

Einfluß von Fetten auf die Futteraufnahme sowie mikrobielle Umsetzungen im Magen und Dünndarm des Pferdes

Elisabeth Landes und H. Meyer

Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule Hannover

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung sollte die Akzeptanz fettreicher Krippenfuttermittel sowie mögliche Auswirkungen auf die mikrobielle Aktivität im Magen-Darmkanal des Pferdes überprüft werden. Dazu wurde bei 3 jejunumfistulierten und 2 intakten Ponys nach einer fettarmen Kontrollration (Hafer, Heu) dem Hafer verschiedene Fettarten (je 10 % Sonnenblumenöl, Schweineschmalz bzw. Rindertalg) zugemischt (Fettgehalt der Gesamtration: 8 %). Anschließend wurde die Aufnahmedauer, verschiedene indirekte Parameter mikrobieller Aktivität (Laktat, flüchtige Fettsäuren, pH-Wert im Chymus; H_2 , CH_4 in der Exhalationsluft) sowie die Aktivität von Lipase und Amylase im Dünndarmchymus erfaßt.

Folgende Ergebnisse wurden erzielt: Die Zulage von Fett bewirkte eine deutliche Verzögerung der Futteraufnahme (Verdopplung der Freßdauer). Die Lipaseaktivität im Chymus erreichte rund 70 U/g; eine Steigerung war durch die Zulage von Sonnenblumenöl nicht zu erkennen. Während der Fettgehalt im Jejunumchymus bei fettarmer Fütterung (Hafer, Heu) rund 20 g/kg Trockenmasse betrug, wurden nach Fütterung von Öl bis zu 56 g/kg (7 h ppr.) gemessen. Postprandial stiegen die Laktatgehalte im Chymus sowohl nach Aufnahme der Kontrollration als auch nach Zulage von Sonnenblumenöl an, wobei die höchsten Gehalte 5 h ppr. (Kontrolle) bzw. 7 h ppr. (nach Fettfütterung) auftraten. Insgesamt bewirkte die Ölzulage eine signifikante Reduktion der Laktatgehalte im Chymus. Zwischen der Laktatkonzentration (x ; mmol/l) und dem pH-Wert (y) bestand eine signifikante Beziehung: $y=7,72-0,024x$; $r=-0,86$ **; $n=87$. Generell zeigte die Fettzulage keinen Effekt auf die Exhalation von H_2 , während bei CH_4 ein tendenzieller Rückgang zu erkennen war.

Schlüsselwörter: fettreiche Krippenfutter, Futteraufnahmedauer, mikrobielle Aktivität im Dünndarm, Lipase

Influence of fat on feed intake and microbial activity in the stomach and small intestine in the horse

In 5 horses (3 fitted with permanent fistulas in the jejunum and 2 without fistulas) the acceptance and effects on microbial activity in the intestinal tract of concentrates containing high amounts of fat were investigated. After a control ration with oats and hay, different types of fat (10 % of sunfloweroil, pigfat or tallow) were mixed to the concentrate so that the fat content in the complete rations was 8 %. The feeding time and different parameters of microbial activity in the chyme (lactate, volatile fatty acids, pH) and in the exhalation (H_2 and CH_4) were measured.

The following effects were obtained: The addition of fat causes a much longer feeding time, about twice the time of the control ration. The activity of lipase in the chyme was about 70 U/g, feeding oil had no effect on the activity of lipase. Fat content in the chyme which was 20 g/kg dry matter in the control increased after supplementation of oil up to 56 g/kg 7 h postprandial. Postprandial lactate in the chyme increased in the control diet and also after the addition of oil with maxima 5 h ppr. (control) and 7 h ppr. (with oil), resp. Generally significant lower concentrations of lactate in the jejunal chyme were observed with additional oil. Between lactate (x ; mmol/l) and pH value (y) a significant correlation exists: $y=7.72-0.02x$; $r=-0.86$ **; $n=87$. Fat supplementation had no effect on H_2 , whereas a slight reduction of CH_4 in the exhalation air was seen.

keywords: concentrates with high amounts of fat, feeding time, microbial activity in the small intestine, lipase

Einleitung

Obwohl das Pferd mit der natürlichen Nahrung (Gras, Heu, Stroh) nur wenig Fett aufnimmt, werden besonders bei Hochleistungstieren häufiger fettreiche Rationen eingesetzt. Dieses bietet zum einen den Vorteil, durch eine hohe Energiedichte den Tieren auch mit moderaten Futtermengen ausreichend Energie zur Verfügung stellen zu können. Weiterhin wird vermutet, daß durch eine Dämpfung einer überhöhten mikrobiellen Aktivität im Magen-Dünndarmbereich das Risiko von Dysbiosen, die sich nach Aufnahme hoher Stärkemengen ergeben können (Meyer und Landes 1994), reduziert werden kann (Flothow 1994). Nach Praxisbeobachtungen soll nach Fettfütterung auch die Kolikinzidenz abnehmen (Frape 1994).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Auswirkungen unterschiedlicher Fettzulagen zu einem stärkereichen Krippenfutter auf die Akzeptanz des Futters sowie auf die mikrobielle Aktivität im Darmtrakt anhand indirekter Parameter (Laktat, flüchtige Fettsäuren im Dünndarmchymus sowie H_2 - und CH_4 -Exhalation) zu überprüfen. Gleichzeitig wurde auch die Aktivität von Amylase und Lipase erfaßt.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen standen insgesamt 5 Ponys (126–293 kg Körpermasse [KM]) zur Verfügung, von denen 3

(Nr. 1–3) zur Gewinnung von Dünndarmchymus am Jejunumende mit einer Fistel versehen waren. Als Kontrollfutter wurde eine stärkereiche Ration mit Hafer und Heu angeboten; während der Prüfperioden wurden dem Hafer verschiedene Fettarten zugemischt, so daß sich eine homogene Mischung ergab. Die Rationsgestaltung ist in Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Pferde wurden 2 mal täglich im Abstand von 12 Stunden gefüttert; Wasser konnte ad libitum aufgenommen werden.

Tab. 1: Rationsgestaltung
Experimental diets

Futtermittel		morgens	abends
Hafer	(g/100 kg KM)	745	373 bzw. 186 ²⁾
Heu	"	187	187
Mineralfutter ¹⁾	"	30	
Viehsalz	"	2,4	
(↳Stärkeaufnahme	"	260	130 bzw. 65 ²⁾
zugesezte Fette:			
Sonnenblumenöl	(g/100 kg KM)	75	38
Schweineschmalz	"	75	38
Rindertalg	"	75	38

- 1) Horse Vital Plus, Eggersmann Futtermittelwerke GmbH, Rinteln
2) aufgrund von Akzeptanzproblemen wurde bei der Zulage von Fett die Hafermenge abends reduziert

Aus versuchstechnischen Gründen konnten nicht allen Tieren sämtliche Rationen angeboten werden. Während 5 Ponys die Kontrollration sowie anschließend die Sonnenblumenöl-Zulage erhielten, waren für die Prüfung der tierischen Fette nur 2 Tiere (Nr. 4 und 5) verfügbar.

Die Tiere wurden mindestens 10 Tage an die Kontrollration (Heu, Hafer) gewöhnt und anschließend für 3–5 Tage die in Tabelle 2 aufgeführten Parameter bestimmt. Die Umstellung auf die fettreichen Versuchsrationen erfolgte innerhalb von 1 bis 2 Tagen; mit der eigentlichen Probenentnahme wurde jedoch erst nach weiteren 7 Tagen begonnen.

Bei den fistulierten Tieren wurde 3, 5 und 7 Stunden nach Fütterungsbeginn die Jejunumfistel geöffnet und für eine Dauer von 15 Minuten der spontan abfließende Chymus aufgefangen. Falls die gewonnene Chymusmenge für die verschiedenen Analysen nicht ausreichte, wurde die Zeit für die Entnahme verdoppelt. Anschließend wurde die Probe gewogen und der pH-Wert gemessen. Eine Teilmenge wurde sofort für die Bestimmung der Enzyme (Amylase, Lipase) abgenommen. Nach Verdünnung des Chymusüberstandes mit Phosphatpuffer konnte die Amylaseaktivität mit PHADEBAS®-Tabletten gemessen werden, wobei durch α -Amylase aus unlöslichen, blau gefärbten Stärkederivaten lösliche Bruchstücke freigesetzt werden, die photometrisch erfaßbar sind. Ebenso wurde die Lipaseak-

tivität im Dünndarmchymus mit einem kommerziell erhältlichen Testkit (SIGMA; enzymatische Abspaltung einer Fettsäure von einem 1,2-Diglycerid. Das entstehende 2-Monoglycerid wird mit Hilfe gekoppelter Enzymreaktionen gemessen, bei denen Monoglyceridlipase, Glycerinkinase, Glycerinphosphatoxidase und Peroxidase als Katalysator wirken) kolorimetrisch ermittelt. Für Laktat wurde der Chymusüberstand mit Perchlorsäure enteiweißt; der Nachweis erfolgte enzymatisch mit Hilfe eines Photometers (Bildung von NADH und Messung bei 340 nm). Die Bestimmung der Gehalte an flüchtigen Fettsäuren wurde nach Zentrifugation und Zugabe von konzentrierter Ameisensäure und 4-Methylvaleriansäure (als innerer Standard) gaschromatographisch durchgeführt. Der restliche Chymus wurde gefriergetrocknet und danach die Trockensubstanz sowie der Rohfettgehalt nach den Vorschriften der Weender Futtermittelanalyse (Nehring 1972) bestimmt. Zur Gewinnung der Expirationsluft wurde ein modifiziertes Haldane-Priestley-Rohr aus Silikonkautschuk verwendet, das luftdicht mit einem Atembeutel verbunden war, der den Tieren über Maul und Nase gezogen wurde. Nach mehrmaliger ruhiger In- und Expiration wurde das Endexpirat mit Hilfe von feststellbaren Klemmen fixiert, mit einer gasdichten Spritze entnommen und unmittelbar danach in einen Gaschromatographen (Typ GC 14 A mit Wärmeleitdetektor, SHIMADZU) eingespritzt. Dort erfolgte die Trennung des Gasgemisches über Molekularsiebe bei 50 °C und 75 mA. Die Konzentration von H₂ und CH₄ wurde mit einem nachgeschalteten Integriator bestimmt; zur Kalibrierung dienten Prüfgase mit je 100 ppm Wasserstoff und Methan (MESSER-GRIESHEIM).

Tab. 2: Versuchsparameter

Experimental parameters

Parameter	Tiere mit Dünndarmfistel (Ponys 1–3)	Tiere ohne Fistel (Ponys 4 und 5)
Akzeptanz	•	•
<i>im Jejunumchymus</i>		
- Flußmenge	•	
- jejunoilealer Fettfluß	•	
- Fettgehalt	•	
- Lipase	•	
- Amylase	•	
- Laktat	•	
- flüchtige Fettsäuren	•	
- pH-Wert	•	
<i>Exhalation</i>		
- H ₂	•	•
- CH ₄	•	•

Die statistische Auswertung umfaßte die Standardabweichung als Maß für die Streuung, Korrelations- und Regressionsberechnungen zur Darstellung von Abhängigkeiten und Beziehungen und den t-Test nach *Student* zur Beurteilung von Mittelwertsdifferenzen. Die Signifikanzstufen wurden ab $p > 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse und Diskussion

Akzeptanz

Nach Zulage der verschiedenen Fette zum Hafer konnten z. T. deutliche Unterschiede in der Akzeptanz sowie in der Futteraufnahmedauer festgestellt werden (Tab. 3). Während die Tiere die Kontrollration innerhalb von rund 2 Stunden vollständig aufnahmen, war nach Zuteilung der Ration mit Sonnenblumenöl bei allen Tieren die Freßdauer deutlich verlängert; bei einem Tier mußten 4 Stunden nach Fütterungsbeginn Krippenfutterreste zurückgewogen werden. Die beiden Tiere, die Fette tierischer Herkunft erhielten, zeigten z. T. bereits in der Umstellungsphase erhebliche Akzeptanzprobleme. So nahm Pony Nr. 4 während der Umstellung auf Schweineschmalz 2 Tage lang nur geringe Heumengen und kein Krafftutter auf, gewöhnte sich aber anschließend an dieses Fett, so daß weder bei Zulage von Schweineschmalz noch bei Zulage von Rindertalg Futterreste zurückgewogen werden mußten. Anders verhielt sich Tier Nr. 5, das nur während der Umstellung das fettreiche Krafftutter vollständig aufnahm und während der Versuchsperioden sowohl bei Zusatz von Schweineschmalz als auch von Rindertalg regelmäßig Krippenfutter zurückließ, obwohl am Abend vorher die Krafftuttermenge reduziert war (Tab. 3).

Tab. 3: Durchschnittliche Futteraufnahmedauer (min.) und Krafftutterreste der Morgenmahlzeit. (Rückwaage [RW]; % der zuteilten Futtermenge) 4 h ppr
Average time of feed intake (min.) and remains of concentrate from offered morning feed. (residues in % of offered feeds) 4 h ppr

Pfd.- Nr.	Kontrolle		+ Sonnenblumenöl		+ Schweineschmalz		+ Rindertalg	
	min.	RW (%)	min.	RW (%)	min.	RW (%)	min.	RW (%)
1	80	0	190	0				
2	110	0	240	15				
3	125	0	205	0				
4	60	0	90	0	130	0	160	0
5	130	0	150	0	240	5	240	15 ¹⁾ (5-35)

1) Tier nahm an einem Versuchstag morgens kein Krafftutter auf; dieser Tag wurde nicht in die Berechnung einbezogen.

1) No feed intake in the morning; this day is not taken into account

Wie in den eigenen Untersuchungen beobachtete auch *Flothow (1994)* einen deutlichen Einfluß auf die Futteraufnah-

medauer nach Fütterung fettreicher Krippenfutter (von 60 auf rund 130 Minuten), wenn die Fettzulage (Sojaöl bzw. Kokosfett) in der Morgenmahlzeit von 0,5 g auf 1 g/kg KM gesteigert wurde. Übereinstimmend wurden ausgeprägte individuelle Unterschiede im Futteraufnahmeverhalten festgestellt. Einige Tiere fraßen das fettreiche Krippenfutter im Vergleich zur Kontrollration zwar langsamer, aber dennoch ohne Pausen, andere Pferde unterbrachen die Krafftutteraufnahme mehrmals.

Bowmann et al. (1979) haben in Präferenzversuchen die Akzeptanz von 10 verschiedenen Fettarten (Konzentration von 15 % im Krafftutter) beim Pferd verglichen und stellten fest, daß Maiskeimöl besonders gerne gefressen wird. Bei ausschließlichem Angebot von tierischen Fetten wurde Talg bevorzugt, während die Tiere nach Angebot von Mischungen aus pflanzlichen und tierischen Komponenten die Ration mit dem höchsten Linolsäuregehalt (hoher pflanzlicher Anteil) wählten. Beim Vergleich verschiedener pflanzlicher Fette wurde Erdnußöl nach Maiskeimöl am besten akzeptiert. Auch Kokosfett und Sojaöl wurden von Pferden ohne Probleme aufgenommen (*Pagan et al. 1993; Flothow 1994*).

Aus den eigenen und früheren Untersuchungen kann vorerst abgeleitet werden, daß das Futteraufnahmeverhalten der Pferde – bei stark individuellen Unterschieden – durch Fettzulagen beeinflusst wird. Dabei scheinen Aversionen durch den Geruch (die Tiere werden von der Aufnahme nicht sofort abgeschreckt) weniger bedeutungsvoll als der Geschmack oder eventuell auch Konsistenzigenschaften (Schwierigkeiten, das fettreiche Futter mit Speichel homogen zu durchtränken und abzuschlucken?). Langfristig könnte auch der höhere Energiegehalt des Futters (die Regulation der Futtermengenaufnahme durch den Energiegehalt des Futters ist allerdings beim Pferd nicht bewiesen) eine Rolle spielen.

Klinisches Bild

Der Gesundheitszustand der Pferde war während der Versuchsphasen unverändert, das Verhalten unauffällig. Ein besonderer Einfluß auf Haut und Haare wurde nicht beobachtet. In den Versuchsphasen im Sommer wiesen alle Ponys ein glattes, glänzendes Fell auf; im Herbst erfolgte ein normaler Haarwechsel.

Die makroskopisch beurteilte Kotkonsistenz war in allen Versuchsabschnitten unauffällig; die Kotballen waren geformt und typisch. Die Fettgehalte im Kot des Pferdes sind bei üblichen (fettarmen) Rationen niedrig und liegen < 5 % in der Kottrockensubstanz (*Günther 1984; Rottmann 1994*). Nach Fütterung der Rationen mit Zulage von Schweineschmalz sowie Rindertalg wurden dagegen deutlich höhere Gehalte ermittelt (Tab. 4).

Befunde im Chymus

– *Fettgehalt und anflutende Fettmengen im Jejunumchymus*
Im Vergleich zur Kontrollfütterung unterschieden sich die Fettgehalte im Dünndarmchymus der fistulierten Ponys

nach Zulage von Sonnenblumenöl zu allen Zeitpunkten (Tab. 5).

Tab. 4: Fett- und Trockensubstanzgehalt [TS] im Kot nach Fütterung verschiedener Fettarten (n=4).

Fat and dry matter (DM) content in the excrements after feeding different fats (n=4).

	+ Schweine-schmalz	+ Rinder-talg
Rohfettgehalt im Kot (g/kg TS)	108 ± 13	145 ± 13
Kot-TS (g/kg ursprüngl. Substanz)	292 ± 35	352 ± 49

Tab. 5: Postprandialer Verlauf der Rohfettgehalte im Chymus (g/kg TS). (Mittelwert von 3 Tieren und je 5 Versuchstagen).

Postprandial development of crude fat content in the chyme (g/kg DM). (Average data of 3 animals with 5 experimental days each.)

Ration	Zeitpunkt ppr.		
	3 h	5 h	7 h
Kontrolle (Hafer, Heu)	20 ± 6	26 ± 10	21 ± 8
Ölzulage (Hafer, Heu, Sonnenblumenöl)	29 ± 5***	36 ± 13*	56 ± 29***

* p<0,05; *** p<0,001

Während in der Kontrollfütterung die Fettgehalte im Dünndarmchymus im Tagesverlauf relativ gleichmäßig blieben, zeigte sich nach Zulage von Sonnenblumenöl ein kontinuierlicher Anstieg bis auf über 50 g/kg TS. Ähnlich wie bei Flothow (1994) ging dagegen der TS-Gehalt im Chymus tendenziell zurück (3 h ppr.: 5,81 ± 1,82 % nach Ölzulage bzw. 7,95 ± 2,43 % Kontrolle). Flothow (1994) beschrieb nach Fütterung von 1 g Sojaöl bzw. Kokosfett pro kg KM/Mahlzeit die höchsten Fettkonzentrationen nach Zulage von Sojaöl bereits kurz nach der Fütterung (1. und 2. h

Tab. 6: Aktivität von Amylase und Lipase (U/g Chymus) sowie Konzentration von Laktat (mmol/l) im Jejunumchymus (- Kontrolle; + mit Ölzulage).

Activity of amylase and lipase (U/g chyme) and concentration of lactate (mmol/l) in the jejunal chyme (- control; + addition of oil)

h ppr.		3		5		7	
		-	+	-	+	-	+
Lipase	U/g Chymus			70,9 (21,4	78,8 (18,1		
Amylase	U/g Chymus			28,6 (10,4	37,7 (12,2		
Laktat	mmol/l Chymus	7,2 ± 7,0 ^a	2,1 ± 7,4 ^b	36,3 ± 8,8 ^a	21,0 ± 12,9 ^b	35,1 ± 8,5 ^a	32,7 ± 12,2 ^a

a,b markieren signifikante Unterschiede zwischen den Rationen.

a, b significant difference between the rations.

ppr.) mit 54 g/kg Chymus-TS. Anschließend fielen jedoch die Werte ab, (erreichten 4 h ppr. die niedrigsten Gehalten) um bis zu 11 h ppr. langsam und kontinuierlich wieder anzusteigen. Nach Aufnahme von Kokosfett war der Verlauf ähnlich, jedoch wurde erst 11 h ppr. das Maximum (45 g/kg Chymus-TS) erreicht.

- Aktivität von Amylase und Lipase im Chymus

Die Lipaseaktivität im Chymus erreichte 5 Stunden nach Beginn der Futterraufnahme im Mittel rund 70 U/g Chymus; nach der Ölzulage war keine Steigerung zu erkennen (Tab. 6). Auch bei den Tieren, die sowohl die Kontroll- als auch die Versuchsration vollständig aufnahmen, war kein signifikanter Effekt (auch bei Bezug auf den TS-Gehalt im Chymus) meßbar. Im postprandialen Verlauf blieb die Lipaseaktivität mit Werten zwischen 67 und 79 U/g insgesamt auf einem relativ konstanten Niveau. Im Gegensatz dazu wies Heintzsch (1995) einen postprandialen Anstieg nach Fütterung von fettreichem Mischfutter (10,4 % Rfe) und ein Plateau mit annähernd konstanten Werten von rund 60 U/g zwischen der 5. und 8. Stunde ppr. nach.

Die Amylaseaktivität im Chymus betrug 5 Stunden ppr. rd. 30 U/g (Tab. 6) und lag damit in einer ähnlichen Größenordnung wie in früheren Untersuchungen nach Aufnahme kraftfutterreicher Rationen (Landes 1992, Radicke et al. 1992). Nach Ölzulage war tendenziell ein Anstieg zu beobachten. Die Ergebnisse zeigen, daß Pferde über eine relativ hohe Lipaseaktivität verfügen, die allerdings nur 50 % der Werte von der Katze beträgt (Katze: 120 U/g; Kienzle 1993).

- Parameter mikrobieller Aktivität und pH-Wert im Dünndarmchymus

a) Laktat

Der Laktatgehalt nahm im Dünndarmchymus nach der Sonnenblumenölzulage in der 3. und 5. h ppr. signifikant ab (Tab. 6). Wie in der Kontrollration war auch nach Fettzulage ein postprandialer Anstieg erkennbar, jedoch schien sich das Maximum, das nach stärkereichen Rationen meist be-

reits in der 5. h ppr. gemessen wird (Radicke 1990; Landes 1992), zu verlagern, so daß die höchsten Laktatgehalte in der vorliegenden Untersuchung später auftraten.

b) flüchtige Fettsäuren

In der Konzentration der flüchtigen Fettsäuren, die einen weiteren Parameter mikrobieller Aktivität darstellen, waren Effekte durch die Fettfütterung nicht zu erkennen. Insgesamt lagen die mittleren Gehalte mit 10 bis 15 mmol/l in einer Größenordnung wie schon in früheren Untersuchungen ermittelt (Landes 1992; Kleffken 1993; Illenseer 1994).

c) pH-Wert

Die mittleren pH-Werte im Dünndarmchymus fielen postprandial bei allen Tieren und Rationen ab; im Mittel wurden die niedrigsten Werte 5 h ppr. (Kontrolle) bzw. 7 h ppr. (mit Ölzulage) erreicht (Abb. 1).

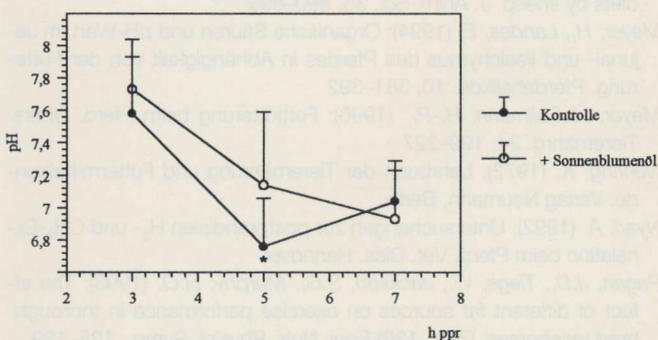


Abb. 1: pH-Werte im Jejunumchymus zu verschiedenen Zeitpunkten ppr. nach Fütterung einer stärkereichen Kontrollration bzw. mit Zulage von Sonnenblumenöl (MW \pm s).

Postprandial decrease of pH in the jejunal chyme at different times after feeding a control diet rich in starch or after addition of sunflower oil, respectively.

Nach Fettzulage blieben die pH-Werte in der 5. Stunde höher; die Differenzen der Mittelwerte ließen sich 5 h ppr. statistisch absichern.

Die organischen Säuren, die am Ende des Dünndarms nachgewiesen werden können, sind mit Sicherheit mikrobieller Herkunft und werden im Magen oder während der Dünndarmpassage gebildet (Meyer und Landes 1994). In Abhängigkeit von der Fütterung können dabei unterschiedliche Konzentrationen dieser Säuren beobachtet werden. So sind nach Aufnahme stärkereicher Rationen im Magen-Dünndarbereich höhere Gehalte nachzuweisen als nach fettreichen Futtermitteln (Eilmans 1991). Auch Flothow (1994) ermittelte nach Fettfütterung (Sojaöl bzw. Kokosfett) einen Abfall der Konzentrationen der organischen Säuren im Jejunumchymus, der jedoch im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung bei den flüchtigen Fettsäuren ausgeprägter war als beim Laktat. Ebenso bestand zwischen der Fettaufnahme und den Laktatgehalten eine signifikante negative Beziehung ($r=-0,66^{**}$; $n=18$).

Obwohl die Konzentrationen der organischen Säuren nicht direkt auf die Produktion schließen lassen (Um- und Abbau sowie evtl. Resorption nicht berücksichtigt), deuten diese

Befunde ebenso wie die gleichzeitig höheren pH-Werte auf eine verminderte Produktion hin. Ähnlich wie bereits in früheren Untersuchungen (Meyer und Landes 1994) bestand zwischen der Laktatkonzentration (x ; mmol/l) und dem pH-Wert (y) eine signifikante negative Beziehung ($y=7,72-0,024x$; $r=-0,86^{**}$; $n=87$). Für eine Dämpfung mikrobieller Umsetzungen sprechen auch die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung des Dünndarminhaltes, da nach Zulage von Sonnenblumenöl die Gesamtkeimzahlen pro g Chymus (Entnahme 5. h ppr) um etwa eine Logarithmusstufe (aerobe Keime: von 9,6 auf 8,4 bzw. Anaerobier: lg 9,6 auf 8,8) verringert waren.

Ein negativer Einfluß von langkettigen Fettsäuren auf Fermentationsvorgänge im Pansen wurde auch beim Wiederkäuer wiederholt beschrieben (McLeod und Buchanan-Smith 1972, Henderson 1973, Kabara 1984, Jilg et al. 1988). Henderson (1973) macht für diese Inhibition die Anheftung der Fettsäuren an die Bakterienoberfläche und eine Hemmung des Transportes essentieller Nährstoffe verantwortlich.

Der postprandiale Anstieg von Laktat hängt vermutlich mit der Substratzufuhr (leicht verfügbare Kohlenhydrate) und der daraus resultierenden exponentiellen Vermehrung der laktatbildenden Flora zusammen (Meyer und Landes 1994), so daß die niedrigeren Werte und die Verschiebung der Maxima auf die 7. h ppr. aufgrund der verlängerten Futteraufnahmezeit zunächst eine gewisse Dämpfung dieser Flora bewirken könnten, die jedoch reversibel erscheint.

Befunde in der Exhalationsluft

Die Bestimmung der Wasserstoffkonzentration in der expirierten Luft ergab im Gegensatz zu den Befunden von Nyari (1992) sowie Flothow (1994) nach der Fettzulage keine eindeutig depressiven Effekte. Dies könnte mit den schon in früheren Untersuchungen beobachteten hohen individuellen Variationen im Zusammenhang stehen.

Bei der Methanexhalation fiel jedoch nach der Zulage der verschiedenen Fettarten bei allen Versuchstieren ein Rückgang auf, der z. T. Signifikanzniveau erreichte (Abb. 2). Dies kann mit einem hohen Fettfluß in den Dickdarm in Zusammenhang stehen.

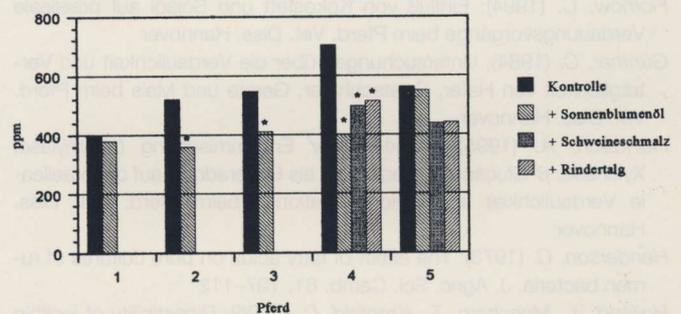


Abb. 2: Konzentration von CH_4 (ppm) im Expirat nach Zulage verschiedener Fettarten (Mittelwerte 7. h ppr.; * kennzeichnet eine signifikante Differenz zur Kontrollration).

Concentration of CH_4 (ppm) in the exhalation air after addition of different kinds of fat (mean values 7 h ppr. * significant differences to control diet).

Nach Zulage von Sonnenblumenöl lag der Fettgehalt des in das Caecum übergehenden Chymus zeitweise über 50 g/kg Trockensubstanz (Tab. 5). Bei tierischen Fetten sind noch höhere Werte zu erwarten. Diese Menge ist beim Wiederkäuer schon kritisch im Hinblick auf die Fermentationsaktivität der Pansenflora und kann die Verdaulichkeit von Rohfaser negativ beeinflussen (Jilg et al. 1988). Aufgrund der ähnlichen mikrobiellen Besiedlung von Pansen des Rindes und Caecum des Pferdes (Kern et al. 1974) scheint dies auch beim Pferd möglich. In einigen Untersuchungen kam es nach Fettzulagen zu einer Abnahme der Rohfaser-verdaulichkeit (Eilmans 1991) bzw. von Cellulose (Kane et al. 1979; Holland et al. 1995).

Schlußfolgerungen

Aufgrund vorliegender und früherer Untersuchungen (Flothow 1994) sind folgende Schlußfolgerungen möglich: Pferde sind an fettreiche Kraftfutter langsam zu gewöhnen, eine anfängliche Aversion kann bei Geduld evtl. überwunden werden, eine langsamere Aufnahme der fettreichen Kraftfutter bleibt jedoch die Regel. Eine verzögerte Futteraufnahme fettreicher Krippenfutter ist – sofern keine Futterreste zurück bleiben – eher positiv zu bewerten, da der protrahierte Zufluß leicht fermentierbarer Substanzen eine Entlastung von Magen und Dünndarm bedeutet und vermutlich im Zusammenhang mit spezifischen Wirkungen des Fettes das Risiko für Dysbiosen mindert. Nachhaltige Störungen in der Dickdarmflora sind vermutlich erst zu erwarten, wenn je nach Fettart mehr als 75 bzw. 100 g Fett/100 kg KM pro Mahlzeit (Meyer und Sallmann 1996) gefüttert werden.

Literatur

Bowmann, V.A., Fontenot, J.P., Meacham T.N., Webb, K.E. (1979): Acceptability and digestibility of animal, vegetable and blended fats by equine. Proc. 6th Equi. Nutr. Physiol. Symp., 74.
 Eilmans, I. (1991): Fettverdauung beim Pferd sowie die Folgen einer marginalen Fettversorgung. Vet. Diss. Hannover
 Flothow, C. (1994): Einfluß von Kokosfett und Sojaöl auf praeileale Verdauungsvorgänge beim Pferd. Vet. Diss. Hannover
 Günther, C. (1984): Untersuchungen über die Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Hafer, Quetschhafer, Gerste und Mais beim Pferd. Vet. Diss. Hannover
 Heintzsch, A. (1995): Effekte einer Enzymmischung (α -Amylase, Xylanase, β -Glucanase, Pectinase) als Futteradditiv auf die praeileale Verdaulichkeit stärkereicher Rationen beim Pferd. Vet. Diss. Hannover
 Henderson, C. (1973): The effect of fatty acids on pure cultures of rumen bacteria. J. Agric. Sci. Camb. 81, 107–112
 Holland, J., Meacham, T., Kronfeld, D. (1995): Digestibility of lecithin containing diets by horses. Proc. 14th Equi. Nutr. Physiol. Symp. 80–81
 Illenseer, M. (1994): Praeileale Verdaulichkeit von Hafer-, Kartoffel- und Maniokraktionen beim Pferd. Vet. Diss. Hannover

Jilg, T., Aiple, K.P., Steingass, M. (1988): Fettstoffwechsel und Wirkungen von Futterfetten beim Wiederkäuer. Übers. Tierernährg. 16, 109–152
 Kabara, J.J. (1984): Antimicrobial agents derived from fatty acids. J. Am. Oil Chem. Soc. 61, 397–403
 Kane, E., Baker, J.P., Bull, L.S. (1979): Utilization of a corn oil supplemented diet by the pony. J. Anim. Sci. 48, 1379–1384
 Kern, D.L., Slyter, L.L., Leffel, E.C., Weaver, J.M., Oltjen, R.R. (1974): Pony vs. steer: Microbial and chemical characteristics of intestinal ingesta. J. Anim. Sci. 38, 559–564
 Kienzle, E. (1993): Carbohydrate metabolism in the cat. 2. Digestion of starch. Z. Tierphysiol. Tierernährg. Futtermittelkde. 69, 102–114
 Kleffken, D. (1993): Praeileale Verdauung von Getreidestärke (Gerste/Mais) in Abhängigkeit von Zubereitung, Rauhfutterangebot und Amylasezusatz beim Pferd. Vet. Diss. Hannover
 Landes, E. (1992): Amylaseaktivität sowie Konzentration organischer Säuren im Jejunum- und Caecumchymus des Pferdes nach Hafer- und Maisfütterung. Vet. Diss. Hannover
 McLeod, G.K., Buchanan-Smith, J.G. (1972): Digestibility of hydrogenated tallow, saturated fatty acids and soybean oil-supplemented diets by sheep. J. Anim. Sci. 35, 890–895
 Meyer, H., Landes, E. (1994): Organische Säuren und pH-Wert im Jejunal- und Ilealchymus des Pferdes in Abhängigkeit von der Fütterung. Pferdeheilkde. 10, 381–392
 Meyer, H., Sallmann, H.-P. (1996): Fettfütterung beim Pferd. Übers. Tierernährg. 24, 199–227
 Nehring, K. (1972). Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde. Verlag Neumann, Berlin
 Nyari, A. (1992): Untersuchungen zur postprandialen H₂- und CH₄-Exhalation beim Pferd. Vet. Diss. Hannover
 Pagan, J.D., Tiegs, W., Jackson, S.G., Murphy, H.Q. (1993): The effect of different fat sources on exercise performance in thoroughbred racehorses. Proc. 13th Equi. Nutr. Physiol. Symp., 125–129
 Radicke, S. (1990): Untersuchungen zur Verdauung von Mais- und Haferstärke beim Pferd. Vet. Diss. Hannover
 Radicke, S., Landes, E., Kienzle, E., Meyer, H. (1992): Aktivität der Amylase im Darmkanal des Pferdes in Abhängigkeit von der Futterart. Pferdeheilkde., Sonderheft, 99–102
 Rottmann, J. (1994). Untersuchungen zur Verdaulichkeit (insgesamt und praeileal) von Maissilage und Maiskolbensilage beim Pferd. Vet. Diss. Hannover

Danksagung

Für die mikrobiologischen Untersuchungen sei dem Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen der Tierärztlichen Hochschule Hannover (Arbeitsgruppe Prof. Dr. Amtsberg) herzlich gedankt.

Dr. Elisabeth Landes
 Prof. Dr. Dr. h.c. Helmut Meyer

Institut für Tierernährung
 Tierärztliche Hochschule Hannover
 Bischofsholer Damm 15
 30173 Hannover

Tel. 0511/856-7508
 Fax 0511/856-7698