

# Vergleichende Aspekte zur Futterpassagezeit bei Equiden

M. Lechner-Doll, G. Becker und W. v. Engelhardt

Physiologisches Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover

*Schlüsselwörter: Esel, Futteraufnahme, Dornbuschsavanne*

## Einleitung

Wildlebende Equiden (vor allem Zebras, aber auch Esel) sind auf den Steppen Ost- und Südafrikas in großer Zahl zu finden. Diese Equiden sind offensichtlich in der Lage, sich in Konkurrenz mit Wiederkäuern gut zu behaupten. Selbst auf sehr heterogenen Weiden der Dornbuschsavanne sind Zebras und Esel überwiegend Grasfresser (Coppock et al., 1986; Rutagwenda et al., 1990) und konkurrieren daher mit den großen, für die Zelluloseverdauung gut eingerichteten Rindern, Büffeln, Schafen und Antilopen. Die Zelluloseverdauung der Equiden ist dabei deutlich ungünstiger als die der Wiederkäuer (Janis, 1976; Van Soest et al., 1983), was durch die sehr viel kürzere Verweilzeit der Futterpartikel im Verdauungskanal erklärt werden kann (Janis, 1976; Udén et al., 1982). Die Futteraufnahme der Equiden, bezogen auf die Lebendmasse, scheint dagegen deutlich höher zu sein als etwa die von Schafen (Heinlein et al., 1966).

Bei Rindern und Schafen, die auf einer Dornbuschsavanne weiden, wurde beobachtet, daß sich während der Umstellung von Regenzeit- auf die Trockenzeitweide das Vormagenvolumen um 39 bzw. 55 Prozent vergrößerte und die Retentionszeit der Futterpartikel im Vormagen dabei um 27 bzw. 46 Prozent zunahm. Dadurch kommt es zu einer verbesserten Ausnutzung schwer und langsam verdaulicher Pflanzengerüstsubstanzen, die in der Trockenzeit einen erheblich größeren Anteil im Futter haben als in der Regenzeit (Lechner-Doll et al., 1990). Eine Anpassung der Equiden an höhere Faseranteile und damit geringere Verdaulichkeit des Futters in der Trockenzeit könnte durch eine erhöhte Futteraufnahme erfolgen. Frühere vergleichende Untersuchungen zwischen Ponys und Schafen (Heinlein et al., 1966; Darlington und Hershberger, 1968) konnten bei höheren Fasergehalten im Futter zwar keine Zunahme der Futteraufnahme bei den Ponys beobachten, aber die Futteraufnahme der Schafe nahm bei faserreicher Fütterung wesentlich stärker ab. Die vorliegende Untersuchung soll klären, ob Esel bei der Anpassung an Trockenzeitweiden die Futteraufnahme erhöhen können.

## Zusammenfassung

Saisonale Unterschiede der Kotalausscheidung sowie die Verweilzeiten von Futterpartikeln und von Flüssigkeit im Verdauungskanal von Eseln auf einer Dornbuschsavanne wurden mit Hilfe der Marker Cr-EDTA und Cerium- oder Samarium-markierter Pflanzenfasern untersucht. Futterpartikel wurden im Verdauungskanal der Esel 1,2mal länger retiniert als die Flüssigkeit. Die Ingestaretention war saisonunabhängig. Während der Trockenzeit wurde mit  $17.3 \pm 3.0 \text{ g.d}^{-1}.\text{kg}^{-1}$  ca. 60 Prozent mehr Kot (Trockenmasse) ausgeschieden als in der Regenzeit ( $10.8 \pm 2.5 \text{ g.d}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ). Diese Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Esel die geringere Verdaulichkeit der Futterpflanzen in der Trockenzeit durch eine erhöhte Futteraufnahme teilweise kompensieren können.

## Comparative aspects of digesta passage in equines

Seasonal differences of fecal excretions and of fluid and particle retention times in the gastrointestinal tract of donkeys were studied. The animals were grazing on a thornbush savannah pasture. The fluid marker Cr-EDTA and Cerium- or Samarium-mordanted fiber as particular marker were used. Particles were retained in the digestive tract of the donkeys 1.2 times longer than fluid. There was no seasonal difference in retention times. A selective retention of particles according to their size was not found. When pasture was dry, fecal excretion was  $17.3 \pm 3.0 \text{ g.d}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ . This was 60 % more than in green season with  $10.8 \pm 2.5 \text{ g.d}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ .

These observations suggest, that donkeys compensate for the lower digestibility during dry season by increasing intake which results in higher fecal excretion and fill of the digestive tract.

## Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden überwiegend auf einer Feldstation im Norden Kenias an Eseln durchgeführt (Lechner-Doll et al., 1990; Rutagwenda et al., 1990). Die Tiere wurden traditionell auf einem Areal von ca. 150 km<sup>2</sup> gehütet und hatten von 8 bis 18 Uhr Weidegang. Nachts wurden sie zum Schutz vor Raubtieren in einer Umzäunung ohne Futter gehalten. Wasser stand einmal am Tag ad lib. zur Verfügung. Die Weidesituation ist durch eine bimodale Verteilung der Niederschläge mit starken Unterschieden des Futterangebotes zwischen Regen- und Trockenzeit gekennzeichnet. An 9 Eseln im Gewicht von 150 bis 210 kg wurden Verweilzeiten der Flüssigkeit und von Futterpartikeln bestimmt. Als Flüssigkeitsmarker diente Cr-EDTA (Binnerts et al., 1968), zur Markierung der Partikelfraktion wurden Cerium-markierte, nach Udén et al. (1980) vorbereitete 2 mm große Heupartikel verwendet. Beide Marker wurden den Eseln gleichzeitig über eine Nasenschlundsonde zusammen mit 3 l Wasser eingegeben. Kotproben wurden 5 Tage aus dem Rektum im Abstand von 2 bis 6 Std. gesammelt. Die Bestimmung der Markergehalte in den Kotproben erfolgte nach Neutronenaktivierung (Heller et al., 1986). Die Berechnung der mittleren Verweilzeit der Marker im Verdauungskanal der Esel erfolgte durch einfache Integration der Markerexkretionskurve nach Thielemans et al. (1978).

Zur Messung der täglich ausgeschiedenen Kotmenge wurden den Versuchstieren täglich 2mal 10 g Cerium- oder Samarium-markierte Futterpartikel als externer Marker für 8 Tage, aus der Hand zusammen mit einer kleinen Menge Zucker, gefüttert. Die Markergehalte im Kot wurden ebenfalls nach Neutronenaktivierung gemessen (Heller et al., 1986). Die täglich ausgeschiedene Kotmenge berechnet sich als  $k = m \cdot c^{-1}$ .

k: täglich ausgeschiedene Kotmenge (kg/Tag)

m: täglich gegebene Markermenge (mg/Tag)

c: Markerkonzentration im Kot (mg/kg)

Zur Überprüfung der so berechneten Kotscheidung wurde bei 4 Tieren eine quantitative Kotsammlung mit Hilfe von Kotsammelbeuteln durchgeführt. Die täglich ausgeschiedene Kotmenge lag dabei um durchschnittlich  $0,17 \pm 15,9$  Prozent über den berechneten Werten.

Ergänzend zu den oben genannten Untersuchungen wurde die Partikelgrößenverteilung im Chymus der einzelnen Dickdarmabschnitte von Schlachttieren (4 Ponys, Heufütterung) bestimmt. Dazu wurden Teilproben (ca. 30 g Frischgewicht) des Inhalts von Zäkum, ventralem Kolon, dorsalem Kolon und aus dem Colon descendens entnommen und mit Hilfe einer Naßsiebetechnik (Allen et al., 1984) über eine Kaskade von Sieben mit 4, 2, 1, 0,5, 0,25 und 0,125 mm Porenweite getrennt. An die kumulative Partikelgrößenverteilung (Trockenmasse über dem jeweiligen Sieb) wurde iterativ eine Rosin-Rammler-Kurve angepaßt, mit deren Hilfe sich das geometrische Mittel der Partikelgrößen berechnen läßt (Pond et al., 1984).

Die Ergebnisse sind als arithmetisches Mittel mit Standardabweichung angegeben. Unterschiede wurden mit dem t-Test nach Student für unabhängige bzw. abhängige Stichproben auf Signifikanz geprüft.

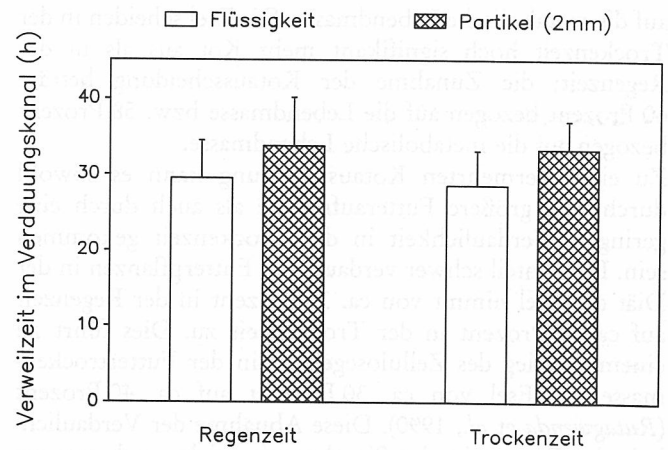
## Ergebnisse und Diskussion

Die mittlere Partikelgröße, der Anteil großer (> 2 mm) und kleiner (0,25 bis 0,125 mm) Partikel im Dickdarminhalt der mit Heu gefütterten Ponys ist in Tabelle 1 dargestellt.

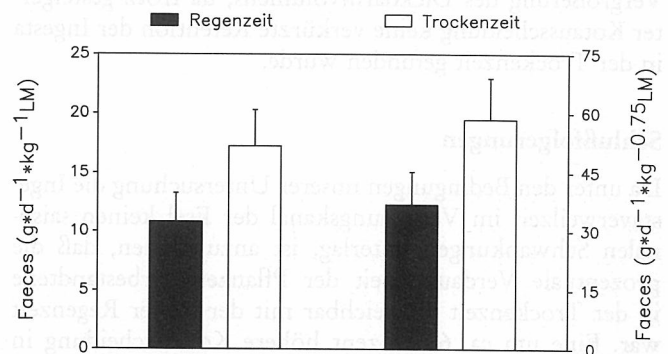
Die mittlere Partikelgröße sowie der Anteil großer und kleiner Partikel im Chymus der verschiedenen Dickdarmabschnitte ist nicht signifikant verschieden. Es kommt nicht zu einer selektiven Retention von Ingestapartikeln unterschiedlicher Größe im Dickdarm der Ponys. Die hohen Streuungen der Partikelgrößenzusammensetzung

**Tab. 1:** Mittlere Partikelgröße ( $\bar{x}$ ) als geometrisches Mittel, Ingestaanteile über dem 2-mm-Sieb und auf dem kleinsten Sieb (0,125 mm) in % der Trockenmasse in verschiedenen Abschnitten des Dickdarms (n = 4)

	Zäkum	ventrales Colon	dorsales Colon	Colon descen.
$\bar{x}$ (mm)	1,79 ± 0,51	2,09 ± 0,60	1,96 ± 0,60	2,56 ± 1,03
gr. Part. (%)	27,9 ± 8,5	32,7 ± 10,5	29,8 ± 14,7	37,6 ± 14,3
kl. Part. (%)	4,27 ± 3,31	2,59 ± 1,76	4,04 ± 0,84	2,83 ± 0,71



**Abb. 1:** Verweilzeit von Flüssigkeit und kleinen Futterpartikeln im Verdauungskanal von Eseln auf einer Dornbuschsavanne während Regenzeit und Trockenzeit (n = 9).



**Abb. 2:** Täglich ausgeschiedene Kotmenge (Trockenmasse) von Eseln während Regenzeit (n = 15) und Trockenzeit (n = 9) auf einer Dornbuschsavanne. Die linken Säulen beziehen die Kotmenge auf die Lebendmasse (LM), die rechten Säulen beziehen die Kotmenge auf die metabolische Lebendmasse (LM<sup>0.75</sup>)

können durch individuell unterschiedliche Kauaktivität der Ponys bedingt sein.

Abb. 1 zeigt die Verweilzeit von Flüssigkeit und kleinen Futterpartikeln im gesamten Verdauungskanal von Eseln auf einer Dornbuschsavanne. Die Partikel werden 1,15- bis 1,2mal länger retiniert als die Flüssigkeit. Dieser Unterschied ist im gepaarten t-Test hoch signifikant. Ein Einfluß der saisonal unterschiedlichen Weide wurde nicht gefunden. Die Passagezeit der Flüssigkeit wurde dabei möglicherweise durch die große Flüssigkeitsmenge bei der Eingabe (3 l) etwas unterschätzt.

Vergleichende Messungen an Wiederkäuern und Kamelen auf derselben Weide zeigten, daß bei Schafen und Ziegen kleine Partikel ca. 2mal und bei Rindern und Kamelen ca. 3mal länger retiniert wurden als die Flüssigkeit (Lechner-Doll et al., 1990). Diese Beobachtungen decken sich mit vergleichbaren Untersuchungen von Udén et al., (1982). Im Gegensatz zu den Eseln nimmt die Retentionszeit der Ingesta in der Trockenzeit bei den Wiederkäuern erheblich zu, was zu einer Verbesserung der Zelluloseverdauung führt, jedoch die Futteraufnahme aufgrund der vermehrten Vormagenfüllung möglicherweise einschränkt.

Abb. 2 zeigt die täglich ausgeschiedenen Kotmengen der Esel als Mittelwerte bezogen auf die Lebendmasse sowie

auf die metabolische Lebendmasse. Die Esel scheiden in der Trockenzeit hoch signifikant mehr Kot aus als in der Regenzeit; die Zunahme der Kotausscheidung beträgt 60 Prozent bezogen auf die Lebendmasse bzw. 58 Prozent bezogen auf die metabolische Lebendmasse.

Zu einer vermehrten Kotausscheidung kann es sowohl durch eine größere Futteraufnahme als auch durch eine geringere Verdaulichkeit in der Trockenzeit gekommen sein. Der Anteil schwer verdaulicher Futterpflanzen in der Diät der Esel nimmt von ca. 35 Prozent in der Regenzeit auf ca. 70 Prozent in der Trockenzeit zu. Dies führt zu einem Anstieg des Zellulosegehalts in der Futtertrockenmasse der Esel von ca. 30 Prozent auf ca. 40 Prozent (Rutagwenda et al., 1990). Diese Abnahme der Verdaulichkeit des Futters in der Trockenzeit reicht nach unserer Ansicht nicht aus, um die erhöhte Kotausscheidung in vollem Umfang zu erklären. Es kommt offensichtlich zu einer Vergrößerung des Dickdarmvolumens, da trotz gesteigerter Kotausscheidung keine verkürzte Retention der Ingesta in der Trockenzeit gefunden wurde.

### Schlußfolgerungen

Da unter den Bedingungen unserer Untersuchung die Ingestaverweilzeit im Verdauungskanal der Esel keinen saisonalen Schwankungen unterlag, ist anzunehmen, daß die prozentuale Verdaulichkeit der Pflanzenfaserbestandteile in der Trockenzeit vergleichbar mit der in der Regenzeit war. Eine um ca. 60 Prozent höhere Kotausscheidung in der Trockenzeit deutet darauf hin, daß Esel im Gegensatz zu den Wiederkäuern auf der gleichen Weide in der Lage sind, die in der Trockenzeit geringere Verdaulichkeit des Futters durch eine gesteigerte Futteraufnahme zu kompensieren.

### Danksagung

Diese Arbeit wurde durch Mittel der Europäischen Gemeinschaft gefördert (TS2\*0233-EDB). Die Bestrahlung der Proben wurde am Forschungsreaktor des Deutschen Krebsforschungszentrums in Heidelberg durchgeführt, wofür wir uns herzlich bedanken.

### Literatur

- Allen, M. S., Robertson, J. B., und Van Soest, P. J. (1984): A comparison of particle size methodologies and statistical treatments. In "Techniques in particle size analysis of feed and digesta in ruminants." (P. M. Kennedy, ed.). 39 - 56 Can. Soc. Anim. Sci. occ. publ. 1, Edmonton, Alberta, Canada.
- Bimmerts, W. T., Van't Kloosters, A. T., und Frens, A. M. (1968): Soluble chromium indicator measured by atomic absorption in digestion experiments. *Vet. Rec.* 82, 470.
- Coppock, D. L., Swift, D. M., und Ellis, J. E. (1986): Seasonal nutritional characteristics of livestock diets in a nomadic pastoral ecosystem. *J. Appl. Ecol.* 23, 585 - 595.

- Darlington, J. M., und Hershberger, T. V. (1968): Effect of forage maturity, digestibility, intake and nutritive value of alfalfa, timothy and orchard grass by equine. *J. Anim. Sci.* 27, 1572 - 1576.
- Heinlein, E. F. W., Holdren, R. D., und Yoon, R. M. (1966): Comparative responses of horses and sheep to different physical forms of alfalfa hay. *J. Anim. Sci.* 25, 740 - 743.
- Heller, R., Lechner, M., Weyreter, H., und Engelhardt, W. v. (1986): Fore-stomach fluid volume and retention time of fluid and particles in the gastrointestinal tract of the camel. *J. Vet. Med. A.* 33, 396 - 399.
- Janis, C. (1976): The evolutionary strategy of the equidae and the origins of rumen and caecal digestion. *Evolution* 30, 757 - 774.
- Lechner-Doll, M., Rutagwenda, T., Schwartz, H. J., Schultka, W., und Engelhardt, W. v. (1990): Seasonal changes of ingesta mean retention time and forestomach fluid volume in indigenous camels, cattle, sheep, and goats grazing a thornbush savannah pasture in Kenya. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 115, 409 - 420.
- Pond, K. R., Tolley, E. A., Ellis, W. C., und Matis, J. H. (1984): A method for describing the weight distribution of particles from sieved forage. In "Techniques in particle size analysis of feed and digesta in ruminants." (P. M. Kennedy, ed.). 39 - 56. Can. Soc. Anim. Sci. occ. publ. 1, Edmonton, Alberta, Canada.
- Rutagwenda, T., Lechner-Doll, M., Schwartz, H. J., Schultka, W., und Engelhardt, W. v. (1990): Dietary preference and degradability of forage on a semiarid thornbush savannah by indigenous ruminants, camels and donkeys. *Anim. Feed Sci. Tech.* 31, 179 - 192.
- Thielemans, M. F., François, E., Bodart, C., und Thewis, A. (1978): Mesure du transit gastro-intestinal chez le porc à l'aide des radiolanthanides. Comparaison avec le mouton. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 18, 237 - 247.
- Udén, P., Colucci, P. E., und Van Soest, P. J. (1980): Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta rate of passage studies. *J. Sci. Food Agric.* 31, 625 - 632.
- Udén, P., Rounsaville, T. R., Wiggins, G. R., und Van Soest, P. J. (1982): The measurement of liquid and solid digesta retention in ruminants, equines and rabbits given timothy (*Phleum pratense*) hay. *Br. J. Nutr.* 48, 329 - 339.
- Van Soest, P. J., Jeraci, J., Foose, T., Wrick, K., und Ehle, F. (1983): Comparative fermentation of fibre in man and other animals. In: Wallace, G., Bells, L., (eds). *Fibre in Human and Animal Nutrition*. Wellington, New Zealand, Royal Society of New Zealand, Bull 20, 75 - 80.

Dr. M. Lechner-Doll  
 Physiologisches Institut  
 Tierärztliche Hochschule Hannover  
 Bischofsholer Damm 15  
 3000 Hannover 1