

Intestinaler Wasser- und Elektrolytstoffwechsel des Pferdes

H. Meyer

Tierärztliche Hochschule Hannover
Institut für Tierernährung

Schlüsselwörter: Darmkanal, Wasser, Elektrolyte, Pferd

I. Einleitung

Bestand und Umlauf an Wasser und Elektrolyten im Darmkanal des Pferdes sind sowohl für die Abschätzung möglicher interner Reserven als auch für das Verständnis des Gesamtwasser- und Elektrolytstoffwechsels von Bedeutung, außerdem für die Folgen von Passagestörungen.

II. Gehalte im Verdauungskanal

A. Trockensubstanz- und Elektrolytgehalte im Chymus

Der Trockensubstanz-(TS-)Gehalt des Chymus zeigt im Verlauf des Verdauungskanals ein typisches Bild (Abb. 1): hohe Gehalte am Anfang und am Ende, sehr niedrige Werte im Dünndarm. Bei Krippenfutter liegen die TS-Gehalte im allgemeinen höher als bei Rauhfutter. Dies steht im Oesophagus und Magen mit der schnelleren Aufnahme und geringeren Einspeichelung des Krippenfutters in Zusammenhang, vor allem wenn Pferde innerhalb kurzer Zeit größere Mengen fressen. Die TS-Gehalte gehen im Magen postprandial (ppr.) mehr und mehr zurück, so daß im Dünndarm die Unterschiede nur noch gering sind. Im Dickdarm, vor allem im dorsalen Colon, steigen die TS-Gehalte bei Krippenfutter etwas stärker an als bei Heu. Nach ausschließlicher Haferfütterung mit viel lignifizierten Spelzen kann der Kot-TS-Gehalt über 40 Prozent betragen, nach Rationen aus Maiskörnern und Weizenkleie nur 20 Prozent (Meyer, 1992).

Die Na-Konzentrationen werden im Magen und Duodenum z. T. noch von den Na-Gehalten im Futter beeinflusst. Im Anfangsteil des Dünndarms stellt sich ein Gleichgewicht zur Konzentration im Blut ein (rd. 120 mmol/l), das auch im Caecum noch weitgehend erhalten bleibt, dann aber zurückgeht, besonders extrem im Colon descendens. Die K-Konzentrationen können im Magen und Duodenum je nach Aufnahme zwischen 8 und 74 mmol/l variieren (Alexander, 1962), im Jejunum und Ileum liegen sie um 20 mmol/l mit ansteigender Tendenz vor allem im Colon dorsale und Colon descendens (Alexander, 1962; Argenzio und Stevens, 1975).

Zusammenfassung

Der Darmkanal des Pferdes enthält je nach aufgenommener Futtermenge und -art rd. 15 – 25 Prozent des Wasser-, 10 – 20 Prozent des Na- und Cl- sowie 10 Prozent des K-Gehaltes vom Gesamtorganismus. Mit den Verdauungsekreten gelangen pro kg KM täglich rd. 200 – 250 ml Wasser, 500 – 600 mg Natrium bzw. Chlorid und 90 mg Kalium in den praecaecalen Bereich des Darms. Von den über Futter, Tränkwasser und Sekreten zugeflossenen Mengen werden bis zum Ende des Dünndarms vom Wasser rd. 50, vom Natrium 33, vom Kalium und Chlorid rd. 75 – 85 Prozent absorbiert. Mit dem Ileumchymus gehen je nach Futtermenge und -art täglich pro kg KM 100 – 140 ml Wasser, 300 – 420 mg Natrium, 50 – 70 mg Kalium und 100 – 140 mg Chlorid in den Dickdarm über, wo 75 – 95 Prozent des aus dem Dünndarm zugeflossenen Wassers, über 90 Prozent vom Natrium und Chlorid sowie 30 – 45 Prozent des Kaliums nettoabsorbiert werden. Bei stoßweiser Futtermengeaufnahme kann es postprandial temporär zu einer Hypovolulaemie und Hypernatraemie kommen mit entsprechender Stimulierung des endokrinen Regulationssystems (Renin/Angiotensin/Aldosteron).

Intestinal water and electrolyte metabolism in horses

The alimentary tract of horses contains – according to amount and kind of feed ingested – about 15 – 25 percent of total body water, besides 10 – 20 percent total sodium and chlorine and about 10 percent of body potassium. With digestive secretions about 200 – 250 ml of water, 500 – 600 mg sodium respectively chlorine and 90 mg potassium enter the praecal part of the alimentary tract (per kg BW/d). The praecaecal absorption of water and sodium, potassium and chlorine can be estimated with 50, 33, 75 and 85 percent respectively (related to total entry by feed, drinking water and secretions).

The daily ileocaecal flow of water and electrolytes (per kg BW) is in the range of 100 – 140 ml water, 300 – 420 mg sodium, 50 – 70 mg potassium and 100 – 140 mg chlorine (according to the amount and kind of feed ingested). The absorption in the large intestine can be estimated for water with 75 – 95 Prozent for sodium and chlorine larger than 90 percent and for K with 30 – 55 percent (calculated by caecal input and faecal output). Episodic feed intake may induce postprandial hypovolemia, hypernatremia and stimulation of the renin, angiotensin, and aldosterone system.

Die Cl-Konzentrationen im Darmchymus sind im Magen mit 60 – 80 mmol/l relativ hoch, gehen aber bis zum Ende des Darmtrakts bis auf unter 20 mmol/l zurück.

B. Wasser- und Elektrolytmengen im gesamten Verdauungskanal

Die im Verdauungskanal enthaltene Wassermenge (Tab. 1) hängt stark von der Art des aufgenommenen Futters ab. Auch bei identischer Futtermengenaufnahme liegen die Gehalte bei Rauhfutter deutlich höher als bei Kraftfutter, vermutlich bedingt durch eine unterschiedliche Wasserbindung. Die Gesamt-Na-Menge hängt im wesentlichen vom Wassergehalt im Darmkanal ab ($r = 0,78^{+++}$; Meyer et al., 1992). Für den Dickdarm mit rd. 80 Prozent des Gesamtwasser- und Na-Gehalts ist diese Beziehung noch straffer (Abb. 2). Die Cl- und K-Mengen im Darm zeigen eine weniger deutliche Beziehung zur Wassermenge ($r = 0,70$ bzw. 0,56; Meyer et al., 1992).

Nach 1- bis 2stündiger Bewegung wurde ein tendenzieller Rückgang des Wasser- und Na-Gehalts im Darmkanal beobachtet (Meyer, 1992).

Tab. 1: Wasser- und Elektrolytmengen im Verdauungskanal pro kg KM

	Wasser ml	Na mg	K mg	Cl mg
Heu	120–180	300–400	200–300	120–200
Kraftfutter	90–110	225–250	200–220	135
% vom Gesamt- körperbestand	15– 25	10– 20	10	10– 10

Schrifttum s. Meyer 1992

Tab. 2: Wasser- und Elektrolytaufnahme im Erhaltungsstoffwechsel¹⁾

	Erhaltungsstoffwechsel
Wasser	30–50 ml pro kg KM/d
Natrium	>20 mg pro kg KM/d
Kalium	>50 mg pro kg KM/d
Chlorid	>80 mg pro kg KM/d

¹⁾ Mindestmenge zur Versorgung (Meyer 1991)**Tab. 3:** Sekretion von Speichel, Magen- und Pancreassaft sowie Galle

	ml/kg KM/d	Bedingungen
Speichel	30– 50	gemischte Rationen
Magensaft	50	Ruheproduktion
	100	Ruheproduktion
Pancreassaft	50–100	
Galle	27	gefütterte Pferde

Schrifttum s. Meyer 1992

Tab. 4: Elektrolytgehalte in verschiedenen Verdauungssekreten (g/l)

	Na	K	Cl
Gesamtspeichel (Ruhe)	0,4	1,1	2,5
Speichel (Parotis)	1,2	0,6	1,5–2
Magensaft	0,6 ¹⁾		3,0
Pancreassaft	3,3	0,14	3,2
Galle	3,4	0,26	3,6

¹⁾ Schw.

Schrifttum s. Coenen 1992, Meyer 1992

Tab. 5: Geschätzter Zufluß von Wasser und Elektrolyten in den praecaecalen Bereich des Verdauungskanals

	pro kg KM/d	Durchschnittliche Konzentration in der Gesamtsekretmenge mmol/l
Wasser ml	220–250	
Na mg	500	85
K mg	90	10
Cl mg	600–650	75

Tab. 6: Ileocaecaler Chymusfluß (ml)

	pro kg KM/d	pro g Futter-TS
Stroh	120	14
Heu	120	
Mischfutter	80–100	9–10
Heu/Mischfutter bzw. Hafer	75–120	6,5
Stroh	160	12
Hafer/Mais	150 ¹⁾²⁾	20

Tab. 7: Elektrolytkonzentrationen im Ileumchymus

	g/kg	mmol/l
Natrium	3 –3,1	130–135
Kalium	0,4–0,7	10– 20
Chlorid	0,7–1,4	20– 40
Osmolalität		250

Schrifttum s. Meyer 1992

III. Wasser- und Elektrolytbewegungen im Dünndarm

Die Wasser- und Elektrolytbewegungen im Dünndarm werden durch Aufnahme, Sekretion und Absorption beeinflusst.

A. Aufnahme

Die Wasseraufnahme wird im Erhaltungsstoffwechsel bei moderaten Umgebungstemperaturen von Futterart und -menge bestimmt. Als Faustzahl können etwa 3 – 3,5 l pro kg Futter-TS bzw. 30 – 50 ml/kg KM/d angesetzt werden (Meyer, 1991).

Die Aufnahme an Elektrolyten mit Futter und Wasser variiert erheblich. Sie sollte im Erhaltungsstoffwechsel die in Tabelle 2 genannten Mindestwerte nicht unterschreiten.

B. Praecaecale Sekretion

Größere Wasser- und Elektrolytmengen gelangen vor allem über Speichel, Magen- und Pancreassaft sowie Galle in den Verdauungskanal. Über die Dünndarmsekretion liegen beim Pferd noch keine Untersuchungen vor. Parotisspeichel fließt ganz überwiegend nur während des Kauens. Der Basisspeichelfluß aus den übrigen Speicheldrüsen erreicht im Mittel rd. 1,1 ml/kg KM^{0,75}/d (Coenen, 1986). Die von der Parotis sezernierte Speichelmenge (20 – 70 ml/min/Tier) mit Tendenz zu relativ höheren Werten (pro kg KM) bei kleineren Tieren hängt primär von der Futtermenge und -art ab, da die Futtermengeaufnahme unterschiedlich ist. Bei Krippenfutter werden durchschnittlich 1 – 1,5 l, bei Heu 3 – 4,5 l Speichel/kg Futter-TS gebildet. Die Untersuchungsergebnisse zur Sekretion der übrigen Verdauungssäfte sind weniger umfassend (Tab. 3).

Tab. 8: Durchschnittlicher täglicher Wasser- und Elektrolytfluß vom Dünndarm in den Dickdarm (Erhaltungsstoffwechsel) und geschätzte praecaecale Absorption

	pro kg KM	pro 500 kg KM insgesamt	praecaecale Absorption im Dünndarm ¹⁾ (%)
Wasser	100–140 ml	50– 70 l	50
Natrium	300–420 mg	150–200 g	33
Kalium	50– 70 mg	25– 35 g	75
Chlorid	100–140 mg	50– 70 g	85

¹⁾ bezogen auf Tränke, Futter und Sekrete entsprechend Tab. 2, 5 u. 6

Aufgrund der vorliegenden, noch unvollkommenen Daten ist der Zufluß an Sekreten in den praecaecalen Raum mit über 200 ml unter Berücksichtigung der Sekretion darmergener Drüsen in der Größenordnung von 250 ml/kg KM/d einzuschätzen, bei höherer Futteraufnahme sind über 300 ml zu erwarten (Tab. 3 bzw. 5).

Der hohe Flüssigkeitseinstrom und die starke Verdünnung des Chymus sichern vorrangig den Transport von harten, faserigen Futterpartikeln durch den Dünndarm. In diesem Bereich liegt – wie aus Abbildung 1 hervorgeht – der Wassergehalt des Chymus beim Pferd mit rd. 95 Prozent deutlich höher als bei anderen Monogastriern (86 – 90 Prozent beim Schwein, 80 – 85 Prozent beim Hund; *Drochner und Meyer, 1991*).

Die Verdauungsssekrete enthalten erhebliche Elektrolytmengen (Tab. 4).

Aufgrund dieser Werte kann der Einstrom an Wasser und Elektrolyten in den praecaecalen Bereich des Verdauungskanals annähernd geschätzt werden (Tab. 5).

Bei Pferden von 500 kg KM werden täglich mit den Verdauungsssekreten neben rd. 125 l Wasser etwa 250 g Na, 50 g K und 350 g Cl in den vorderen Bereich des Verdauungskanals sezerniert. Diese Mengen können bei größeren Futterrationen noch höher sein. Die Konzentration von Natrium und Chlorid liegt – bezogen auf die Gesamtsekretmenge – tiefer als im Blutplasma (Tab. 5).

Tab. 9: Durchschnittliche faecale Wasser- und Elektrolytabgabe im Erhaltungsstoffwechsel (pro kg KM/d)

	TS-Aufnahme g	Wasser ml	Na mg	K mg	Cl mg
Heu	10–20	20–30	10–15	30–40	2–3
Kraffutter	10	3	5	15–25	2
% der oralen Aufnahme		< 10 bis 25	< 10 bis 25	15–30	2–8

Schrifttum s. *Meyer 1992*

Tab. 10: Durchschnittliche Wasser- und Elektrolyt Nettoabsorption im Dickdarm in Abhängigkeit von der Futterart (%), bezogen auf ilealen Zufluß)

	Wasser	Na	K	Cl
Mischfutter	93	96	30–45	> 95
Mischfutter + Stroh	88	93		
Heu	84	92		
Stroh	75	94		

Meyer et al., 1982; Coenen, 1992

IV. Ileocaecaler Chymusfluß und praecaecale Nettoabsorption

Zur Beurteilung von Sekretion und Absorption sowohl im Dün- als auch im Dickdarm ist entscheidend, wieviel Chymus und damit Wasser und Elektrolyte aus dem Dünndarm in den Dickdarm übertreten.

Der ileocaecale Chymusfluß nimmt postprandial mäßig zu, ist andererseits aber bei fehlender Fütterung noch erheblich (Abb. 3). Wird der Fluß auf die Körpermasse bezogen, muß gleichzeitig die aufgenommene Futtermenge und -art berücksichtigt werden, die zumindest die Speichelproduktion beeinflusst. Wird andererseits die aufgenommene Futtertrockensubstanz als Bezugsgröße gewählt, ergeben sich hohe Werte bei niedriger Gesamtfuttermengenaufnahme (Abb. 3).

Bei praxisüblichen Rationen ist nach den vorliegenden Befunden ein täglicher Chymusfluß von etwa

Tab. 11: Veränderungen der faecalen Wasser- und Elektrolytabgabe nach caecaler Infusion¹⁾

Periode	Tage	Zufluß, kg KM/d				Kot TS %	faecale Abgabe, kg KM/d			
		Wasser ml	Na mg	K mg	Cl mg		Wasser ml	Na mg	K mg	Cl mg
Kontrolle	5	120 ²⁾	360 ²⁾	60 ²⁾	120 ²⁾	22,4	19,3	30	51	6,8
Infusion	1	+ 100	+ 258	+ 46	+ 116	18,1	19,9	22	45	5,9
Infusion	1	+ 150	+ 387	+ 69	+ 174	20,0	28,0	66	53	10,1
Infusion	1	+ 200	+ 516	+ 92	+ 232	23/14 ³⁾	33/44 ³⁾	35	71	9,1

¹⁾ 2 Pferde, caecumfistuliert, Heu-/Hafer ration 13,8 g TS/kg KM/d; konsekutive Steigerung der Infusionsmenge jeweils über 24 h; Gehalte pro l: 1,5 g NaCl, 5 g NaHCO₃, 0,85 g K₃PO₄, 2,5 g Na₃PO₄; ²⁾ geschätzt, s. Tab. 8; ³⁾ Einzelwerte; nach *Meyer und Nyari 1992*, unveröffentlicht

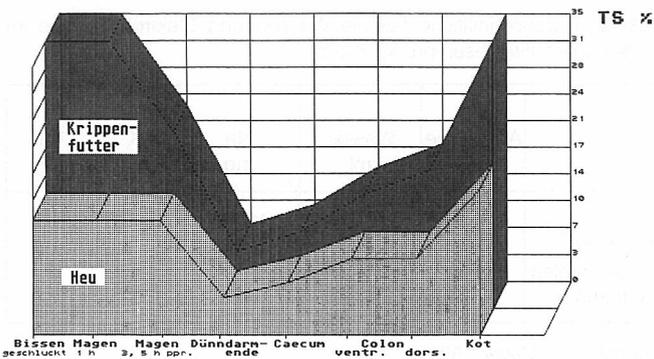


Abb. 1: TS-Gehalt im Chymus aus verschiedenen Abschnitten des Verdauungskanals. Schrifttum Meyer, 1992.

100 – 150 ml/kg KM anzunehmen (Tab. 6), bei kleinen Pferden eher mehr. Andererseits nimmt er bei höheren Konzentrationen an osmotisch wirksamen Substanzen im Chymus zu. Nach einmaliger Gabe von 0,8 g Mg-Sulfat/kg KM stieg der ileocaecale Chymusfluß um rd. 50 Prozent (Meyer et al., 1986).

Der Na-Gehalt im Ileumchymus (Tab. 7) ist ähnlich wie im Plasma, bei geringer Variabilität. Erst nach längerer dauernem Na-Mangel geht die Konzentration zurück bei gleichzeitigem Anstieg des Kaliums. Die K-Werte schwanken zwischen 10 und 20 mmol/l, liegen in jedem Fall erheblich höher als im Plasma. Die Cl-Konzentrationen bleiben dagegen merklich unter den typischen Plasmawerten.

Aufgrund der Ionenkonzentration und unter Berücksichtigung des Bicarbonates (Alexander, 1966) liegt die Osmolalität im Ileumchymus fast so hoch wie im Blutplasma. Aus den Zahlen von Tabelle 6 und 7 kann der Gesamtfluß an Wasser und Elektrolyten aus dem Dünndarm in den Dickdarm abgeschätzt werden (Tab. 8).

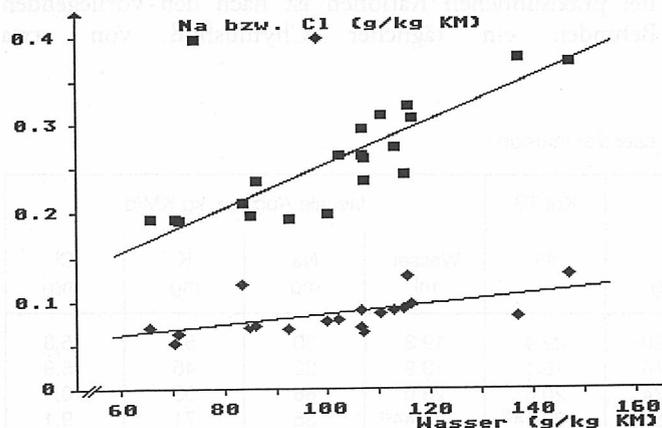


Abb. 2: Beziehungen zwischen Wasser- und Na- bzw. Cl-Menge im Dickdarm des Pferdes, $r = 0,89$ (Na) bzw. $0,56$ (Cl), $n = 20$; Heufütterung. Meyer et al., 1992.

Mit 50 – 70 l Wasser gehen bei einem 500 kg schweren Pferd täglich 150 – 200 g Natrium, 50 – 70 g Chlorid und rd. 30 g Kalium in den Dickdarm über.

Wird dieser Fluß mit den aufgenommenen bzw. sezernierten Mengen in Beziehung gesetzt, so erreicht die praecaecale Absorption von Wasser rd. 50, von Natrium rd. 35, von Kalium und Chlorid 75 – 85 Prozent (Tab. 8).

Bei Störungen der Passage (Ileus) kommt es infolge der hohen praecaecalen Sekretion zu einer raschen Ansammlung von Flüssigkeit proximal von der Verschlussstelle und zu einem Rückstau evtl. bis zum Magen. Dabei schreitet offenbar die Sekretion fort, während die Absorption gestört sein kann infolge Druckerhöhung und Distentionen des Darmrohrs, verbunden mit lokaler Hypoxaemie und Kapillarschäden (Gerhards, 1990).

V. Wasser- und Elektrolytbewegungen im Dickdarm

Aus dem ilealen Zufluß in den Dickdarm und den faecalen Abgaben an Wasser und Elektrolyten können pauschal die Nettobewegungen dieser Stoffe für den gesamten Dickdarm abgeschätzt werden. Die durchschnittlichen täglichen faecalen Wasser- und Elektrolytverluste im Erhaltungstoffwechsel sind entsprechend Tabelle 9 anzusetzen.

Die faecale Wasserabgabe hängt stark von der Futterart (Abb. 1), d. h. von Verdaulichkeit und Kotmenge ab. Die Gesamtkotmenge ebenso wie der Wassergehalt in den Faeces sind bei Rauhfutter meistens höher als bei Futtermitteln mit geringerem Rohfasergehalt, so daß erhebliche Unterschiede in den faecalen Wasserverlusten bestehen.

Auch beim Natrium ist eine deutliche Differenzierung in Abhängigkeit von der Futterart zu beobachten, vermutlich aufgrund der unterschiedlichen Wasserbindung und der damit verbundenen Na-Retention durch Chymusbestandteile. Mit steigender Na-Aufnahme nimmt die faecale Na-Abgabe zu und kann bei sehr hohen Aufnahmen (über 250 mg/kg KM/d) bis zu 50 mg/kg KM/d erreichen. Für die faecalen K- und Cl-Abgaben sind Einflüsse der Futterart nicht zu erkennen.

Bezogen auf den Zufluß vom Dünndarm sind die in Tabelle 10 genannten Nettoabsorptionsraten für Wasser und Elektrolyte im Dickdarm anzusetzen.

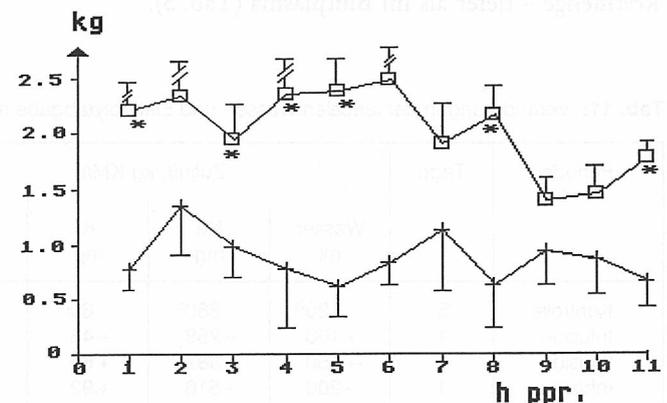


Abb. 3: Postprandialer Verlauf des jejunoilealen Chymusflusses mit (□) 8,2 g TS/kg KM/Mahlzeit und ohne (+) Fütterung. $n = 2$, 200 kg KM. Meyer, Radicke, Kleffken, 1992, unveröffentlicht.

Der Dickdarm des Pferdes besitzt eine hohe Absorptionskapazität für Wasser, Natrium und Chlorid. Bei caecalen Infusionen bis zu 125 ml Wasser/kg KM/d, d. h. bei Verdoppelung des normalen Zuflusses, stiegen die faecalen Wasserabgaben nicht an (Meyer et al., 1982). Auch nach caecaler Infusion eines artifiziellen Chymus waren die faecalen Wasserverluste erst bei Zufluß von über 150 ml/kg KM/d erhöht, blieben bei einem Pferd aber selbst bei Infusion von 200 ml unverändert. Auch die infundierten Elektrolyte wurden weitgehend absorbiert (Tab. 11).

Die hohe Absorptionskapazität des Dickdarms ist bei der Beurteilung von Diarrhöen zu beachten. Bei intakter Dickdarmschleimhaut ist vermutlich erst bei stark erhöhter Sekretion im Dünndarm eine Reaktion in der Faeceskonsistenz zu erwarten und damit die Störung erkennbar.

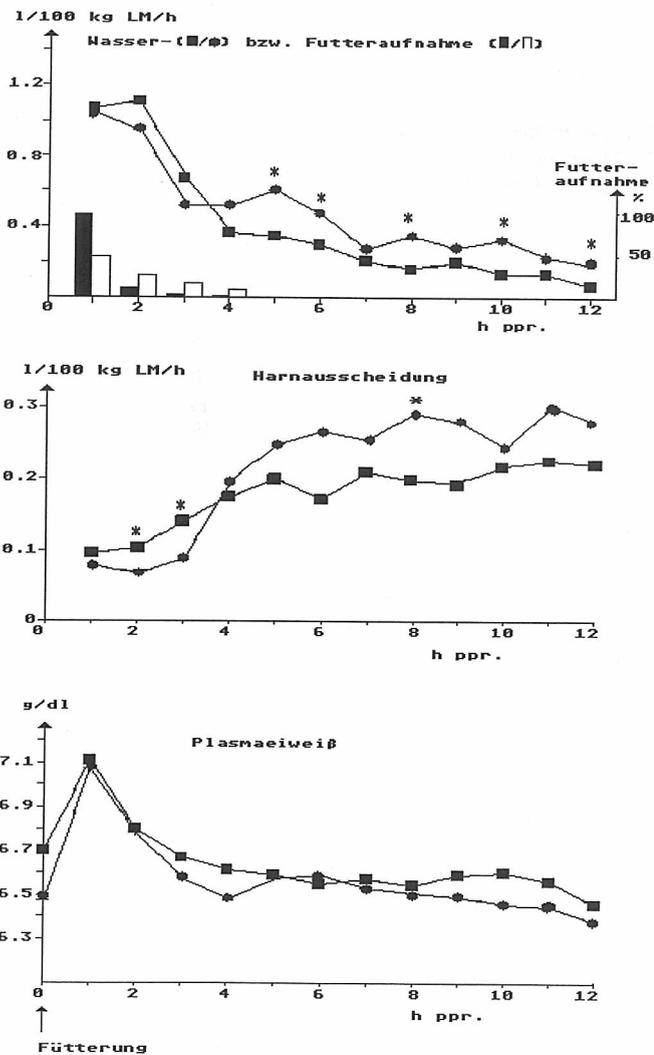


Abb. 4: Futter-, Wasseraufnahme, Harnausscheidung und Plasmaeiweißgehalte in Abhängigkeit vom Fütterungszeitpunkt. ■ ■ Mischfutter, □ ● Luzerneheu; 8,5 g/kg KM/Mahlzeit, n = je 3, 5 - 7 Wdhlg., Plasmaeiweiß 2 - 3. Schnurpel, 1991.

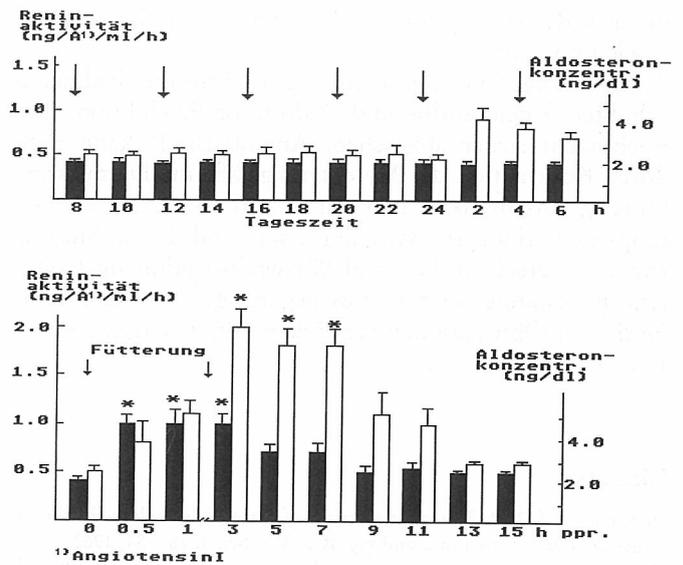


Abb. 5: Renin-Aktivität ■ und Aldosteronkonzentration □ im Plasma von Pferden nach Aufnahme von rd. 2,3 g (oben) bzw. 7,0 g (unten) Futter/kg KM/Mahlzeit; n = 7. Clarke et al., 1988.

VI. Einfluß des intestinalen Wasser- und Elektrolytumsatzes auf den Gesamtstoffwechsel

Der postprandial starke Zufluß an hypoionen Sekreten (für Na und Cl im Vergleich zum Blutplasma) in den vorderen Bereich des Verdauungskanals hat Konsequenzen für die Zusammensetzung des Blutes, das Tränkverhalten des Pferdes, aber auch für die den Wasser- und Elektrolythaushalt regulierenden endokrinen Systeme.

Pferde fressen natürlicherweise über 14 - 15 Std. am Tag unter Aufnahme kleiner Portionen und Einhaltung von maximal 2stündigen Pausen (Meyer, 1991). Bei zweimaliger stoßweiser Futteraufnahme am Tag begünstigt der Sekretfluß eine temporäre postprandiale Hypovolumaemie (s. Abb. 4 sowie Clarke et al., 1988) und eine Hypernatraemie, da die mittlere Na-Konzentration in der Gesamtssekretmenge nur rd. 85 mmol/l beträgt (Tab. 5). Der nach der Fütterung einsetzende Anstieg der Osmolalität im Blut fördert das Durstgefühl, so daß Pferde i. d. R. etwa 2 - 3 Std. ppr. verstärkt trinken (Abb. 4). Trotz der Wasseraufnahme bleibt jedoch die renale Wasserexkretion ppr. zunächst niedrig und steigt erst nach 3 - 4 Stunden an (Abb. 4).

Der unphysiologisch verstärkte stoßweise Wasser- und Elektrolytumlauf nach großen Mahlzeiten stimuliert das Renin/Angiotensin/Aldosteron-System. Clarke et al. (1988) konnten unter diesen Bedingungen (im Gegensatz zur Fütterung von kleinen Portionen in 4stündigem Abstand) eine erhöhte Renin-Aktivität im Plasma feststellen (Abb. 5), verbunden mit erhöhter Aldosteronproduktion. Über die Folgereaktionen (Erhöhung der Osmolalität, Adiuretinausscheidung) ist zu erklären, daß einige Stunden ppr. trotz erhöhter Wasseraufnahme die renale Wasserabgabe gedrosselt bleibt (Abb. 4). Aldosteron fördert ferner die renale und colonale K-Ausscheidung bei ver-

mehrter Rückresorption von Natrium in den Nierentubuli sowie im Colon.

Weitere Folgen der durch stoßweise Fütterung bedingten erhöhten Angiotensin- und Aldosteron-Produktion sind noch nicht sicher abzusehen. Angiotensin II kann z. B. durch Kontraktion der Mesenterialgefäße die Darmdurchblutung einschränken und damit evtl. auch die Verdauungs- und Absorptionsvorgänge, während durch Aldosteron eine verstärkte Na- und Wasserabsorption im Colon eine Eindickung des Chymus begünstigen und damit das Risiko für Obstipationen verstärken könnte (Argenzio und Clarke, 1989).

Literatur

- Alexander, F. (1962): The concentration of certain electrolytes in the digestive tract of the horse and pig. Res. Vet. Sci. 3, 78 – 84, 1962.
- Alexander, F. (1966): A study on parotid salivation in the horse. J. Physiol. 184, 646 – 656.
- Argenzio, R. A., und Stevens, C. F. (1975): Cyclic changes in ionic composition of digesta in the equine intestinal tract. Am. J. Physiol. 228, 1224 – 1230.
- Argenzio, R. A., und Clarke, L. L. (1989): Electrolyte and water absorption in the hind gut of herbivores. Acta vet. scand., Suppl. 86, 159 – 167.
- Clarke, L. L., Ganjan, V. K., Fichtenbaum, B., Hatfield, D., und Garner, H. E. (1988): Effect of feeding on renin-angiotensinaldosterone system of the horse. Am. J. Physiol. 254, R524 – R530.
- Coenen, M. (1986): Verdauulichkeit einer suspendierbaren Diät. Ztschr. Tierphys. Tierernährg. Futtermittelkd. 56, 104 – 117.
- Coenen, M. (1992): Chloridgehalt und Chloridbedarf des Pferdes. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Habil.-Schrift.
- Drochner, W., und Meyer, H. (1991): Verdauung organischer Substanzen im Dickdarm verschiedener Haustierarten. Fortschr. Tierphysiol. Tierernährg. Heft 22, 8 – 40.
- Gerhards, H. (1990): Akute sekundäre Magenerweiterung und Dünndarmileus beim Pferd. Fortbildungsveranstaltung Tierärztl. Hochsch. Hannover, 8. 6. 1990.
- Meyer, H. (1991): Pferdefütterung, 2. Aufl., Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Meyer, H. (1992): Intestinaler Wasser- und Elektrolytstoffwechsel beim Pferd. Übers. Tierernährg. 20, 135–166.
- Meyer, H., Lindner, A., und Teleb, H. (1986): Einfluß von Na- und Mg-Sulfat auf den intestinalen Wasserumlauf beim Pferd. Pferdeheilkde. 2, 275 – 278.
- Meyer, H., Muuss, H., Guldenhaupt, V., und Schmidt, M. (1982): Intestinaler Wasser-, Natrium- u. Kaliumstoffwechsel beim Pferd. Fortschr. Tierphysiol. Tierernährg. Beiheft 13, 13 – 23.
- Meyer, H., Stadermann, B., und Coenen, M. (1992): Untersuchungen zum Wasser- und Elektrolytbestand im Verdauungskanal des Pferdes in Abhängigkeit von Wasserzufuhr und Bewegungsaktivität. Pferdeheilkde.
- Schnurpel, B. (1991): Einfluß von Futterart und Höhe der Ca-Aufnahme und Ca-Blutspiegel und renale Ca-Exkretion beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

Prof. Dr. H. Meyer
3000 Hannover 1
Bischofsholer Damm 15