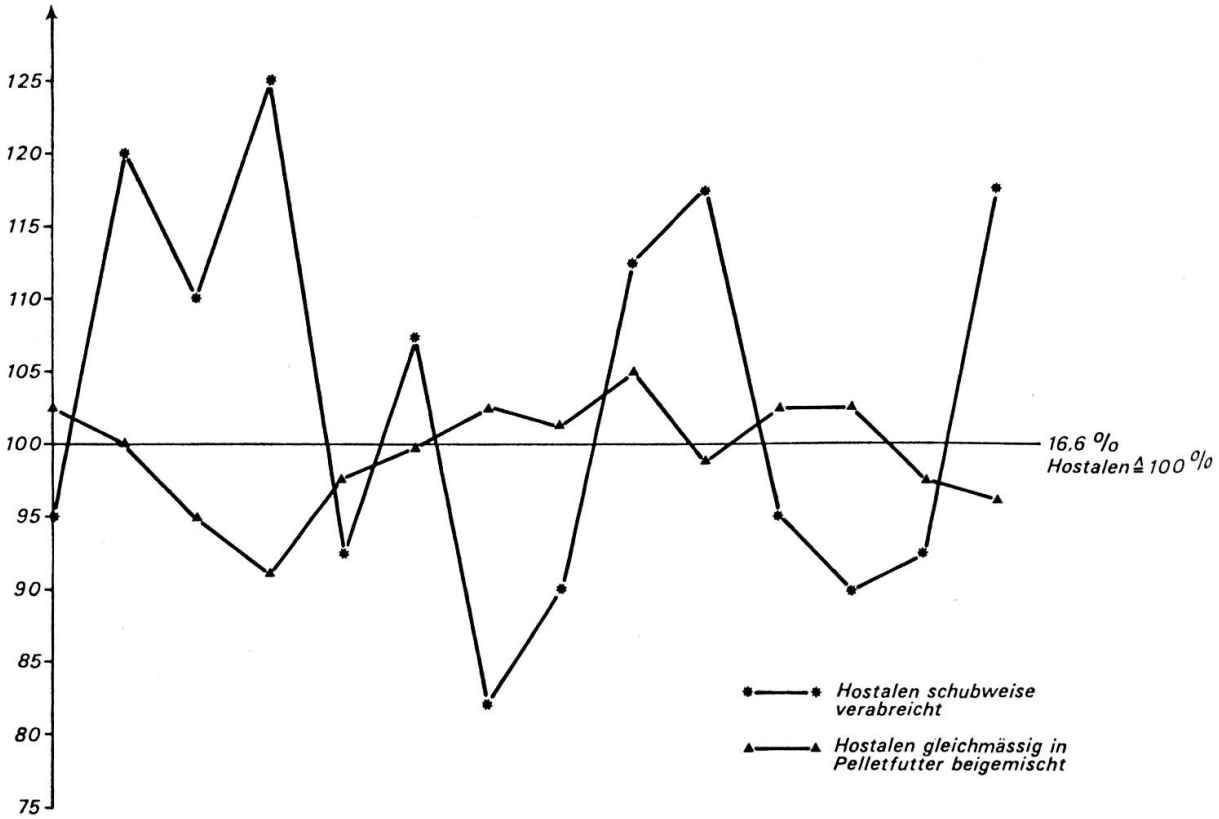

Abb. 3 Schwankungen des Hostalengehaltes in Stichproben des Pferdekotes

Die Verteilung des Hostalens ist bei dem verwendeten Pelletfutter jedoch nur in den hinteren Darmabschnitten ausgeglichen. Wie Hertel (1969, 1970) an 7 Versuchspferden feststellte, kommt es schon im Magen zu einer Entmischung, wohl dadurch, daß die Haferschalen länger im Magen verweilen als das Hostalen und die übrigen Futterbestandteile. Durch die intensive Durchmischung im Caecum hat man erneut eine bessere Verteilung des Hostalens im Caecum, und vom ventralen Colon an nach kaudal findet man eine Indikatorverteilung, die den Verdaulichkeitswerten entspricht. Möglicherweise ließen

sich die Entmischungsvorgänge im Magen und Dünndarm verringern, indem man statt der sperrigen Haferschalen Heumehl verwendete.

C. Nährstoffbilanzen

Vergleicht man die durchschnittlichen Verdaulichkeitswerte von 3 Futterkotbilanzen bei unserer Traberstute (Tab. 2), so fällt auf, daß die nach der Kollektionsmethode ermittelten Zahlen etwas höher liegen als die nach der Indikatormethode errechneten Werte. Zieht man allerdings gewisse Verluste bei der Futteraufnahme in Betracht, so sind die Zahlen der Kollektionsmethode eher etwas zu hoch.

Tab. 2 Verdaulichkeit der Rohnährstoffe von Pellets beim Pferd (Durchschnitt von drei Bilanzen bei einer Traberstute)

	Gehalt der Pellets, % in der Trockensubstanz	Verdaulichkeit in % der Rohnährstoffe der Pellets	
		Kollektions-methode	Indikator-methode
Rohprotein	13,9	74,3	68,8
Rohfett	3,5	63,6	47,8
Rohfaser	20,0	36,0	34,8
Rohasche	7,5	48,2	47,0
N-freie Extraktstoffe	55,1	77,7	73,2
Organische Substanz	92,5	67,8	63,3

Die Verdaulichkeit von Rohprotein zwischen 70 und 75% und diejenige der N-freien Extraktstoffe mit zirka 75% entsprechen den für das Rind geltenden Zahlen. Die Rohfaserwerte liegen mit zirka 35% etwa um ⅓ niedriger als beim Rind, welches die Rohfaser von gutem Heu zu zirka 55% verdaut. Die hier angegebenen Zahlen entsprechen auch den Werten von Hertel (1969, 1970), die bei 7 Versuchspferden nach der Indikatormethode errechnet wurden. Lediglich die Rohfaserverdauung betrug bei seinen Tieren, die überwiegend Schlachttiere waren, nur 29%.

Interessant ist der Vergleich zu einer Bilanz der Traberstute mit Heu und Hafer zu gleichen Teilen (Tab. 3), wo trotz eines relativ hohen Rohfasergehaltes von 21,9% die Rohfaser zu 54% verdaut wurde. So kann der Rohfaserabbau beim Pferd in Einzelfällen durchaus Werte erreichen, die denen des Rindes nicht nachstehen.

In einem Differenzversuch mit Pellets als Grundfutter und Timotheeheu als Zulage wurde bei der Traberstute nach der Kollektionsmethode die Verdaulichkeit des vielgepriesenen Timotheeheus bestimmt (Tab. 4). Man erkennt sofort den geringen Rohproteinanteil und den hohen Rohfasergehalt. Die Rohfaser wurde immerhin zu 34% verdaut, das Rohprotein dagegen nur zu 44%,

Tab. 3 Verdaulichkeit der Rohnährstoffe bei Verfütterung einer Heu-Hafer-Ration beim Pferd (Kollektionsmethode)

	Gehalt der Gesamtration, % in der Trockensubstanz	Verdaulichkeit in % der Rohnährstoffe der Gesamtration
Rohprotein	11,6	74
Rohfett	3,6	58
Rohfaser	21,9	54
Rohasche	5,8	34
N-freie Extraktstoffe	57,1	74
Organische Substanz	94,2	68

Tab. 4 Verdaulichkeit der Rohnährstoffe von Timotheeheu beim Pferd (Differenzversuch mit 4 kg Pellets als Grundfutter und 2 kg Heu als Zulage, Kollektionsmethode)

	Gehalt im Heu, % in der Trockensubstanz	Verdaulichkeit in % der Rohnährstoffe des Timotheeheus
Rohprotein	8,0	44,0
Rohfett	2,3	69,5
Rohfaser	36,2	34,2
Rohasche	4,2	41,8
N-freie Extraktstoffe	49,3	64,5
Organische Substanz	95,8	51,7

was wahrscheinlich auf die vielen Inkrusten zurückzuführen ist, die auch einen großen Teil der Eiweiße umgeben. Insgesamt wurde die organische Substanz des Timotheeheus nur zu 52% verdaut. Wie auch Olsson (1955) und Klapp (1962) feststellten, wird das Timotheeheu, entgegen der weitverbreiteten Ansicht, sehr schlecht verwertet und ist nicht als hochwertiges Heu anzusehen.

D. Nahrungspassage

Für die Verdaulichkeit eines Futters ist es auch wichtig, wie lange dieses im Magen-Darm-Trakt verweilt und damit dem enzymatisch-mikrobiellen Abbau ausgesetzt ist. Zur Prüfung der Passagedauer unserer Pellets verabreichten wir der erwähnten Stute eine indikatorhaltige Mahlzeit und anschließend indikatorfreie Pellets.

Die Ausscheidungskurve in Abb. 4 zeigt, daß 70% des *wiedergefundenen* Indikators nach 48 Stunden im Kot erschienen waren, die gesamte Indikatormenge war nach 96 Stunden ausgeschieden. Dies besagt, daß ¾ einer Pelletra-

tion innerhalb 2 Tagen den Magen-Darm-Trakt passiert haben und die Passagedauer nach 4 Tagen abgeschlossen ist.

Trotz des feineren Vermahlungsgrades verweilen die Pellets etwa gleich lang im Verdauungstrakt, wie Vander Noot und Mitarbeiter (1967) für Rationen mit grobem Rauhfutter angeben. Dagegen bestimmten Alexander (1946) sowie Hintz und Loy (1966) mit großen Kohle- oder Plastikpartikeln die Passagedauer von Haferkleie bzw. Gerstenschrot-Heuhäcksel (8 mm lang) auf 2 Tage.

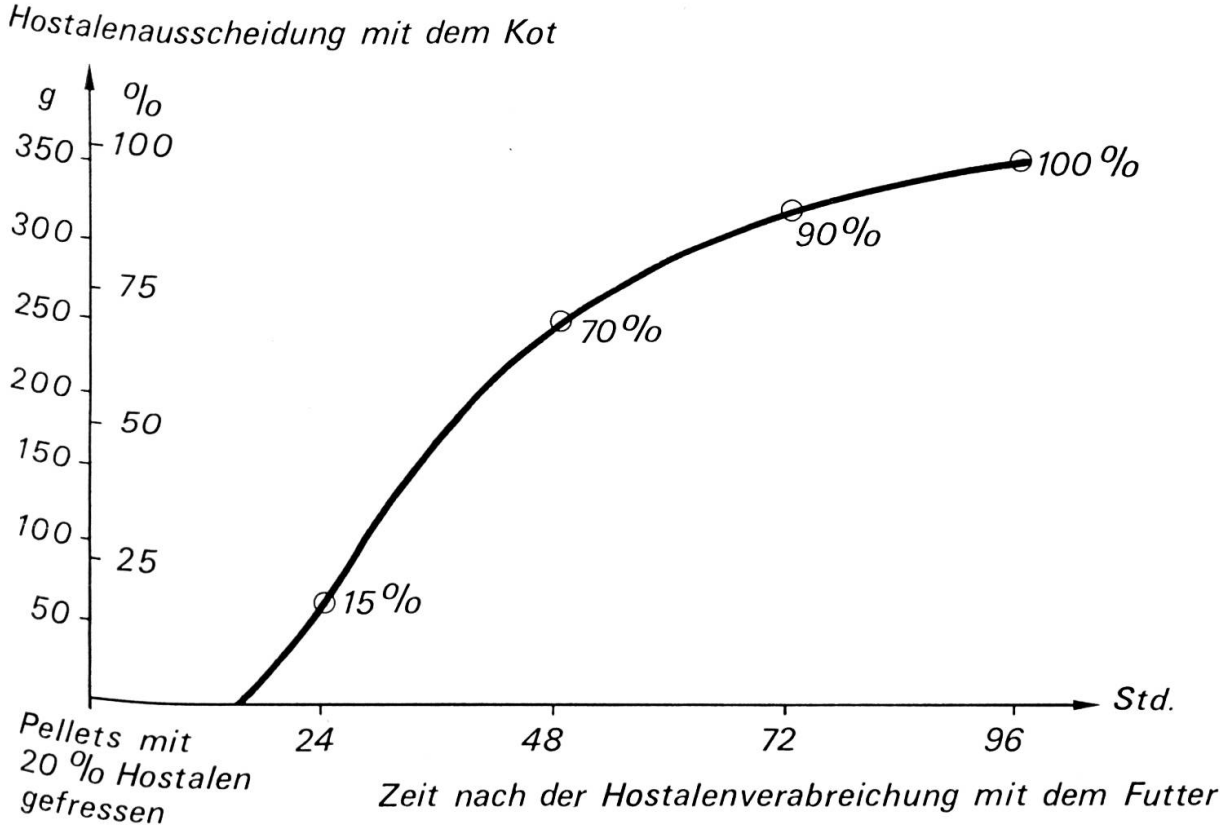

Abb. 4 Passagedauer von mit dem Futter verabreichtem Hostalen beim Pferd (in Anlehnung an Altman et al., 1970)

Verglichen mit dem Rind, ist die Futterpassage beim Pferd wesentlich kürzer, denn beim Rind sind nach Mangold (1950) die Reste einer Mahlzeit erst nach 12–14 Tagen ausgeschieden, der überwiegende Teil der Nahrung (80%) durchläuft den Verdauungstrakt des Rindes in 4 Tagen (Lenkeit, zit. nach Kolb, 1967).

E. Blinddarmfisteloperation

Für Verdauungsversuche beim Pferd ist es oft nötig, von demselben Versuchstier in der Mitte des Darmtraktes über längere Zeit Proben zu entnehmen. Aus diesem Grund legten Zeller und der Verfasser bei einem 4jährigen Haflingerwallach eine große Fistel am Übergang vom Blinddarmkopf zum Blind-

darmkörper an. Bei der Operation von Darmfisteln am Pferd stellt die Infektionsgefahr die eine Schwierigkeit dar, das andere Problem ist der Verschluß der Fistel. Wir verwendeten hierzu einen aufblasbaren Gummistopfen. Die Blinddarmschleimhaut war nach 5 Wochen gut mit der äußeren Haut verwachsen, die Fistelöffnung war so groß, daß man mit der Hand in das Caecum eingehen und auch rückwärts einen Schlauch in das Ostium ileocaecale einführen und Ileuminhalt gewinnen konnte.

F. Physiologische Vorgänge im Magen-Darm-Trakt

Im folgenden seien die Verdauungsvorgänge in den einzelnen Abschnitten des Magen-Darm-Traktes dargestellt. Die intensiv gekaute und eingespeichelte Nahrung gelangt in den Magen und wird nach Scheunert und Schattke (1913) horizontal übereinandergeschichtet. In der Pars proventricularis des Magens befindet sich eine ausgedehnte Bakterienflora (Alexander und Davies, 1963), die einen erheblichen Teil der löslichen Kohlenhydrate zu Milchsäure abbaut (Abb. 5). Diese Milchsäure soll aber nach Alexander (1963) erst im Dünndarm, vor allem im kaudalen Ileum, resorbiert werden. In der Fundus- und Pylorusdrüsenzone wird die Milchsäuregärung durch das Salzsäure-Pepsin-Milieu zugunsten der Eiweißverdauung zurückgedrängt. Der pH-Wert des Mageninhaltes schwankt zwischen 1,6 und 6,0.

Im Dünndarm stehen die enzymatischen Abbauvorgänge durch die Fermente von Pankreas und Darmsaft im Vordergrund, wogegen bakterielle Verdauungsvorgänge eine untergeordnete Rolle spielen. Der pH im Jejunum und kranialen Ileum bewegt sich zwischen 6,7 und 6,9.

Im kaudalen Ileum (pH 7,5) kommt es zu einem starken Ansteigen des Bicarbonates, das anschließend im Caecum als Puffer dient (Alexander, 1962).

Wenn man fragt, wie weit die Nahrung verdaut ist, wenn sie vom Ileum ins Caecum kommt, so kann diese Frage wegen der Entmischung von Nahrungsbrei und Indikator nicht mit der gewünschten Genauigkeit beantwortet werden.

Die mit «c» bezeichneten Säulen in Abb. 6 zeigen, im Durchschnitt von 7 Pferden, wieviel Prozent der Rohnährstoffe nach der Dünndarmpassage im Caecuminhalt bereits resorbiert sind. Da der Nahrungsbrei schon eine Weile im Caecum war, sind diese Werte sicher etwas zu hoch. Die Nettoresorption der Rohnährstoffe liegt also nach Dünndarmpassage zwischen den sehr ungenauen Ileumwerten und den recht brauchbaren Caecumwerten. Am zuverlässigsten sind die Zahlen vom Fistelpferd, da man hier während längerer Zeit reichlich Ileum- und Caecuminhalt nehmen konnte.

Die *leicht angreifbaren Proteine* werden im Dünndarm verdaut und resorbiert, es sind dies etwa $^2/_3$ des verdaulichen Rohproteins. Die *Fette* werden quantitativ im Dünndarm ohne vorherige Hydrierung gespalten und resorbiert, was auch den hohen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren im Pferdedepotfett

erklärt. Alexander und Chowdhury (1958) konnten im kaudalen Ileum keine Lipaseaktivität mehr nachweisen; Hertel (1969, 1970) fand im Ileum die höchste Nettoresorption von Rohfett, nachher sinkt diese wieder, was vorwiegend einer bakteriellen Fettsynthese zuzuschreiben ist (Holasek, 1954).

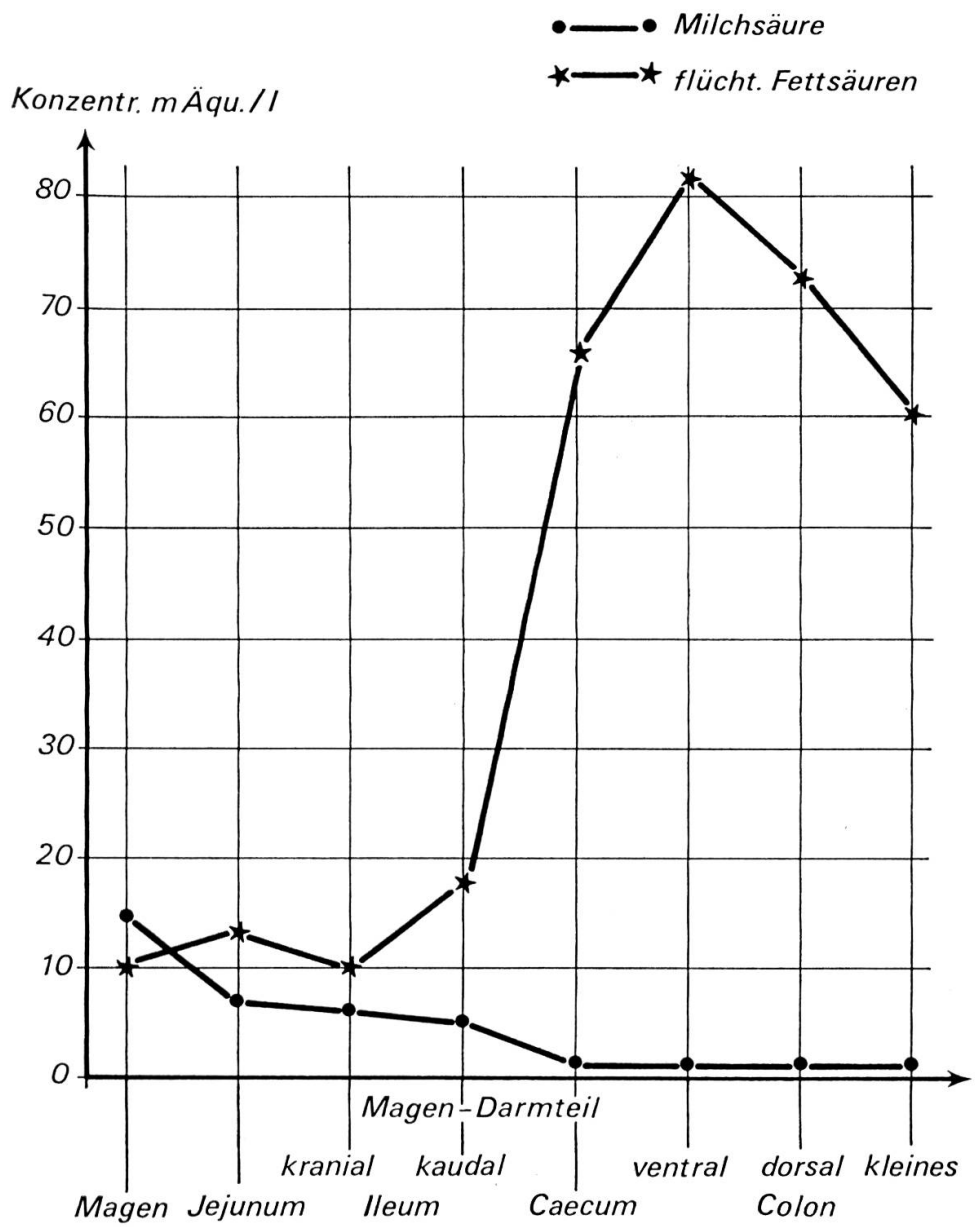

Abb. 5 Konzentration der Milchsäure und der flüchtigen Fettsäuren im Verdauungstrakt von sechs Pferden (nach Alexander und Davies, 1963)

Die *löslichen Kohlenhydrate* werden im Dünndarm größtenteils zu Glucose abgebaut und als solche resorbiert. Von den N-freien Extraktstoffen werden etwa $^4/_5$ im Dünndarm verdaut.

Die *Rohfaser* gelangt völlig unverdaut ins Caecum. So konnten Scheunert und Krzywanek (1929) die gesamte Rohfasermenge einer Ration im Darm

bis zum Ileum wiederfinden. Wegen der Entmischung von Futter und Indikator kam es bei unseren Versuchen im Magen und Dünndarm zu einer Anreicherung der Rohfaser und damit zu negativen Verdaulichkeitswerten (Abb. 6/III, a, b). Als Faustzahl kann gelten, daß etwa $^2/_3$ *der verdaulichen organischen Substanz* im Dünndarm abgebaut und resorbiert werden.

Nach röntgenologischen Untersuchungen von Hill (1952) tritt die Hauptmasse einer Mahlzeit nach 5–6 Stunden in den Blinddarm ein und verläßt 18–24 Stunden später das Caecum wieder.

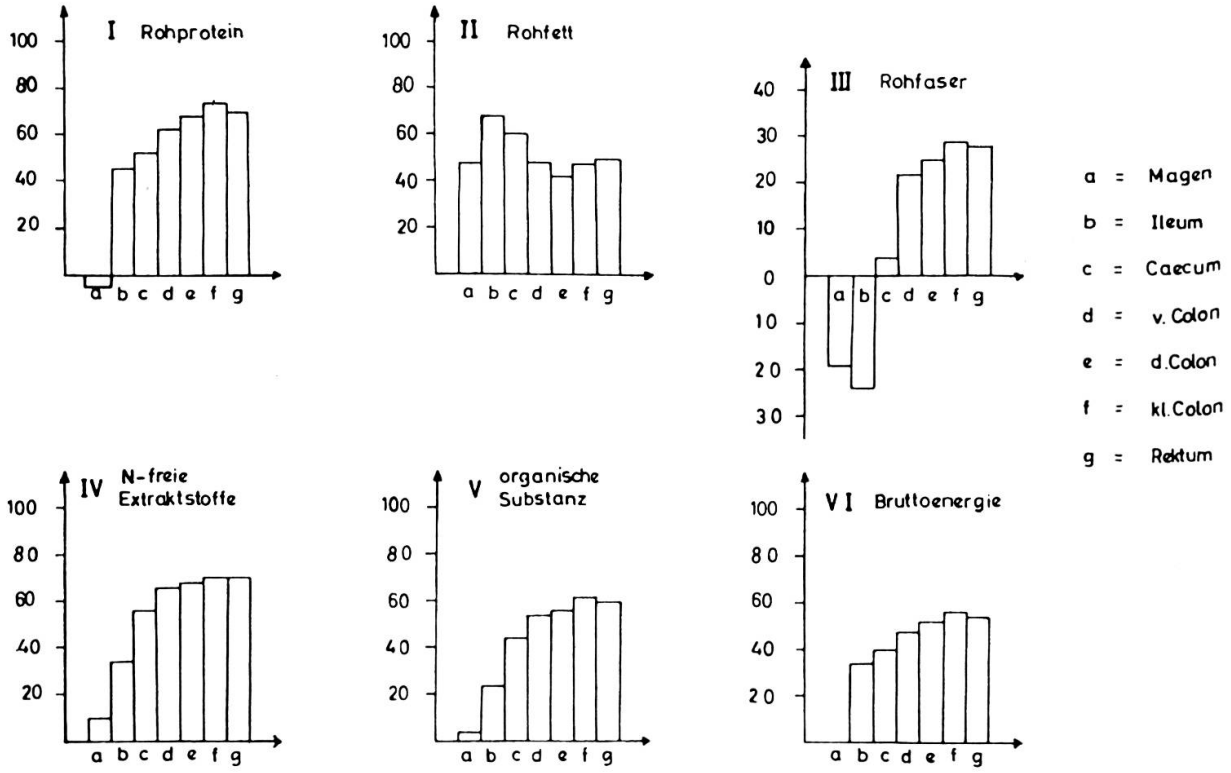

Abb. 6 Verdaulichkeit der Rohnährstoffe in % der Futterrohnährstoffe in den einzelnen Darmabschnitten (Durchschnittswerte von 7 Versuchspferden – nach Hertel et al., 1970)

Im Caecum und Colon findet man eine üppige Bakterien- und Infusorienbesiedelung. Die Infusorienarten von Caecum und ventralem Colon sind weitgehend gleich, mit Blepharocorys uncinata und Cycloposthium bipalmatum als wichtigsten Vertretern. Davon unterscheidet sich deutlich die Infusorienfauna des dorsalen Colons mit Bundleiea postciliata als vorherrschender Art (Adam, 1951; Geyer und Drepper, 1973).

Im Caecum und Colon wird die *Cellulose* von cellulolytischen Bakterien zu flüchtigen Fettsäuren abgebaut (Abb. 5). Nach Elsden (1946) sind davon 67% Essigsäure, 19% Propionsäure und 14% Buttersäure.

Trotz der hohen Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Caecum und großen Colon liegt der pH zwischen 6,7 und 6,9, da im Caecum und ventralen Colon das Bicarbonat als Puffer dient und im dorsalen Colon der hohe Phosphatspiegel für die Pufferung verantwortlich ist (Alexander, 1972). Wie

Barcroft (1944) zeigen konnte, erfolgt im Caecum und Colon eine weitgehende Resorption der flüchtigen Fettsäuren. Die Cellulolyten des Pferdes sind nach Alexander (1952) aktiver als diejenigen im Pansen des Rindes. Alexander stellte an Cellulosefäden fest, daß die cellulolytische Aktivität vom Caecum über das ventrale Colon zum dorsalen Colon hin abnimmt.

Die *Proteinverdauung im Dickdarm* ist noch weitgehend ungeklärt. Durch Bakterien und Infusorien findet eine Proteinsynthese im Caecum und Colon statt. So konnte Altmann (1969, 1970) feststellen, daß das wahre Protein im Nahrungsbrei des Ileums die geringste Wertigkeit hatte und daß die Proteinwertigkeit im Inhalt des Caecums und der folgenden Darmabschnitte meist über derjenigen des Futterproteins lag.

Beim Wiederkäuer wird das in den Vormägen synthetisierte Mikrobenprotein durch die «körpereigenen» Enzyme von Magen, Pankreas und Dünndarm aufgeschlossen. Da beim Pferd das höherwertige Mikrobenprotein erst im Caecum und großen Colon entsteht, muß im Dickdarm auch noch eine Spaltung und Resorption dieser Eiweiße erfolgen, wenn diese nicht nutzlos wieder ausgeschieden werden sollen. In orientierenden Untersuchungen fand Engelbart (1968) im bakterienhaltigen Dickdarmsaft von Schlachtpferden proteolytische Aktivitäten, die vom Caecum über das ventrale Colon zum dorsalen Colon zunahmen und an das Vorhandensein von Zellen, insbesondere von Bakterien, gebunden waren. Zellfrei filtrierte Dickdarmflüssigkeit zeigte keine proteolytische Aktivität. Außerdem sah Slade (1971), daß N_{15} markiertes Mikrobenprotein im Caecum resorbiert wurde.

Grob vereinfacht kann gesagt werden, daß die Celluloseverdauung vom Caecum über das ventrale Colon zum dorsalen Colon abnimmt und daß dagegen die Eiweißverdauung in Richtung auf das dorsale Colon zunimmt.

Nach Slade et al. (1970) kann das Pferd im Dickdarm auch *Nichtproteinstickstoff* in Form von Harnstoff zur Eiweißsynthese verwenden, und zwar um so mehr, je weniger Eiweißstickstoff angeboten wird. Alexander und Davies (1963) fanden im Colon höhere Harnstoffkonzentrationen als in den übrigen Darmteilen, weshalb Slade (1970) vermutet, daß endogener Stickstoff, ähnlich wie im Pansen des Rindes, durch die Wand des Pferdecolons ins Lumen gelangt.

Es ist noch unsicher, welche Harnstoffmengen für Pferde verträglich sind.

So wurde von Ratliff (1963) und Rusoff (1965) in zwei Versuchsreihen nur beobachtet, daß 250 g Harnstoff pro erwachsenes Pferd und Tag über Monate ohne Schaden vertragen wurden. Andererseits konnte Hintz (1968) 8 nüchterne Ponys (von 100 bis 150 kg Gewicht) mit 450 g Harnstoff innerhalb von wenigen Stunden töten.

Die Funktionen des Caecums können offensichtlich stellvertretend vom ventralen Colon übernommen werden.

In diese Richtung weist eine persönliche Mitteilung von Steyn (1968), der bei einem Unfallpferd den Blinddarm bis auf einen kleinen Rest des Blinddarmkopfes resezierte (Steyn, 1966) und sah, daß das Pferd auch 1½ Jahre später in guter Kondition zum Reiten und als Zuchthengst verwendet wurde.

Die Verdauung der Rohnährstoffe ist im Schema der Abb. 7 kurz zusammengefaßt:

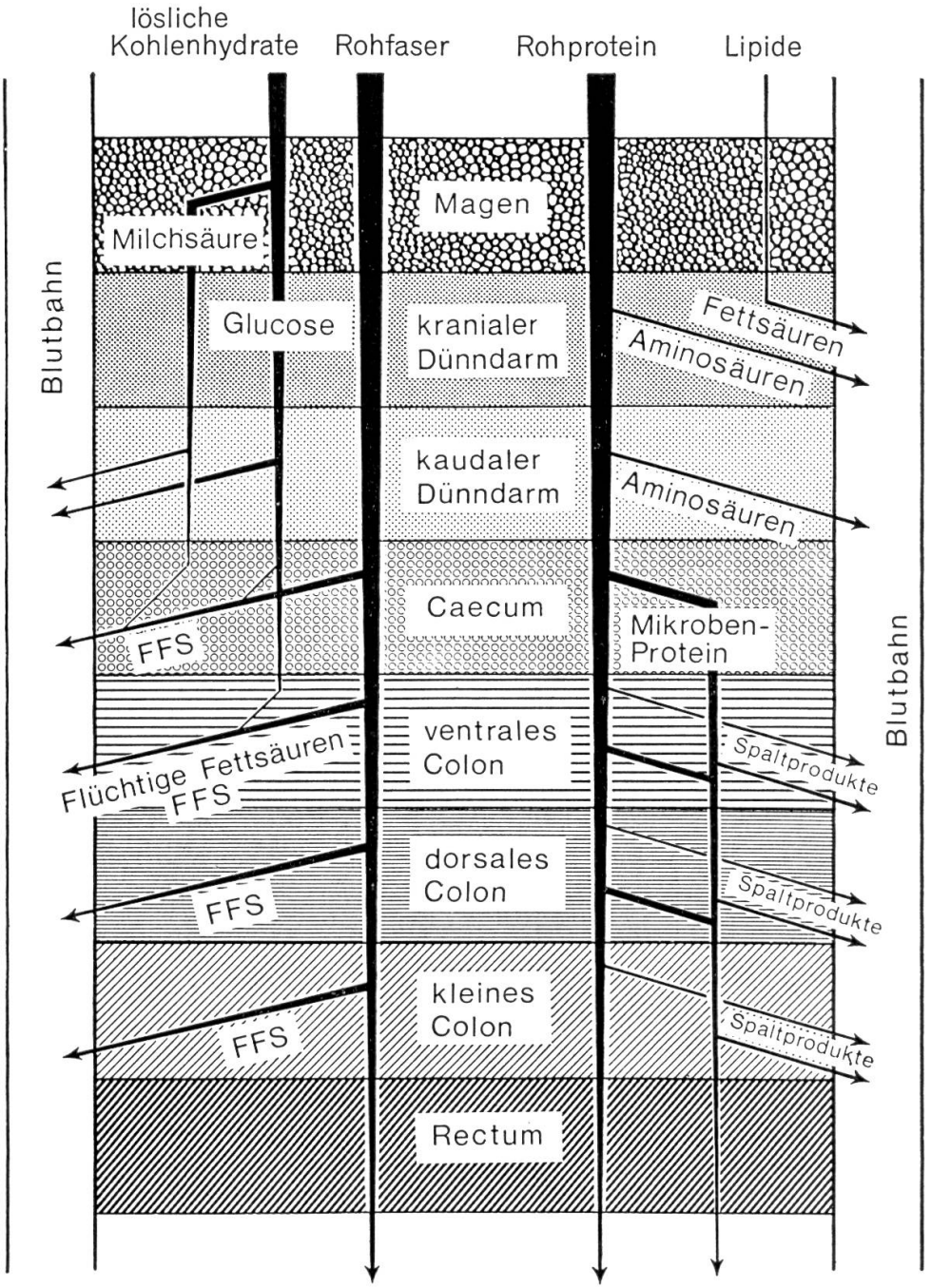

Abb. 7 Mögliche Verdauungsvorgänge beim Pferd (modifiziert nach Alexander, 1963)

Die *löslichen Kohlenhydrate* werden auf zwei Wegen abgebaut: Ein Teil wird im Magen von Milchsäurebakterien vergoren, die entstandene Milchsäure wird vor allem im Dünndarm resorbiert. Milchsäurereste, die ins Caecum gelangen, werden hier sofort zu flüchtigen Fettsäuren umgebaut und als solche

resorbiert. Der andere Teil der löslichen Kohlenhydrate wird vor allem durch Amylasen und Disaccharidasen im Dünndarm zu Glucose gespalten und resorbiert; der Rest der löslichen Kohlenhydrate kommt in den Dickdarm und wird dort zu flüchtigen Fettsäuren vergoren.

Die *Rohfaser* gelangt unverdaut in den Dickdarm; hier wird die Cellulose von Bakterien zu flüchtigen Fettsäuren abgebaut, die dann in die Blutbahn gelangen.

Für den *Proteinabbau* sind folgende Wege möglich:

Die leicht spaltbaren Proteine werden im Dünndarm zu Aminosäuren abgebaut und resorbiert. Pflanzliches Protein, das in den Dickdarm eintritt, wird durch die Cellulosevergärung zum Teil von den umgebenden Inkrusten befreit. Das freigesetzte Protein kann entweder durch Proteasen direkt gespalten und resorbiert werden, oder es wird zur Synthese von Mikrobenprotein verwendet. Die höherwertigen Mikrobenproteine werden wiederum zu einem erheblichen Teil durch Proteasen hydrolisiert und als Spaltprodukte resorbiert.

Die *Lipidverdauung* erfolgt quantitativ durch «körpereigene» Fermente im Dünndarm ohne vorherige Hydrierung der ungesättigten Fettsäuren.

G. Fütterungspraxis

Für die praktische Ernährung unserer Pferde kann folgendes gelten: Pferde können ohne weiteres über Monate nur mit pelletiertem Futter ernährt werden, wenn die Rationen ungefähr der geforderten Leistung angepaßt sind (vgl. auch Boulet, 1967). Von unseren 10 Versuchspferden erhielten 5 über 6 Monate lang nur Pelletfutter, wobei keine Kolik auftrat.

Bei alleiniger Pelletfütterung ist der Kot oft nicht geformt. Bei Pellets mit über 20% Rohfasergehalt beobachteten wir aber normale Kotballen.

Die Umstellung von Rauhfutter auf Pellets kann rasch, innerhalb weniger Tage, erfolgen; einige unserer Pferde wurden sogar plötzlich von Rauhfutter auf Pellets umgestellt, ohne daß Verdauungsstörungen auftraten.

Die Pellets der in Tab. 1 angegebenen Zusammensetzung wurden von unseren Versuchspferden gern und rasch gefressen. Wie auch Schell (1967) an einem großen Pferdematerial feststellte, sind die Tiere bei Pelletfütterung ohne jede Rauhfuttergabe oft zuwenig beschäftigt und beknabbern alle möglichen Gegenstände ihrer Umgebung, insbesondere Holz. Eine ausreichende Beschäftigung durch die Futteraufnahme ist aber bei Pferden, die wenig arbeiten, auch aus verhaltensphysiologischen Gründen zu fordern (Isenbügel, 1973). Bei ausschließlicher Pelletfütterung entstehen wegen der geringeren Kauarbeit auch leicht Spitzzähne. Die aufgeführten Nachteile (mangelnde Beschäftigung und Spitzzähne) sind gut zu beheben, wenn man neben den Pellets täglich mindestens 2 kg Rauhfutter als Heu oder Stroh verabreicht.

Schatzmann und Straub (1973) verfütterten drei in der Schweiz handelsübliche Pferdewürfel zusammen mit Stroh und sahen bei ihren Versuchen von je 2 Monaten Dauer, daß die Lecksucht der Tiere im allgemeinen nur an-

fänglich, während der Eingewöhnungszeit, auftrat oder, wie bei einer der Pelletrationen, durch Zugaben von Kochsalz behoben werden konnte.

Die Fütterung mit Pellets ist einfach, sauber und zeitsparend. Die verminderte Staubentwicklung von Preßfutter gegenüber Heu hat nach Schatzmann und Straub (1973) einen günstigen Einfluß auf den Gesundheitszustand lungenkranker Pferde.

Tab. 5 Vermutlicher täglicher Bedarf für erwachsene Sportpferde von ca. 500 kg Körpergewicht (in Anlehnung an Drepper, 1973)

	Erhaltung	Arbeit		
		leicht	mittel	schwer
TDN*, kg	4,0	5,0	6,0	7,0
verdauliches Rohprotein, kg	0,35	0,35	0,40	0,50
Ca, g	30	30	30	30
P, g	20	20	20	20
NaCl**, g	25	30	40	60
Vit. A, I.E.	25 000	25 000	25 000	25 000
Vit. D, I.E.	5 000	5 000	5 000	5 000
Eisen (Fe), mg	500	500	500	500

* Total Digestible Nutrients = verdauliches Rohprotein + verdauliches Rohfett × 2,25 + verdauliche N-freie Extraktstoffe + verdauliche Rohfaser.

1 kg TDN = 4410 kcal verdaulicher Energie.

Nach Absprache mit der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) sollen die Bedarfszahlen des Pferdes in «TDN» sowie in «verdaulicher Energie» und nicht mehr in Stärkeeinheiten angegeben werden.

** Mehrbedarf für Arbeit am besten über Lecksteine zu decken.

Die Pelletfütterung ist nach meiner Meinung eine gute Möglichkeit zur Verabreichung des Leistungsfutters. Tab. 5 zeigt die vermutlichen Bedarfszahlen für Pferde. Man sollte die Leistungsfütterung des Pferdes nicht mehr allein mit Getreide betreiben, sondern je nach Leistung des Pferdes entsprechende Futtermittel mahlen, mischen und pelletieren. Dabei wäre es sehr wünschenswert, daß bei solchen Mischfuttern nicht nur der Rohnährstoffgehalt, sondern auch der prozentuale Anteil der einzelnen Futtermittel sowie der Gehalt an Mineralstoffen und Vitaminen angegeben würde. Die Beobachtungen von Schatzmann und Straub (1973) über gelegentlich auftretende Intoxikationserscheinungen bei Verfütterung der drei in der Schweiz am meisten verkauften «Pferdealleinfutter» zeigen ebenfalls die Notwendigkeit, neben dem Rohnährstoffgehalt die Mengen der enthaltenen Futtermittel sowie der Vitamine und Mineralstoffe bei pelletiertem Pferdefutter klar zu deklarieren.

Durch Kauarbeit und Verdauungssäfte zerfallen die Pellets, und die vermahlenen Futtermittel bieten eine große Angriffsfläche für die Verdauungsfermente. Der Nahrungsbrei verweilte bei unserem Pelletfutter etwa gleich lang

im Magen-Darm wie bei Rauhfuttergaben. Pelletiertes Futter ist wenig voluminös, die Heubäuche können so vermieden werden.

Für Hochleistungspferde können ausreichende Nährstoffmengen in konzentrierter, leicht verdaulicher Form angeboten werden, wodurch man die Verdauungsvorgänge noch mehr in den Dünndarm vorverlegen kann, damit dem Pferd rasch Energie zur Verfügung steht, und der Dickdarm außerdem entlastet wird.

Die objektive Prüfung eines Pferdeleistungsfutters ist aber zurzeit wegen der fehlenden Leistungskriterien noch als ungelöstes Problem zu betrachten.

Die Herstellung von Futterbriketts, zu welchen grobzerhacktes Rauhfutter eventuell mit feinzermahlenen Schroten und Bindemitteln zusammengepreßt werden, ist als weitere Möglichkeit moderner Pferdefütterung anzusehen (Claus, 1972). Wegen der grobstrukturierten Bestandteile und der Härte dieser Briketts sind die Pferde bei dieser Fütterungsart durch Kauarbeit mehr beschäftigt als bei alleiniger Pelletfütterung.

Abschließend sei nochmals betont, daß das Pferd trotz seiner schnellen Nahrungspassage ein besserer Futterverwerter ist, als allgemein geglaubt wird, und lediglich in der Rohfaserverdauung das Rind nicht erreicht.

Zusammenfassung

Es wird über Rohnährstoffbilanzen beim Pferd berichtet, die nach der Kollektionsmethode oder mit Hilfe eines unverdaulichen Indikators (Hostalen) erstellt wurden. Die Rohfaser wird beim Pferd zu etwa ⅓ weniger verdaut als beim Rind, die Verdaulichkeit der übrigen Rohnährstoffe entspricht weitgehend den beim Rind geltenden Werten. Die Verdauungsvorgänge in den einzelnen Magen-Darm-Abschnitten des Pferdes werden besprochen und Hinweise für die Fütterungspraxis, insbesondere mit Pelletfutter, gegeben.

Résumé

Le bilan des matières premières nutritives chez le cheval est exposé, il a été effectué selon la méthode collectrice ou à l'aide d'un indicateur indigeste (Hostalène). Le cheval digère les fibres brutes moins bien que le bovin, soit un tiers en moins. La digestibilité des autres matières brutes correspond sensiblement aux valeurs chez le bovin. Le processus de la digestion dans les différentes portions du tractus gastro-intestinal du cheval est exposé et des indications pratiques pour l'alimentation sont discutées, en particulier pour l'alimentation aux «bouchons».

Riassunto

Si discute sui bilanci delle sostanze alimentari gregge nel cavallo, preparati con il metodo della collezione o con l'aiuto di un indicatore non digeribile (Hostalen). La fibbra greggia nel cavallo viene digerita circa un terzo in meno che nel bovino. La digeribilità delle altre sostanze alimentari gregge corrisponde in generale ai valori validi per il bovino. I processi digestivi nei diversi settori del tratto gastrointestinale del cavallo sono discussi e sono date indicazioni per l'alimentazione pratica, specialmente con foraggi pellettati.

Summary

An account is given of the balances of raw materials for feeding-stuffs for the horse, as put together either by the collection method or with the aid of an undigestible indi-

cator (Hostalen). The raw fibres are digested about one-third less by horses than by cattle, whereas the digestibility of the other raw materials in the feeding-stuffs correspond largely to the values found among cattle. The digestive processes in the different sections of the horse's stomach and intestines are discussed and advice is given on feeding, especially with regard to pelletted feed.

Literatur

Adam K.M.G.: The quantity and distribution of the ciliate protozoa in the large intestine of the horse. Parasitology *41*, 301 (1951). – Alexander F.: The rate of passage of food residues through the digestive tract of the horse. J. comp. Path. *56*, 266–268 (1946). – Alexander F.: Some functions of the large intestine of the horse. Quart. J. exp. Physiol. *37*, 205–214 (1952). – Alexander F. and Chowdhury A.K.: Enzymes in the ileal juice of the horse. Nature *181*, 190 (1958). – Alexander F.: The concentration of certain electrolytes in the digestive tract of the horse and pig. Res. vet. Sci. *3*, 78–84 (1962). – Alexander F.: Digestion in the horse. Progress in nutrition and allied sciences, S. 259–268, Oliver and Boyd Edinburgh-London 1963. – Alexander F. and Davies M.E.: Production and fermentation of lactate by bacteria in the alimentary canal of the horse and pig. J. Comp. Path. *73*, 1–8 (1963). – Alexander F.: Certain aspects of the physiology and pharmacology of the horse's digestive tract. Equine vet. J. *4*, 166 bis 169 (1972). – Altmann H.J.: Untersuchungen über Stickstoffverbindungen im Verdauungstrakt von Schlachtpferden. Diss. Freie Universität Berlin 1969. – Altmann H.J., Hertel J. und Drepper K.: Ernährungsphysiologische Untersuchungen beim Pferd. III. Untersuchungen über die Proteinwertigkeit im Magen-Darm-Trakt von Schlachtpferden. Z. Tierphysiol. *26*, 244–252 (1970). – Barcroft J., McAnnally R.A. and Phillipson A.T.: J. exp. Biol. *20*, 120 (1944). – Boulet D.: Contribution à l'étude de l'alimentation du cheval de sport. Diss. Alfort 1967. – Claus H.G.: Möglichkeiten der Grünfuttertrocknung. Der Tierzüchter *24*, 716–717 (1972). – Drepper K.: Persönliche Mitteilung, 1973. – Elsden S.R., Hitchcock M.W.S., Marshall R.A. and Phillipson A.T.: Volatile acid in the digesta of ruminants and other animals. J. exp. Biol. *22*, 191–202 (1946). – Engelbart W.: Persönliche Mitteilungen, 1968. – Geyer H., Drepper K. und Engelbart W.: Ernährungsphysiologische Untersuchungen beim Pferd. I. Nährstoffbilanzen. Z. Tierphysiol. *26*, 163–169 (1970). – Geyer H. und Drepper K.: Mikrobielle Einwirkungen auf die Verdauung beim Pferd. In: Giesecke-Henderickx: Biologie und Biochemie der mikrobiellen Verdauung, S. 293–302. BLV Verlagsgesellschaft München-Bern-Wien 1973. – Haenlein C.F.W., Smith R.C. and Yoon Y.M.: Determination of the fecal excretion rate of horses with chromic oxide. J. Anim. Sci. *25*, 1091–1095 (1966). – Hertel J.: Untersuchungen über Rohnährstoffe, Bruttoenergie und verfügbares Lysin im Verdauungstrakt von Schlachtpferden. Diss. Freie Universität Berlin 1969. – Hertel J., Altmann H.J. und Drepper K.: Ernährungsphysiologische Untersuchungen beim Pferd. II. Rohnährstoffuntersuchungen im Magen-Darm-Trakt von Schlachtpferden. Z. Tierphysiol. *26*, 169–174 (1970). – Hill H.: Die Motorik des Verdauungskanals bei den Equiden mit besonderer Berücksichtigung des Röntgenbildes. Habilitationsschrift Hannover 1952. – Hintz H. and Loy R.G.: Effects of pelleting on the nutritive value of horse rations. J. Anim. Sci. *25*, 1059–1062 (1966). – Hintz H.F., Lowe J.E. and Schryver, H.F.: A critical investigation into protein supplements and nitrogen metabolism in horses. Proc. 15th Ann. Conv. of Am. Ass. of Equine Practitioners, Houston, S. 151–158 (1969). – Holasek H. (1954): zit. nach Hertel et al. (1970). – Isenbügel E.: Persönliche Mitteilung, 1973. – Lenkeit W.: zit. nach Kolb E. (1967). – Klapp E.: Weide und Rauhfutter in der Ernährung des Vollblutpferdes. Wiss. Vorträge 1961, S. 28–37. Direktorium für Vollblutzucht und Rennen, Köln-Weidenpesch 1961. – Kolb E.: Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. Fischer Jena 1967. – Mangold E.: Die Verdauung bei den Nutztieren. Akademie-Verlag Berlin 1950. – Nickel R., Schummer A. und Seiferle E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band II, 2. Aufl. Parey Berlin-Hamburg 1967. – Neumann-Kleinpaul K., Zeller R. und Jacob K.: Einseitige Haferfütterung und ihre Folgen. Zbl Veterinärmed. *1*, 682–695 (1954). – Olsson N. und Ruudvere A.: Nutr. Abstracts and Reviews *25*, 1 (1955). – Ratliff F.D., King R.K. and Reynolds J.B.: The effect of urea in rations for horses. Vet.-med. *58*, 945-946 (1963). – Rusoff L.L., Lauk R.B., Spillmann B.S. and Elliot H.B.: Nontoxicity of urea feeding to horses. Vet.-med. *60*, 1123–1126 (1965). – Schatzmann U. und Straub R.: Erfahrungen mit der heulosen Pferdefütterung. Schweiz. Kavallerist, 63. Jahrgang, 8. Juni 1973, S. 30. – Schell F.G.: Experiences with a complete pelletized horse feed. Proc. 13th Ann. Conv. of Am. Ass. of Equine Practitioners, New Orleans, S. 51–63 (1971). – Scheunert A. und Krzywanek F.W.: Die Verdauung des Pferdes. In: Mangold E.: Hand-

buch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere, Band 2, S. 237. Springer Berlin 1929. – Scheunert A. und Schattke A.: Der Ablauf der Magenverdauung des normal gefütterten und getränkten Pferdes. Fischer Jena 1913. – Slade L.M., Robinson D.W. and Casey K.E.: Nitrogen metabolism in nonruminant herbivores. I. The influence of nonprotein nitrogen and protein quality on the nitrogen retention of adult mares. J. Anim. Sci. *30*, 753–760 (1970). – Slade L.M., Bishop R., Morris J.G. and Robinson D.W.: Digestion and absorption of 15-N-labelled microbial protein in the large intestine of the horse. Br. vet. J. *127*, 11–13 (1971). – Steyn D.G.: Typhlectomy in a horse. J.S. Afr. Vet. med. Ass. *37*, 440–442 (1966). – Steyn D.G.: Persönliche Mitteilung, 1968. – Vander Noot G.W., Symons L.D., Lydman R.K. and Fonnesbeck P.V.: Rate of passage of various feedstuffs through the digestive tract of horses. J. Anim. Sci. *26*, 1309–1311 (1967).

REFERATE

Die Vakzination gegen Tollwut in Frankreich. Von B. Toma. Recueil de méd. vét. *149*/4, 445–453 (1973).

Durch die Vakzination ist der Anteil an Tollwut beim Rind von 27,4% aller befallenen Haustiere im Jahr 1971 auf 13% 1972 gesunken. In Beständen der Departemente Meurthe und Moselle wurden bei 6900 Rindern, die nicht vakziniert waren, 27 Fälle von Tollwut konstatiert, währenddem bei 2300 vakzinierten im gleichen Zeitraum kein Fall auftrat.

Die Vakzination der Hunde ist zwar nicht absolut sicher, vermindert aber das Risiko des Ausbruchs der Krankheit nach Biß durch ein krankes Wildtier sehr stark. Da die Vakzination der Wildtiere, besonders des Fuchses, zwar theoretisch wünschbar, aber praktisch nicht durchführbar ist, bleibt die Reduktion des Fuchsbestandes die einzige Methode der Verminderung der Tollwutfälle.

A. Leuthold, Bern

Konservative und chirurgische Behandlung der Hufbeinfraktur. Von H. Pettersson. Proceedings of the 18th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 1972, 183–192.

Die Prognose der Hufbeinfraktur ist bekanntlich immer zweifelhaft. Der Verfasser hat in den Jahren 1955–1972 unter 10000 an der Klinik in Helsingborg wegen Lahmheit untersuchten Pferden 37 Hufbeinfrakturen gefunden. Davon waren 19 extraartikulär, 18 gingen ins Hufgelenk. Die konservative Therapie bestand in Ruhe in der Boxe, 3–6 Monate, z.T. mit Gipsverband, z.T. mit Spezialbeschlag und scharfer Friktion an der Krone. Von den extraartikulären Frakturen heilten 16 = 84% mit späterer z.T. mehrjähriger Verwendung in Rennen. Von den intraartikulären heilten alle 6, die unter 3 Jahren waren, ebenfalls, eines davon gewann später 379000 Kronen in Trabrennen. Für Pferde über 3 Jahren war der Erfolg weniger gut. 2 von 6 Fällen mußten wegen dauernder Lahmheit nach mehr als 12 Monaten geschlachtet werden, eines wurde auf Begehren des Eigentümers 1 Tag nach dem Unfall geschlachtet, die übrigen 3 konnten später nur noch zur Zucht verwendet werden. Ab 1970 wurden ältere Pferde mit einer Zugschraube behandelt. Die Operation geschah 2 Tage bis 6 Monate nach der Fraktur. Alle 6 operierten Pferde heilten innert 1½–6 Monaten p.op. vollkommen ab. Die Schraube mußte wegen Knochenatrophie um deren Kopf nach 4–12 Monaten wieder entfernt werden. Schluß: Alle nicht intraartikulären Hufbeinfrakturen heilen konservativ, von den artikulären nur solche bei Pferden unter 3 Jahren. – (Die Technik der Osteosynthese am Hufbein wurde in unserer Zeitschrift 1972 von Dubs beschrieben.)

A. Leuthold, Bern