

# Schweißbildung und -zusammensetzung beim Esel

E. Landes und H. Meyer

Institut für Tierernährung der Tierärztlichen Hochschule Hannover

## Einleitung

Im Gegensatz zum Pferd ist beim Esel nur wenig über die Schweißmenge und -zusammensetzung bekannt. Nach *Schmidt-Nielsen et al.* (1957), die die Schweißbildung beim Esel untersuchten, nahm die Schweißproduktion mit steigender Umgebungstemperatur linear zu bis maximal 6,9 ml/kg KM/h. *Robertshaw* und *Taylor* (1968, 1969) beschäftigten sich mit der Funktion der Schweißdrüse und den Kontrollmechanismen, denen diese Drüse unterliegt, nach Stimulation durch Hitze, Bewegungsbelastung oder Medikamente. Konkrete Angaben über die Schweißmenge und -zusammensetzung beim Esel wurden bisher nur von *Dill et al.* (1979) gemacht. Die an 2 Tieren während einer 8- bis 10stündigen Bewegung (5,1 km/h) bei starker Sonneneinstrahlung durchgeführte Untersuchung ergab, daß die Tiere etwa 6,6 ml Schweiß/kg KM/h (5,5 bis 9,9 ml/m<sup>2</sup>/min) abgaben und der Schweiß 0,6 bis 1,1 g Chlorid, 0,2 bis 0,5 g Natrium und 0,1 bis 0,3 g Kalium pro l enthielt. In der folgenden Untersuchung mit Eseln und einer anderen Untersuchungstechnik (Schweißsattel, Bewegung auf dem Laufband) sollten die bislang bekannten Daten überprüft und erweitert werden.

## Material und Methoden

Für die Untersuchungen standen insgesamt 4 Esel zur Verfügung (Tab. 1).

Die Esel wurden täglich auf einem in Geschwindigkeit und Steigung regulierbaren Laufband 1 Stunde bei 5 Prozent Steigung bewegt, wobei eine gleichmäßige Bewegungsleistung aller Tiere nicht erreicht werden konnte. Ein Tier war trotz ausreichender und langsamer Gewöhnung nicht in einer schnelleren Gangart als im Schritt zu bewegen. Auch die restlichen Esel zeigten individuelle Unterschiede in der Dauer von Schritt- und Trabphasen, und teilweise blieb die Bewegungsintensität an verschiedenen Tagen bei demselben Tier unterschiedlich. Die Umgebungstemperaturen variierten bei den einzelnen Tieren, da die Versuche zu unterschiedlichen Jahreszeiten stattfanden (Tab. 2).

## Zusammenfassung

Bei 4 Eseln wurden während einer einstündigen Bewegung (Trab/Schritt) Schweißmenge und -zusammensetzung bestimmt. Die Schweißmenge erreichte rund 5 ml/kg KM/h. Der Gehalt an Mineralien pro l Schweiß war wie folgt: Na 2,3 g; K 2,2 g; Cl 6,0 g; Ca 0,12 g; Mg 0,09 g; P 0,03 g; Cu 1,5 mg; Zn 22,3 mg; Fe 9,7 mg.

## Sweat production and sweat composition in the donkey

In 4 donkeys sweat production and -composition were investigated during 1 hour exercising (trot, walking) on a treadmill. Sweat production reached about 5 ml/kg BW/h. The concentration of minerals per l sweat was as follows: Na 2.3 g; 2.2 g; Cl 6.0 g; Ca 0.12 g; Mg 0.09 g; P 0.03 g; Cu 1.5 mg; Zn 22.3 mg; Fe 9.7 mg.

Der geschorene Rücken im Bereich der Sattellage wurde vor Beginn der Schweißgewinnung gewaschen, anschließend mit destilliertem Wasser und Alkohol mehrmals gereinigt und abgetrocknet. Der an dieser Stelle entstandene Schweiß konnte mit Hilfe eines Schweißsattels, der an seiner Unterseite beidseitig festabschließende Kammern mit aschefreiem Fließpapier enthielt, aufgesaugt werden (*Winkel*, 1977). Die Fließblätter wurden nach dem Laufen in Plastiktüten eingeschweißt, bis zur Analyse bei -20 °C aufbewahrt und die gewonnene Schweißmenge aus der Gewichts-differenz des Fließpapiers vor und nach der Belastung bestimmt.

Die Schweißproduktion wurde sowohl durch Wiegen der Tiere vor und nach dem Lauf - unter Abzug der Kotverluste - als auch mittels der Oberflächenformen nach *Brody* (1964) für Pferde ( $S=0,1 LM^{0.64}$ ) abgeschätzt. Dabei wird die pro Sammelfläche (552 cm<sup>2</sup>) gemessene Schweißmenge auf die Gesamtkörperoberfläche ( $S$  in m<sup>2</sup>; *Meyer et al.*, 1990) extrapoliert. Für die Analyse wurde das mit Schweiß getränkte Fließpapier in schmale Streifen geschnitten und in 10prozentiger heißer HNO<sub>3</sub>-Lösung in Meßkolben ausgewaschen. Die Messungen von Natrium und Kalium erfolgten mit dem Flammenemissionsverfahren, von Chlorid mittels coulometrischer Titration und Phosphor photometrisch (*Gericke* und *Kurmies*, 1952). Magnesium, Calcium sowie Kupfer, Zink und Eisen konnten durch das Atomabsorptionsverfahren bestimmt werden.

Zur statistischen Auswertung wurden der Mittelwert und die Standardabweichung als Maß für die Streuung berechnet. Der Mittelwertvergleich erfolgte mit der Grenzdifferenz ( $p < 0,05$ ) aus dem *Tukey*-Test, Abhängigkeiten und Beziehungen wurden durch Korrelations- und Regressionsberechnungen erfaßt. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) wird mit  $< 5$  Prozent als signifikant (\*), mit  $< 1$  Prozent als hoch signifikant (\*\*) und mit  $< 0,1$  Prozent als sehr hoch signifikant (\*\*\*) eingestuft.

## Ergebnisse und Diskussion

### Schweißmenge

Die durchschnittliche durch Gewichts-differenz ermittelte Schweißmenge (Tab. 3) war bei den einzelnen Tieren mit 4,6 bis 6,6 ml/kg KM/h trotz Variationen von Bewegungs-

Tab. 1: Versuchstiere

Tier-Nr.	Geschlecht	Körpermaße kg	Alter Jahre
1	männl.	133	4
2	weibl.	138	12
3	weibl.	163	6
4	weibl.	163	7

Tab. 2: Mittlere Belastung der einzelnen Tiere und Umgebungstemperatur während der Belastung

Tier-Nr.	Schritt <sup>1)</sup> min	Trab <sup>2)</sup>	Umgebungstemperatur °C
1	40	20	18–32
2	45	15	7–10
3	40	20	11–17
4	60	0	10–15

<sup>1)</sup> starker Schritt; Geschwindigkeit je nach Größe des Tieres zwischen 67 und 83 m/min.

<sup>2)</sup> leichter Trab; Geschwindigkeit je nach Größe des Tieres zwischen 92 und 127 m/min.

intensität und Umgebungstemperatur bemerkenswert einheitlich, allerdings beim Esel 1 mit der höchsten Aktivität und Umgebungstemperatur am ausgeprägtesten. Die Werte stimmen mit früheren Beobachtungen von Schmidt-Nielsen et al. (1957) und Dill et al. (1979) gut überein.

Die Beziehung zwischen der berechneten Schweißmenge (Gewichtsdifferenz vor und nach Belastung [x]) und Extrapolation von der Testfläche auf die Gesamtkörperoberfläche (y) war – anders als beim Pferd ( $r = 0,74^{***}$ ;  $n = 64$ ; Meyer et al., 1990) – beim Esel relativ gering ( $r = 0,44^*$ ;  $n = 33$ ). Sie wird erwartungsgemäß um so schwächer sein, je niedriger die Schweißrate, da die Wasserabgabe über den Respirationstrakt ein relativ großes Gewicht bekommt. Außerdem kann die beim Pferd unterstellte Annahme, daß die Schweißbildung in der Sattelage für den Gesamtkörper repräsentativ sei, beim Esel nicht zutreffend sein. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine verstärkte Schweißbildung vorwiegend am Ohrgrund, Hals und zwischen den Hinterbeinen beobachtet.

### Schweißzusammensetzung

Der Eselschweiß enthält erhebliche Mengen an Elektrolyten (Tab. 4).

Tab. 4: Durchschnittliche Schweißzusammensetzung und Schwankungsbreite beim Esel

Element	Esel	(n) <sup>1)</sup>	Variationsbreite zwischen Tieren	Pferd <sup>2)</sup>
g/l				
Na	2,3 ± 0,5	(32)	2,1 – 2,5	3,1
K	2,2 ± 0,5	(32)	2,6 – 1,8	1,6
Cl	6,0 ± 1,0	(32)	5,0 – 6,7	5,5
Ca	0,12 ± 0,06	(32)	0,07– 0,15	0,12
Mg	0,09 ± 0,03	(32)	0,06– 0,12	0,05
P	0,03 ± 0,02	(32)	0,01– 0,05	<0,01
mg/l				
Cu	1,5 ± 1,0	(27)	0,8 – 2,1	0,3
Zn	22,3 ± 9,2	(26)	17,3 – 26,8	11
Fe	9,7 ± 10,3	(25)	1,7 – 19,2	5

<sup>1)</sup> Anzahl der Proben

<sup>2)</sup> Mittelwerte für verschiedene Schriftumsangaben (MEYER 1992)

Tab. 3: Durchschnittliche Schweißmenge (ml/kg KM/h;  $\bar{x} \pm s$ )

Tier-Nr.	(n) <sup>1)</sup>	
1	(10)	6,6 ± 2,1
2	(5)	5,0 ± 0,7
3	(8)	4,6 ± 1,1
4	(8)	5,1 ± 0,9
	(31)	5,4 ± 1,6

<sup>1)</sup> Anzahl der Läufe pro Tier

Zwischen den Tieren bestanden individuelle, teils signifikante Schwankungen, wobei aber nicht einem Tier immer höhere oder niedrigere Werte zugeordnet werden konnten. Zwischen der Na- und Cl-Konzentration bestand eine lineare Beziehung ( $r = 0,76^{***}$ ;  $n = 32$ ), während zwischen Natrium und Kalium ( $r = 0,28$ ) und zwischen Kalium und Chlorid ( $r = 0,33$ ) keine signifikanten Beziehungen nachzuweisen waren. Schweißmenge (y) und die Elektrolytgehalte (x) korrelierten nicht miteinander ( $r < 0,34$ ).

Überraschend sind die erheblich niedrigeren Elektrolytwerte nach Dill et al. (1979) im Vergleich zu den eigenen Ergebnissen. Hier könnte die völlig andere Versuchstechnik von Bedeutung gewesen sein. Dill et al. (1979) wuschen den mittleren Körperbereich 3mal mit 7,5 l destilliertem Wasser ab und rechneten die darin gefundenen Elektrolytgehalte auf die durch Gewichts-differenz ermittelte und um die insensiblen Wasserverluste korrigierte Schweißmenge um. Bei dieser Prozedur sind erhebliche Fehler infolge der Verdünnung und möglicherweise auch durch eine unvollständige Erfassung der an den Haaren haftenden Elektrolyte vorstellbar. Die hohen eigenen Werte könnten durch Wasserverdunstung entstanden sein. Doch dies erscheint aufgrund des festen Abschlusses vom Schweißsattel nahezu ausgeschlossen, darüber hinaus standen die mit dieser Methode beim Pferd gewonnenen Daten (Meyer et al., 1990) mit Werten anderer Autoren (Kerr et al., 1980, Kerr und Snow, 1983) mit unterschiedlicher Methode der Schweißgewinnung in guter Übereinstimmung. Im Vergleich zum Pferdeschweiß enthält der Schweiß der Esel geringere Gehalte an Natrium, aber höhere an Kalium und Chlorid (Tab. 4). Bei der geringen Zahl von Proban-

den sind Speziesvergleiche noch nicht gerechtfertigt, da auch beim Pferd erhebliche individuelle Varianten vorkommen. Die Summe von Natrium und Kalium war auch auf molarer Basis ähnlich wie beim Pferd (Esel: 157 mmol/l; Pferd: 176 mmol/l). Die kurze und geringe Belastung der Esel kann bei Kalium und Chlorid ebenfalls eine Rolle gespielt haben, da bei Pferden im Anfangsschweiß höhere Werte beobachtet werden (Kerr und Snow, 1983).

Die Mengenelemente Calcium, Magnesium und Phosphor lagen im Eselschweiß in einer geringeren Konzentration vor als die Elektrolyte. Die Gehalte von Calcium und Magnesium sind mit den Werten beim Pferd fast identisch, während Phosphor höher als im Pferdeschweiß war (Meyer et al., 1990). Beim Pferd hängen die Mengenelementkonzentrationen im Schweiß von der Dauer und Intensität der Belastung ab und sind nach längerer Schweißabgabe niedriger als zu Belastungsbeginn. Ob diese Beobachtungen auch beim Esel zutreffen, konnte in dieser Untersuchung nicht festgestellt werden.

Auch im Eselschweiß kommen Spurenelemente vor (Tab. 4). Die Gehalte an Kupfer, Zink und Eisen lagen in Größenordnungen ähnlich wie beim Pferd (Meyer, 1992). Auffallend ist eine starke Streuung der Werte, besonders ausgeprägt beim Eisen. Ursache könnten kleine, nicht sichtbare Verletzungen der Haut sein.

Aus der vorliegenden Untersuchung ist abzuleiten, daß Esel ähnlich wie Pferde schwitzen, doch infolge der ihnen eigenen selbstregulatorischen Bewegungsintensität temporär kaum eine kritische Wasser- und Elektrolytverarmung erreichen werden. Bei der Fütterung von arbeitenden Eseln ist die Versorgung mit Elektrolyten aber zu beachten (pro 100 kg KM/h zusätzlich etwa 1,2 g Natrium und Kalium sowie 3 g Chlorid), während die Substitution von Calcium, Magnesium und Phosphor nicht berücksichtigt werden muß. Die stündlich mit dem Schweiß abgegebenen Mengen an Zink, Kupfer und Eisen liegen in der Größenordnung von 5 bis 10 Prozent des täglichen Erhaltungsbedarfes (sofern Werte beim Pferd zugrunde gelegt werden; Meyer 1992) und bedürfen nur bei längerdauernder Belastung Beachtung in der Fütterung.

## Literatur

- Brody, S. (1964): Bioenergetics and growth. Hafner, New York.
- Dill, D. B., Sobolt, L. F., Miller, J., Hastings, R. H., und Goudy, T. S. (1979): Properties of sweat, burro (*Equus asinus*) and man. *Comp. Biochem. Physiol.* 62 A, 317–320.
- Gericke, S., und Kurmies, B. (1952): Die kolorimetrische Phosphorsäurebestimmung mit Ammonium-Vanadat-Molybdat und ihre Anwendung in der Pflanzenanalyse. *Z. Pflanzenernährg., Düngung und Bodenkunde* 59, 235–247.
- Kerr, M. G., und Snow, D. H. (1983): Composition of sweat of the horse during prolonged epinephrine (adrenalin) infusion, heat exposure, and exercise. *Am. J. Vet. Res.* 44, 1571–1577.
- Kerr, M. G., Mundro, C. D., und Snow, D. H. (1980): Equine sweat composition during prolonged heat exposure. *J. Physiol.* 307, 52–53.
- Meyer, H., Heilemann, M., Hipp-Quarton, A., Perez Noriega, H., und Gomda, Y. (1990): Schweißmenge und Schweißzusammensetzung beim Pferd. *Fortschr. Tierphysiol. Tierernährg.* Heft 21, 21–34. Verlag Paul Parey; Hamburg und Berlin.
- Meyer, H. (1992): *Pferdefütterung*, 2. Auflage. Verlag Paul Parey; Hamburg und Berlin.
- Robertshaw, D., und Taylor, C. R. (1968): The control of sweating in the donkey. *J. Physiol.* 197, 81–82.
- Robertshaw, D., und Taylor, C. R. (1969): Sweat gland function of the donkey (*Equus asinus*). *J. Physiol.* 205, 79–89.
- Schmidt-Nielsen, K., Schmidt-Nielsen, B., Jarnum, S. A., und Houpt, T. R. (1957): Body temperature of the camel and its relation to water economy. *Am. J. Physiol.* 188, 103–112.
- Winkel, C. (1977): Untersuchungen über Schweißmenge und -zusammensetzung des Pferdes unter besonderer Berücksichtigung der Eiweißversorgung. Hannover, Vet. Diss., Hannover.

Dr. E. Landes  
Professor Dr. H. Meyer  
Institut für Tierernährung  
Bischofsholer Damm 15  
30173 Hannover  
Telefon (05 11) 8 56 75 08

## Kurzreferat

# Zu der Surfactantphospholipid-zusammensetzung im Tracheobronchialekret des Pferdes und ihrer klinischen Relevanz für die Beurteilung des Lungenstatus bei chronisch lungenkranken Pferden

M. Dörwald, G. Vanden Bossche und A. Gerull (1991)

Wien. Tierärztl. Mschr. 78, 118–126

Es wurden 15 respiratorisch gesunde und an chronisch obstruktiver Bronchitis (COB) erkrankte Pferde untersucht, um deren Surfactant-Phospholipid-(SPL-)Zusammensetzung zu vergleichen. Nach klinischer und bronchoskopischer Untersuchung wurde bei allen Tieren eine Trachealspülung durchgeführt und die zurückgewonnene Trachealspülflüssigkeit (TSFL) zur weiteren biochemischen Analyse herangezogen. Im Vergleich zu den gesunden Pferden war der Phosphatidylcholin-(PC-)Anteil am SGPL bei den lungenkranken Tieren signifikant niedriger, der Phosphatidylglyzerin-(PG-)Anteil jedoch höher. Aufgrund dieser entgegengesetzten Veränderungen der PC- und PG-Fraktionen bei den lungenkranken Pferden wird die krankheitsbedingte Verschiebung in der Zusammensetzung des SGPL-Gehaltes am deutlichsten anhand eines signifikant kleineren PC/PG-Quotienten. Demnach erweist sich dieser Quotient als ein interessanter Parameter bei der klinischen Untersuchung auf das Vorliegen einer chronisch obstruktiven Bronchitis.