

Untersuchungen über den Einfluß von Natrium- und Magnesiumsulfat auf den intestinalen Wasserumlauf beim Pferd

H. Meyer, A. Lindner und H. Teleb

Institut für Tierernährung
Tierärztliche Hochschule Hannover
(Vorstand: Professor Dr. H. Meyer)

Natrium- und Magnesiumsulfat (Glauber- bzw. Bittersalz) werden in der Pferdepraxis als Abführmittel eingesetzt. Ort und Art ihrer Wirkung sind mit modernen Methoden bisher nicht experimentell überprüft worden. In Ergänzung früherer Untersuchungen über den intestinalen Wasserumlauf des Pferdes bei unterschiedlichen Futterarten (Meyer et al., 1982 a) wurden in der vorliegenden Arbeit die Effekte der beiden Verbindungen im prä- und postilealen Darmbereich überprüft.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden mit 2 caecumfistulierten Wallachen durchgeführt (rund 410 kg LM), die eine Grundration aus Heu und Mischfutter (Tab. 1) erhielten.

Das Mischfutter bestand aus:

76,1 % Hafer, 0,68 % NaCl, 19,0 % Weizenkleie, 0,48 % Cr_2O_3 , 1,7 % Öl, 1,9 % CaCO_3 , 0,03 % Spurenelement- und 0,10 % Vitaminmischung.

Die tägliche Futtermenge sowie die Aufnahme an Sulfat und Mengenelementen können Tab. 1 entnommen werden.

Die Pferde erhielten zunächst das Grundfutter ohne Zusatz, dann + Natriumsulfat, anschließend folgte eine Kontrollperiode, der sich die Magnesiumsulfatperiode anschloß. In dieser Phase nahm nach rund einer Woche ein Pferd weniger Kraftfutter auf. Nach einigen weiteren Tagen zeigte sich eine Gelbfärbung der Schleimhäute. Der Gesamtbilirubingehalt stieg im Plasma bis zu 9 mg/dl. Aus diesem Grunde konnte für die Magnesiumsulfatperiode nur ein Teil der Werte von diesem Pferd berücksichtigt werden, ebenso wie von der anschließenden Natriumsulfatperiode. Jede Versuchsperiode bestand aus einer mindestens 5tägigen Gesamtbilanzperiode und einer Ileumchymus-Sammelperiode (4 Tage jeweils 2×6 Stunden). Für die Auswertung der Gesamtbilanz standen 4 Kontroll-, 3 Natriumsulfat- und 2 Magnesiumsulfat-Durchgänge zur Verfügung, für die Bestimmung des ileocaecalen Flusses dagegen nur 4, 2 und 1 Versuchsdurchgang.

Zusammenfassung

Bei 2 caecumfistulierten Pferden wurde der Einfluß von Natrium- und Magnesiumsulfat (0,8 g/kg LM in 10%iger Lösung 2 Stunden postprandial) auf den intestinalen Wasserumlauf geprüft. Magnesiumsulfat beschleunigte den Chymusfluß am terminalen Ileum und erhöhte den ileocaecalen Wasserfluß, während Natriumsulfat die Wasserabsorption im Dickdarm verringerte ebenso wie den faecalen Trockensubstanzgehalt (von 30 auf 20,2 %).

Investigations Regarding the Influence of Sodium Sulphate and Magnesium Sulphate on the Intestinal Water Metabolism

In two horses (with a caecal fistula) the influence of sodium sulphate and magnesium sulphate (0.8 g/kg BW in 10 % solution 2 hours postprandial) on the intestinal water metabolism was investigated. After magnesium sulphate the ileocaecal waterflow was increased while sodium sulphate reduced the water absorption in the large intestine inducing a lowered faecal dry matter content (30 to 20,2 %).

Die Sulfate wurden (gelöst in 4 l destilliertem Wasser) mittels Nasenschlundsonde morgens 2 Stunden postprandial appliziert. In der Kontrollperiode erhielten die Pferde allein 4 l Wasser mittels Nasenschlundsonde. Das Wasser wurde mit Eimern zugeteilt, mehrmals am Tage, so daß eine Ad-libitum-Versorgung bestand.

Chymus-, Kot- und Harnproben wurden, wie bei Meyer et al. (1979) bzw. Muuss et al. (1982) beschrieben, gewonnen und aufbereitet.

Die Bestimmung von pH-Wert, Osmolarität, Natrium und Kalium im Ileumchymus entsprach den Angaben von Lindner et al. (1984) bzw. Meyer et al. (1982 a). Nach Naßveraschung mittels einer $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ -Lösung (4 + 1) und Einspülung der Asche mit tridest. Wasser in Kolben bekannten Volumens konnten die Ca- und Mg-Konzentrationen in den verschiedenen Substraten mit Hilfe der Atomabsorption, die von Natrium und Kalium mittels Flammenfotometer ermittelt werden. Die Sulfatbestimmung erfolgte gravimetrisch. Dazu wurde das Probenmaterial nach Versetzung mit gesättigter Sodalösung trocken verascht, mit heißem tridest. Wasser filtriert und dem Filtrat vor einer weiteren Filtration konz. Salzsäure zugegeben. Das entstandene saure Filtrat wurde anschließend mit heißer BaCl_2 -Lösung bei 100 °C ausgefällt und Sulfat durch Veraschung des Filters in gewogenen Tiegelgeln quantitativ bestimmt.

Ergebnisse

Die Gesamtwasseraufnahme stieg während der Natriumsulfatapplikation deutlich an (Tab. 2), unter gleichzeitiger Erhöhung der faecalen, aber auch renalen Wasserexkretion. Nach Magnesiumsulfat war die Wasseraufnahme unverändert, der faecale Wasserabgang jedoch leicht erhöht unter entsprechender Abnahme der renalen Verluste.

Für den intestinalen Wasserumlauf ergab sich ein differenziertes Bild (Tab. 3). Der ileocaecale Wasserfluß wurde nach Zugabe von Natriumsulfat mäßig, durch Magnesiumsulfat deutlich gesteigert. Entsprechend verringerte sich der Trockensubstanzgehalt im Ileumchymus und erhöhte sich die praecaecale Nettowassersekretion.

Tab. 1: Versuchsbedingungen und Futteraufnahme

Periode	Heu kg/d	Mischfutter kg/d	Na- bzw. Mg-Sulfat g/kg LM/d	SO ₄	Ca	Aufnahme ¹⁾ Mg mg/kg LM/d	Na	K
Kontrolle	1,5-2	4	-	74	144	26	27	135
+ Na ₂ SO ₄	2	4	1	365	145	26	167	145
Kontrolle	1,9-2	4	-	76	146	27	29	138
+ MgSO ₄	2	4	0,8	363	87	95	15	119

(Pfd II 0,5-1)

¹⁾ Mittelwerte für alle Perioden

Die postileale Wasseraufnahme, d. h. die Absorption des mit dem Ileumchymus in den Dickdarm einfließenden Wassers, wurde durch Natriumsulfat reduziert, nicht jedoch durch Magnesiumsulfat. Nach Glaubersalzzulage fiel der Trockensubstanzgehalt im Kot bereits nach einem Tag auf 25 % und lag im Mittel der Perioden unter 20 %, während nach Bittersalzzugabe der Rückgang langsamer und weniger ausgeprägt war.

	Aufnahme	Abgabe	
		Kot	Harn
Kontrolle	2,98 ± 0,37	1,18 ± 0,16	0,90 ± 0,34
+ Na ₂ SO ₄	4,38 ± 0,57	1,78 ± 0,38	1,32 ± 0,29
+ MgSO ₄	2,94 ± 0,02	1,31 ± 0,001	0,63 ± 0,09

Tab. 2: Gesamtwasserbilanz (kg/100 kg LM/Tag)

Die Frequenz der Ileumentleerungen erreicht im Mittel 4,6 pro Stunde und wurde durch die Zulage nicht verändert. Der postprandiale Verlauf des pH-Wertes im Ileumchymus (Abb. 1) wies während der Beifütterung von Natriumsulfat 4 bis 6 Stunden nach Futteraufnahme eine wesentlich stärkere Reduktion auf als während der Kontroll- bzw. Magnesiumsulfatperioden.

Zwischen den Behandlungsgruppen bestanden auch - aufgrund der hohen Streuung -, allerdings nicht signifikante Unterschiede in der Osmolarität des Ileumchymus (Abb. 2). Unmittelbar nach Applikation von Magnesiumsulfat war die Osmolarität erhöht, normalisierte sich jedoch bis zu 8 Stunden postprandial. Durch Natriumsulfat wurde die Osmolarität in den ersten Stunden postprandial eher reduziert.

Deutliche Effekte zeigten sich in der ileocaecalen Flußrate des Chymus (Abb. 3). Von dem insgesamt in 12 Stunden

gesammelten Chymus hatten während der Magnesiumsulfatperiode 2 Stunden nach der Applikation bereits 50 % das terminale Ileum passiert, während dieser Anteil in den beiden anderen Durchgängen nur 25 % erreichte.

Die Nettoabsorption von Sulfat und den wichtigsten Mengenelementen insgesamt bzw. praecaecal ist in Tab. 4 aufgeführt. Vom Sulfat wurden insgesamt rund 50 bis 70 % scheinbar verdaut, in der Natriumsulfatperiode überwiegend praecaecal, in der Magnesiumsulfatperiode vorwiegend im Dickdarm.

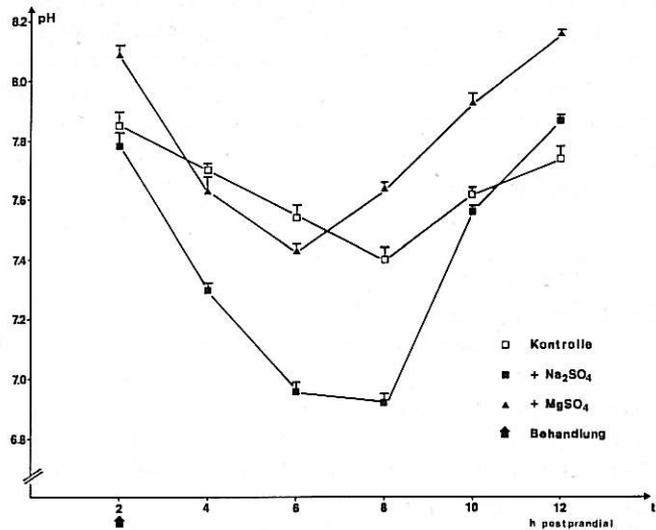


Abb. 1: Postprandialer pH-Wert-Verlauf im Ileumchymus in Abhängigkeit von den Behandlungen.

Die Gesamtverdaulichkeit von Calcium lag ziemlich einheitlich um 45 %, die praecaecale Nettoabsorption wurde ebenso wie die vom Kalium durch die Zulagen nicht beeinflusst. Andererseits deutet sich jedoch eine geringere Verwertung des mit dem Magnesiumsulfat aufgenommenen

Tab. 3: Intestinaler Wasserfluß

	ileocaecaler Fluß		TS-Gehalt im Ileumchymus %	praecaecale Nettowassersekretion ¹⁾ %	postileale Wasserabsorption %	TS-Gehalt im Kot %
	kg/100 kg LM/Tag	kg/kg Futter TS				
Kontrolle	8,5 ± 0,93	6,6 ± 0,93	4,77 ± 0,31	188 ± 48	86,1 ± 1,42	30,2 ± 3,1
+ Na ₂ SO ₄	10,0 ± 0,52	7,7 ± 0,72	4,21 ± 0,42	144 ± 24	80,4 ± 6,15	20,3 ± 0,6
+ MgSO ₄	12,6	9,7	4,08	332	89,7	26,1

¹⁾ bezogen auf Wasseraufnahme

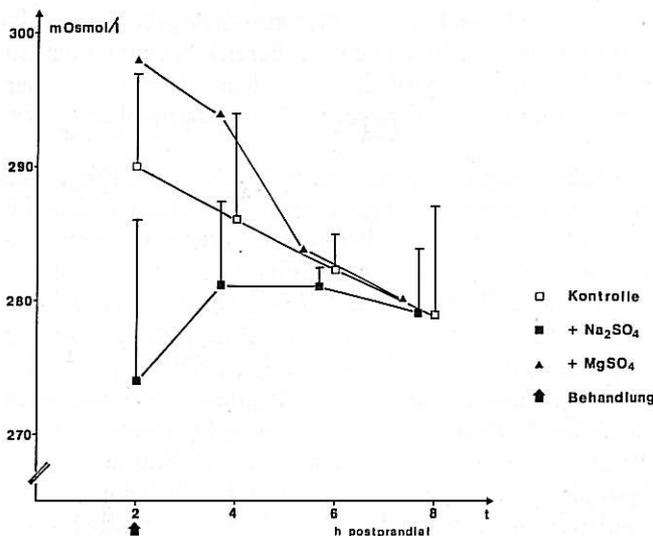


Abb. 2: Postprandialer Verlauf der Osmolarität im Ileumchymus in Abhängigkeit von den Behandlungen.

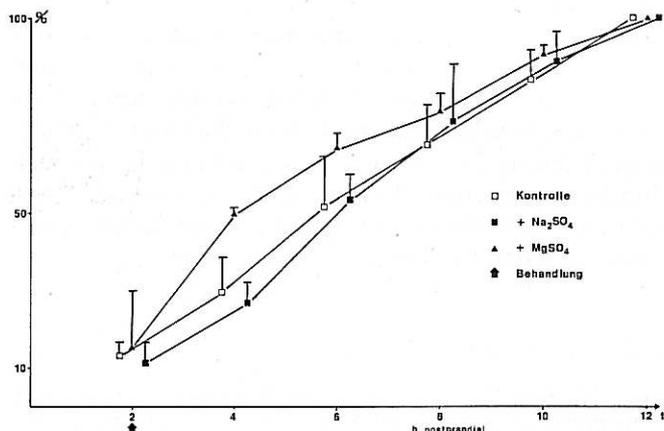


Abb. 3: Verlauf der postprandialen Ileumentleerungen in Abhängigkeit von den Behandlungen – Summenprozentkurve für die insgesamt abgegebene Ileumchymusmenge.

Magnesiumsulfat, sowohl für die praecaecale als auch die Gesamt Nettoabsorption. Natriumsulfat beeinflusste die praecaecale Mg-Absorptionsrate nicht, erhöhte jedoch die Gesamtverwertung des Magnesiums, da die Magnesiumsekretion im Dickdarm von 14 mg (Kontrollperiode) auf 9,7 mg/kg LM/Tag abnahm.

Natrium wurde im praecaecalen Bereich stärker sezerniert als absorbiert. Während der Natriumsulfatperioden waren Sekretion und Absorption jedoch nahezu ausgeglichen. Das in den Dickdarm eintretende Natrium wurde während der Natriumsulfatgabe zu einem deutlich geringeren Anteil absorbiert (85 % ± 2,3) als in der Kontrollperiode (96,1 % ± 3,4), so daß trotz der hohen Na-Aufnahme (Tab. 1) eine geringere Gesamtverdaulichkeit in der Natriumsulfatperiode resultierte. Umgekehrt blieb während der Magnesiumsulfatgabe die praecaecale Na-Verdaulichkeit weitgehend unverändert, die Absorption im Dickdarm nahm etwas zu (99,4 %).

Diskussion

Die geprüften Abführmittel beeinflussten den intestinalen Wasserumlauf nachhaltig. Sie wirkten jedoch an unterschiedlichen Stellen des Intestinaltraktes. Während Magnesiumsulfat vor allem den ileocaecalen Wasserfluß förderte (Steigerung um rund 50 %), beeinflusste Natriumsulfat vor allem die Wasserabsorption im Dickdarm.

Der Effekt des Bittersalzes konnte nur bei einem Pferd sicher überprüft werden, aber auch bei dem zweiten Pferd war trotz der veränderten Futtermengenaufnahme diese Wirkung erkennbar. Der nach Magnesiumsulfatgabe rasch ansteigende Chymusfluß (Abb. 3) spricht ebenfalls für die überwiegend praecaecale Wirkung dieser Verbindung. Der Effekt des Magnesiumsulfates muß im wesentlichen auf seine geringe Absorption im Dünndarmbereich zurückgeführt werden (Tab. 4), die zu erhöhten Magnesium- und Sulfatkonzentrationen im Ileumchymus (Tab. 5) und un-

Tab. 4: Nettoabsorption von Sulfat und Mineralien (%)

	n ¹⁾	SO ₄	Na	Mg	Ca	K
Verdauungskanal insgesamt						
Kontrollperiode	4	69,5 ± 5,84	62,3 ± 32,0	29,7 ± 6,71	43,9 ± 10,1	77,7 ± 9,27
+ Na ₂ SO ₄	3	56,5 ± 14,5	66,4 ± 3,84	40,9 ± 3,61	47,9 ± 10,9	73,1 ± 9,18
+ MgSO ₄	2	47,2 ± 2,33	86,4 ± 2,47	14,6 ± 1,63	43,5 ± 0,71	78,4 ± 5,59
praecaecal						
Kontrollperiode	4	46,2 ± 19,9	-856 ± 82,0	65,8 ± 11,2	70,5 ± 12,3	64,1 ± 14,3
+ Na ₂ SO ₄	2	69,7 ± 13,4	- 16 ± 3,04	67,4 ± 3,54	75,5 ± 5,44	69,9 ± 1,41
+ MgSO ₄	1	13,8	-996	8,2	69,9	62,5

¹⁾ Zahl der Perioden

Tab. 5: Zusammensetzung von Ileumchymus und Kot (g/kg uS)

	n ¹⁾	SO ₄		Mg		Na	
		Ileumchymus	Kot	Ileumchymus	Kot	Ileumchymus	Kot
Kontrollperiode	4	0,44 ± 0,17	1,42 ± 0,27	0,10 ± 0,02	1,15 ± 0,03	3,00 ± 0,26	0,74 ± 0,68
+ Na ₂ SO ₄	3	2,55 ± 1,24	7,08 ± 1,57	0,10 ± 0	0,65 ± 0,16	3,46 ± 0,25	2,52 ± 0,21
+ MgSO ₄	2	3,50 ± 1,58	11,2 ± 0,85	0,87 ± 0,44	4,66 ± 0,34	2,65 ± 0,04	0,09 ± 0,04

¹⁾ Zahl der Perioden, pro Periode n > 4

mittelbar postprandial auch zu einer erhöhten Osmolarität führte (Abb. 2). Ein Teil des Magnesiumsulfates scheint im Ileumchymus nicht dissoziiert und absorptionsfähig zu sein, da beim Pferd unter üblichen Bedingungen eine hohe praecaecale Mg-Absorption (45 bis 60 %) besteht (Meyer et al., 1982 b). Die Relation Magnesium : Sulfat im Ileumchymus (18,8 : 81,2 %) entsprach dem Erwartungswert für wasserfreies Magnesiumsulfat (20 % Mg). Im Dickdarm bestand kein eindeutiger Effekt des Magnesiumsulfates auf die Wasserabsorption (Tab. 3). Der geringe Rückgang der Kottrockensubstanz könnte mit dem absolut höheren Wasserzufluß in den Dickdarm in Zusammenhang stehen.

Die Wirkung von Natriumsulfat war im Dünndarm gering, obwohl Na- und Sulfatkonzentration im Ileumchymus erhöht waren (Tab. 5). Aufgrund der Versuchsbedingungen kann nicht entschieden werden, ob die – an sich – geringe Wasserabsorption im praecaecalen Bereich (Meyer et al., 1982 a) verringert oder die Sekretion gehemmt wurde, so daß per saldo keine wesentlichen Veränderungen eintraten. Die während dieser Periode auffallend niedrige praecaecale Nettosekretion von Natrium (Tab. 4) könnte bei dem hohen Na-Angebot auf einer geringeren Na-Sekretion beruhen, insbesondere mit dem Pankreassaft. Die daraus resultierende abnehmende Pufferkapazität würde den stärkeren Rückgang des pH-Wertes im Ileumchymus nach Natriumsulfat verständlich machen.

Die Wirkung des Natriumsulfates auf die Wasserabsorption im Dickdarm beruht offenbar nicht allein auf osmotischen Effekten, da die Sulfatkonzentration in den Faeces geringer als nach Magnesiumsulfatgaben war (Tab. 5). Ver-

mutlich wird durch die Präsenz von Sulfat die aktive Absorption von Natrium in diesem Bereich beeinträchtigt, so daß Wasser, das normalerweise dem Natrium bei der Darmwandpassage folgt, vermehrt im Darmvolumen verbleibt.

Das Sulfat wurde insgesamt zu 50 bis 70 % absorbiert, vor allem im Dünndarm, ausgenommen während der Magnesiumsulfatgabe. In dieser Periode war die praecaecale Absorption gering, eine größere Sulfatmenge verschwand jedoch im Dickdarmbereich. In diesem Darmabschnitt scheint die Absorption von Schwefel nach Reduktion von Sulfat zu Schwefelwasserstoff möglich, ähnlich wie in den Vormägen der Wiederkäuer (Steinhausen, 1959), bei denen die Sulfatabsorption 70 bis 87 % erreicht (Bouchard et al., 1973). Ob durch den absorbierten Schwefelwasserstoff eine besondere Belastung der Leber entsteht, die bei einem disponierten Pferd zu Störungen im Leberstoffwechsel führt, bleibt offen.

Die geprüften Sulfate hatten keinen Einfluß auf den intestinalen Ca- und K-Stoffwechsel. Beim Rind soll durch Magnesiumsulfat die Ca-Verdaulichkeit abnehmen (Palmer et al., 1928).

Insgesamt kann aus den vorliegenden Befunden abgeleitet werden, daß Magnesiumsulfat, wenn überhaupt, eventuell bei Ileumobstipationen eingesetzt werden kann, beim Dünndarmverschluss dagegen kontraindiziert ist. Eine günstige Wirkung ist eventuell bei Eindickung des Caecuminhaltes zu erwarten. Andererseits können vom Glaubersalz positive Wirkungen im Dickdarmbereich, insbesondere bei Colonobstipationen, erwartet werden.

Literatur

- Bouchard, R., und Conrad, H. R. (1973): Sulfur requirement of lactating dairy cows. Sulfur balance and dietary supplementation. J. Dairy Sci. 56, 1256–1282.
- Lindner, A., Schmidt, M., Meyer, H., und Teleb, H. M. (1984): Veränderungen des intestinalen sowie intermediären Wasser- und Elektrolytstoffwechsels bei Pferden mit chronischem Na-Mangel. Ztschr. Tierphys. Tierernährung und Futtermittelkde 52, 155–176.
- Meyer, H., Pferdekamp, M., und Huskamp, B. (1979): Untersuchungen über die Verdaulichkeit und Verträglichkeit verschiedener Futtermittel bei typhlektomierten Ponys. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 86, 384–390.
- Meyer, H., Muuss, H., Goldenhaupt, V., und Schmidt, M. (1982 a): Intestinaler Wasser-, Na- und K-Stoffwechsel beim Pferd. Fortschr. Tierphysiol. und Tierernährung, Heft 13, 52–60.
- Meyer, H., Schmidt, M., Lindemann, G., und Muuss, H. (1982 b): Prä- und postileale Verdaulichkeit von Mengen- und Spurenelementen beim Pferd. Fortschr. Tierphysiol. und Tierernährung, Heft 13, 61–69.

Muuss, H., Meyer, H., und Schmidt, M. (1982): Entleerung und Zusammensetzung des Ileumchymus beim Pferd. Fortschr. Tierphysiol. und Tierernährung, Heft 13, 13–23.

Palmer, L. S., Eckles, C. H., und Schütte, D. J. (1928): Mg SO₄ as a factor in retention of Ca and P in cattle. Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. 26, 58–62.

Steinhausen, M. (1959): Untersuchungen über den H₂S-Gehalt im Pansen-saft des Rindes, Vet. Diss., Hannover.

Prof. Dr. H. Meyer
Institut für Tierernährung
Tierärztliche Hochschule
Bischofsholer Damm 15
D-3000 Hannover 1