

Geliş Tarihi: 14.01.2004

Einfluss des Ernährungs-niveaus auf die Rohnährstoffverdaulichkeit und die Pansenfermentation bei der Ziegenlämmer

Susam DÜNDAR IŞIK⁽¹⁾

Zusammenfassung: Das Ziel dieses Versuchs geht es um die Bestimmung des Einflusses des Ernährungs-niveaus auf die Rohnährstoffverdaulichkeit und die Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen. Als Tiermaterial standen Ziegenlämmer der Rasse Haar-Ziege (Schwarz Ziege) zur Verfügung. Nach einer dreiwöchigen Adaptationszeit erfolgte die Einteilung 5 Tiere (KG) Kontroll- und 4 Tiere (VG) Versuchsgruppe. Die Anfangs- und Endmasse der Tiere (kg/Tier) waren bei der KG (12.6 ± 2.6 ; 33.8 ± 1.5) und VG (14.2 ± 1.7 ; 34.2 ± 4.4). Die Erhebungen gingen daher ernährungsseitig in der Versuchsgruppe gegenüber der durchgängig mit der gleichen Prüfration ad libitum versorgten Kontrollgruppe von einem zeitlich wechselnden Energie- und Nährstoffversorgungsniveau der Probanden aus (hoch \rightarrow niedrig \rightarrow hoch). Parameter des Pansens wurde Ende der jeder Phase gemessen und jedoch die Verdaulichkeitsbestimmungen erfolgten im letzten Drittel der Phase II. Bei etwa gleichhöher Rohnährstoffverdaulichkeit der Prüfrationen wurden Kenndaten zur Pansenfermentation vorgefunden, die im Wesentlichen der Aufnahme an organischer Substanz folgten. Dennoch ergaben sich bei restriktivem (Versuchsgruppe) gegenüber dem ad libitum - Fütterungseinsatz (Kontrollgruppe) zum gleichen Messzeitpunkt während der Versuchsphase II keine signifikante Verschiebungen in den molaren Proportionen der flüchtigen Fettsäuren. Dagegen in der Phase III wurden in der Kontroll- gegenüber der Versuchsgruppe signifikant höhere molare Azetat- und Butyratanteile auf Kosten des Propionatanteils registriert und somit ein signifikant erweitertes C₂: C₃-Verhältnis im Rahmen der Pansenfermentation vorgefunden (P<0.05). Außerdem wurde pH-Wert in jeden Phasen zugunsten der Kontrollgruppe signifikant festgestellt (P<0.05).

Schlüssel wörter: Ernährungs-niveau, verdaulichkeit, pansenfermentation und ziegenlämmer

Besleme Düzeyinin Oğlaklarda Ham Besin Maddelerinin Sindirilebilirliği ve Rumen Fermentasyonu Üzerine Etkileri

Özet: Bu çalışmanın amacı, besleme düzeyinin, ham besin maddelerinin sindirilebilirliği ve rumende oluşan uçucu yağ asitleri konsantrasyonu üzerine olan etkilerini belirlemektir. Hayvan materyali olarak kıl keçisi (kara keçi) oğlakları kullanıldı. Hayvan dağılımı üç haftalık adaptasyon fazından sonra 5 hayvan (KG) kontrol ve 4 hayvan (DG) deneme grubu olarak ayrıldı. Hayvanların deneme başlangıcı ve deneme sonu ağırlıkları KG (12.6 ± 2.6 ; 33.8 ± 1.5) ve DG (14.2 ± 1.7 ; 34.2 ± 4.4) kg olarak tespit edildi. KG deneme boyunca aynı rasyonla ad libitum beslemeye tabi tutuldu. Buna karşın, DG enerji ve besleme düzeyi zamana bağlı olarak değişen beslemeye tabi tutuldu (yüksek \rightarrow düşük \rightarrow yüksek). Rumen parametreleri her deneme fazının sonunda, sindirilebilirliğin belirlenmesi için yapılan ölçümler ise II. deneme fazının son üçte birlik döneminde yapılmıştır. Deneme rasyonunun yaklaşık aynı değerdeki ham besin maddelerinin sindirilebilirliği organik maddelerin alımı sonucu oluşan rumen fermentasyon değerlerinden önce bulunmuştur. Buna rağmen II. Deneme fazının sonunda aynı zamanda ölçümler yapılmış olmasına rağmen kısıtlılı beslenmiş deneme grubu serbest besleme yapılmış kontrol grubuna karşın Uçucu yağ asitlerinin molar değerlerinde signifikant değişimler gözlenmemiştir. Bununla birlikte III. deneme fazında, deneme grubuna karşın kontrol grubunda asitik asit ve bütrik asitin molar değerinin propionik asite göre signifikant yüksek olması, rumen fermentasyonu çerçevesinde C₂: C₃-İlişkisinde signifikant genişlemeye sebep olmuştur (P<0.05). Bundan başka pH değeri her deneme fazında Kontrol grubunun lehine olacak şekilde signifikant tesbit edilmiştir (P<0.05).

Anahtar kelimeler: Besleme düzeyi, sindirilebilirlik, rumen fermentasyonu ve oğlak

Einleitung

Die energetische und stoffliche Versorgung des Wiederkäuers über Stoffwechselprodukte der Mikroflora des Pansen setzt voraus, dass Beziehungen zwischen den Produktionsleistungen der Mikroorganismen und verschiedenen Parametern des Intermediärstoffwechsel existieren müssen. Nach den Ausführungen von Orskov und Ryle (1991) wird die Produktivität der

Wiederkäuerbestände in der traditionellen Produktion tropischer und subtropischer Standortgebiete nach wie vor vorrangig durch die Quantität und Qualität der verfügbaren Futterfonds limitiert. Die Pansenphysiologischen Messungen sind nach Angaben von Jentsch und Wittenburg (1993) sind von den Wechselwirkungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und physikalischen Struktur

⁽¹⁾ Humbolt Universität, Landwirtschaftlich- Gärtnerische Fakultät, Fachgebiet Tierernährung- Berlin

der verfütterten Rationen, der Art und Menge der gebildeten Gärungsprodukte und der Energieverwertung abhängig. In Untersuchungen an adulten männlichen Kastraten verschiedener Ziegenrassen (Burenziege, Bunte Deutsche Edelziege und Afrikanische Zwergziege) wurden auch Einflüsse von Nährstoffrestriktion und Realimentation auf Futteraufnahme, Verdaulichkeit des Roh Nährstoffangebotes sowie auf einige Kenndaten des Pansenstoffwechsels festgestellt (Manzke *et al.* 1995). Alle Tiere erhielten dabei die gleiche Grundration, die temporär in 30-tägigen Intervallen im Ernährungsniveau 1,0, 0,75, 0,50 und 0,25 sowie in der sich anschließenden Realimentationsphase wiederum im Ernährungsniveau von 1,0 angeboten wurde. In Übereinstimmung mit Erkenntnissen von Weyreter *et al.* (1987) stellten sich rassespezifische Beeinflussungen auf die Verdaulichkeit sowie auf den Pansen- und Intermediärstoffwechsel während der Restriktionsphasen heraus. Offensichtlich reagierte die Extensivrasse (Afrikanische Zwergziege) bei marginaler Futterzufuhr infolge höherer Harnstoffzyklisierung in das Vormagensystem (höhere NH_3 -Gehaltswerte) am geringsten auf den allgemein registrierten Verdaulichkeitsrückgang der organische Substanz. Allgemein fiel mit sinkendem Ernährungsniveau nicht nur die Konzentration an flüchtigen Fettsäuren und Ammoniak im Vormagensystem ab, sondern lagen typische Auslenkungen im Intermediärstoffwechsel vor (sprunghafter Anstieg der freien Fettsäuren im Blut, Metabolisierung des Azetoazetats und β -Hydroxybutyrats). Auch hier war bei der o.g. Ziegenrasse die größte Auslenkung feststellbar. In der der Restriktion nachgeschalteten Realimentationsphase stieg bei allen Ziegenrassen die Verdaulichkeit der org. Substanz auf das ursprüngliche Niveau (etwa 65 %), die der Rohprotein- und Rohfaserfraktion sogar darüber hinaus an (relativ 110 bis

120 %). Die Parameter des Intermediärstoffwechsels näherten sich ebenfalls dem physiologischen Normalbereich, wobei ebenso rassetypische Besonderheiten in der Anpassungsfähigkeit vorlagen, die letztlich auch Einflüsse auf kompensatorische Leistungen im Wachstumsbereich von Ziegenrassen vermuten lassen. Ähnliche Beobachtungen wurden auch in Experimenten mit verschiedenen Ziegenrassen (Dündar, 2001) und Schafrassen publiziert (Münchow *et al.*, 1995a).

Mit der vorliegenden Arbeit sollte somit ein weiterer Beitrag zur Aufklärung der Einflüsse der Höhe der Futteraufnahme der Haar Ziege auf die Verdaulichkeit und Pansenfermentation untersuchen.

Material und Methode

Versuchsausrichtung und Versuchsdesign

Die tierexperimentellen Erhebungen gingen daher ernährungsseitig in der Versuchsgruppe gegenüber der durchgängig mit der gleichen Prüfration ad libitum versorgten Kontrollgruppe von einem zeitlich wechselnden Energie- und Nährstoffversorgungsniveau der Probanden aus (hoch \rightarrow niedrig \rightarrow hoch). In der Versuchsgruppe folgte somit einer 30-tägigen ad libitum-Fütterung (Phase I) eine zeitgleiche Futter-Restriktionsphase (II) bei einem vorgesehenen Energieernährungsniveau von etwa 1,5 das den Energieerhaltungsbedarf der Tiere sicherstellte bzw. das etwa 83 % der ad libitum registrierten Futtermittelverzehrmenge entsprach. Dieser Restriktionsphase (II) schloss sich eine 60-tägige ad libitum-Fütterung in der Realimentationsphase (III) an, die, in zwei etwa gleichlange Versuchsabschnitte unterteilt (III a: 29 Tage und III b: 31 Tage), Aussagen über zeitabhängige Kompensationseffekte bei den Tieren ermöglichen sollte (vgl. Tab. 1).

Tabelle 1. Versuchsdesign der tierexperimentellen Erhebungen bei der Versuchsgruppe

Kenndaten	Versuchsphase		
	I	II	III
Fütterungsart	ad libitum	restriktiv	ad libitum
Ernährungsniveau ⁽¹⁾	2,0	1,5	2,0
Fütterungsangebot der Rationskomponenten	Pellets plus Heu ad libitum	Pellets restriktiv Heu ad libitum	Pellets plus Heu ad libitum
Versuchsdauer (Tage)	30	30	60

⁽¹⁾ Energieernährungsniveau von 1,5 entspricht dem Energieerhaltungsbedarf der Tiere

Tiermaterial und Haltung der Tiere

Als Tiermaterial standen Ziegenlämmer der in der Türkei verbreiteten Rasse „Haar Ziege“ (Schwarz Ziege) zur Verfügung. Bei der Auswahl der Lämmer wurde von Einlingswürfen sowie einer 60-tägigen Säugezeit der Probanden ausgegangen. Nach einer dreiwöchigen Adaptationszeit erfolgte die Einteilung 5 Tiere Kontroll- und 4 Tiere Versuchsgruppe. Die Anfangs- und Endmasse

(kg/Tier) waren bei der (KG) Kontroll- (12,6 \pm 2,6; 33,8 \pm 1,5) und (VG) Versuchsgruppe (14,2 \pm 1,7; 34,2 \pm 4,4). Für die Haltung der männlichen Lämmer standen Stoffwechselkäfige zur Verfügung (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2. Charakteristik zum Tiermaterial

Gruppenbezeichnung	Gruppenstärke (Anzahl, n)	Anfangsmasse (kg/Tier)	Endmasse (kg/Tier)
Kontrollgruppe (KG)	5	12.6 ± 2.6	33.8 ± 1.5
Versuchsgruppe (VG)	4	14.2 ± 1.7	34.2 ± 4.4

Futtermittel und Fütterung

Über den gesamten Versuchszeitraum kam bei allen Lämmern ein pelletiertes Leistungsfutter (Pellets) sowie

Heu als Ergänzungsfutter zum Einsatz. Das pelletierte Leistungsfutter enthielt je kg Trockensubstanz eine Energiedichte von 11.8 MJ ME sowie eine Rohprotein- bzw. Rohfaserkonzentration von 190 bzw. 60 g auswies. Ermittelten Analysenwerten von Heu handelte es sich hier um ein sehr roh-faserreiches (34.9%) und proteinarmes Futtermittel (6.5%) mit vergleichsweise geringer Energiekonzentration (7.5 MJ ME je kg TS) (vgl. Tab. 3).

Tabelle 3. Native Zusammensetzung des pelletierten Leistungsfutters sowie der Vitamin- und Spurenelementprämix

Native Zusammensetzung (Angaben in %)		Vitaminprämix ¹⁾ (Angaben je kg)	Spurenelementprämix ¹⁾ (Angaben je kg)
Weizen	35.0	Vitamin A	15 000 IE
Gerste	31.5	Vitamin D ₃	400 IE
Sojaextraktionsschrot	15.0	Vitamin E	20 mg
Luzernegrünmehl	10.0	Vitamin B ₁	4 mg
Melasse	5.0	Vitamin B ₂	10 mg
Mineralstoff- Vitaminprämix	3.5	Vitamin B ₆	5 mg
		Vitamin B ₁₂	20 mg
		Niazin	20 mg
		Ca-Panthotenat	15 mg
		Biotin	50 mg
		Cholinchlorid	200 mg
		Zink	50 mg
		Mangan	50 mg
		Eisen	50 mg
		Kupfer	10 mg
		Selen	150 µg
		Kobalt	150 µg
		Jod	800 µg

¹⁾ Nach Herstellerangaben in der Türkei

In vivo - Verdaulichkeitsbestimmung

Die Durchführung dieser in vivo-Verdaulichkeitsbestimmungen basierte auf den von Schiemann (1981) empfohlenen bzw. vom Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere herausgegebenen "Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh-nährstoffen an Wiederkäuern (1991)".

Die Kontroll- und Versuchstiere wurden in den Käfige gehalten, die eine quantitative Sammlung der Exkremente sowie qualitative Kot – Harn – Trennung sicherstellten. Die Verdaulichkeitsbestimmungen erfolgten im letzten Drittel der Phase II (10-tägige Sammelperiode), wobei die Tiere der Versuchsgruppe bei einem Energieernährungsniveau von 1.5 die der Kontrollgruppe hingegen bei einem solchen von 2.4 ernährt wurden.

Chemisch-analytische Methoden

Diese Methoden wurde im Rahmen einer Auftragsvereinbarung durch eine Laboreinrichtung des Fachgebietes Tierernährung des Instituts für Nutztierwissenschaften an der Landwirtschaftlich-

Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin durchgeführt.

Bestimmung der Roh-nährstoffe

Die Bestimmung der Roh-nährstoffe im Rahmen der Weender-Analyse basierte auf den Methodenempfehlungen des VDLUFA (Naumann und Bassler, 1997). Dabei wurden die luftgetrockneten Futter- sowie die nach Vakuumtrocknung bereitgestellten Kotproben den gleichen Verfahrensweisen unterworfen. Mit Ausnahme der N-Bestimmung, die im Frischkot vorgenommen wurde, erfolgten alle Roh-nährstoffanalysen in den Trockenmaterialien (88 bis 90 % Trockensubstanz).

Bestimmung pansenphysiologischer Kenn-daten

Die pansenphysiologischen Kenn-daten (pH-Wert sowie Konzentration und die molaren Anteile der flüchtigen Fettsäuren, FFS) wurden nach Beendigung der Hauptperioden der Verdaulichkeitsversuche sowie begrenzt auch am Ende der einzelnen Versuchsphasen erhoben. Der mittels Schlundsonde zwei Stunden nach der

Morgenfütterung gewonnene Pansensaft wurde nach festgelegten Methoden analysiert. Ein aliquoter Teil diente der sofortigen pH-Wertmessung (potentiometrische Bestimmung mittels Glaselektrode). Zur FFS-Analyse wurde der Pansensaft einem Fermentationsstopp unterzogen (Zugabe von H₂O₂), zentrifugiert (10 Minuten bei 5000 U/min), dem abpipettierten Zentrifugat Ameisensäure zur Enteiweißung und Verhinderung von Desorptionseffekten zugesetzt sowie mit innerem Standard (iso-Kapronsäure) versetzt und anschließend nochmals zentrifugiert (10 Minuten bei 4000 U/min). Der gewonnene Überstand wurde bis zur Analyse bei minus 18 ° C in einer Kühltruhe gelagert. Die Bestimmung der einzelnen FFS erfolgte letztlich mittels eines Gaschromatografen der Firma SHIMADZU (GC 14 A mit Auto-Injector), wobei die Gesamtkonzentration der FFS unter Verwendung von iso-Kapronsäure nach den von Geissler *et al.* (1976) gegebenen Empfehlungen ermittelt wurde.

Biostatistische Auswertung

Zur Verrechnung und Auswertung des erhobenen Datenmaterials wurde das Statistikprogramm SAS (1998) verwendet und die arithmetischen Mittelwerte (\bar{x} , Mittel der Einzelwerte) und die Standardabweichungen der Mittelwerte (s) berechnet. Zur Signifikanzprüfung kam der t-Test zur Anwendung. Signifikante Gruppenunterschiede in den Ergebnistabellen wurden durch Buchstabenpaare (a : b; c : d; e : f) ausgewiesen.

Ergebnisse und Diskussion

Rohnährstoffgehalt und Rohnährstoffverdaulichkeit

In Tab. 4 sind die Rohnährstoffgehaltswerte, die Verdaulichkeit der Rohnährstofffraktionen sowie die berechnete Energiekonzentration der Prüfrationen zusammengestellt.

Tabelle 4. Rohnährstoffgehalt und Rohnährstoffverdaulichkeit der Prüfrationen (Angaben in %)

Nährstofffraktion	Prüfration: Kontrollgruppe ⁽¹⁾			Prüfration: Versuchsgruppe ⁽²⁾		
	Gehalt	Verdaulichkeit		Gehalt	Verdaulichkeit	
Org. Substanz	94.5 ± 1.12	79.6 ± 3.43	(100)	94.2 ± 0.26	78.5 ± 1.21	(99)
Rohprotein	18.3 ± 4.24	78.4 ± 2.95	(100)	17.2 ± 0.99	77.1 ± 3.30	(98)
Rohfett	2.6 ± 0.25	80.0 ± 6.62	(100)	2.6 ± 0.06	76.6 ± 2.59	(96)
Rohfaser	8.9 ± 9.32	33.1 ± 9.79	(100)	11.3 ± 2.18	41.9 ± 4.06	(127)
N-fr. Extraktstoffe	64.6 ± 5.97	86.4 ± 2.14	(100)	63.1 ± 1.39	85.6 ± 0.46	(99)
Energiekonz. (MJ ME/kg TS)	11.8 ± 0.52	(100)		11.5 ± 0.17	(97)	

⁽¹⁾ Ermittelt bei einem Energie-Ernährungsniveau von 2,4 sowie Pellet : Heu-Verhältnis von 94 : 6

⁽²⁾ Ermittelt bei einem Energie-Ernährungsniveau von 1,5 sowie Pellet : Heu-Verhältnis von 84 : 16

Wie aus den Zahlenangaben der Rohnährstoffkonzentration hervorgeht, bestanden zwischen beiden Prüfrationen auf Grund ihrer spezifischen nativen Zusammensetzung tendenzielle Unterschiede. Bei höherem Heuanteil in der Prüfration (16 %) widerspiegelte sich gegenüber der Variante mit geringerem (6 %) ein Anstieg in der Rohfaser- (11.3 gegenüber 8.9 %) sowie eine Erniedrigung in der Rohproteinkonzentration (17.2 gegenüber 18.3 %). Obwohl in der Kontrollgruppe gegenüber der Versuchsgruppe die Verdaulichkeitsprüfung bei einem höheren Energie-Ernährungsniveau durchgeführt wurde (2.4 versus 1.5), bei dem allgemein mit einem Rückgang der Verdaulichkeit zu rechnen ist, zeichnete sich in der Versuchsgruppe bei Einsatz der Prüfration mit dem höheren Rohfaseranteil eine tendenzielle Verringerung der Verdaulichkeit der organischen Substanz ab. Sie belief sich im vorliegenden Vergleich um minus 1.1 Verdaulichkeitseinheiten (Kontrollgruppe: 79.6 gegenüber Versuchsgruppe: 78.5 %) bzw. relativ um minus 1 %. Dieser Befund ordnet sich in Erwartungswerte nach Schätzformeln für adulte Wiederkäuer ein, wonach je

Prozent Rohfaseranstieg mit einer Verringerung der Verdaulichkeit der org. Substanz zwischen 0,8 bis 0.88 % zu rechnen ist (Axelsson, 1952).

Wie aus den Relativzahlen zur Verdaulichkeit der einzelnen Rohnährstofffraktionen beider Prüfrationen entlehnt werden kann, begrenzte sich der Verdaulichkeitsrückgang im Rahmen der org. Substanz auf das Rohprotein und die N-freien Extraktstoffe. Wenngleich statistisch nicht signifikant nachweisbar, trat dagegen in der Versuchsgruppe bei Fütterung auf niedrigerem Ernährungsniveau sowie engerem Pellet: Heu-Verhältnis eine tendenzielle Erhöhung der Verdaulichkeit der Rohfaserfraktion zutage. Dieser Befund könnte ursächlich auf Einflüsse gesteigerter zellulolytischer Aktivität und verlängerter ruminaler Aufenthaltsdauer der Ingesta zurückzuführen sein (Dündar, 2001).

Die aus den verdaulichen Nährstoffen nach den in den Futterwerttabellen für Wiederkäuer (1997) angegebenen Schätzgleichungen berechnete Energiekonzentration lag mit 11.8 bzw. 11.5 MJ ME/kg TS im vorgegebenen Bereich, wobei auch hier keine signifikanten Unterschiede zwischen

den Prüfrationen nachweisbar waren. Ähnliche Beobachtungen wurden auch in Experimenten mit verschiedenen Ziegenrassen. (Munoz Hernandez, 1984; Aguilera *et al.*, 1985; Degen und Young, 1982; Dündar, 2001).

Pansenfermentation und scheinbare verdaulichen Nährstoffen

Aus den Parametern zur Pansenfermentation nach Tabelle 5 lässt sich im Zusammenhang mit der Aufnahme an scheinbar verdaulichen Nährstoffen sowie an umsetzbarer Energie aus Tabelle 6 ableiten, dass in der durchgängig ad libitum gefütterten Kontrollgruppe mit steigender Aufnahme an fermentierbarer org. Subst. (I = 481; II = 698 sowie III = 712 g/Tier· d) eine Konzentrationserhöhung an FFS im Pansensaft vorzufinden war (I = 60.5; II = 72.6 sowie III = 68.4 mmol/l). Dabei wurde bei höchster FFS-Konzentration erwartungsgemäß der geringste pH-Wert im Vormagensystem vorgefunden. Infolge der vorrangigen temporären Aufnahmesteigerung an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten (hier verdauliche N-freie Extraktstoffe) wurde eine molare Verschiebung der FFS zugunsten der Propionatfermentation registriert, die sich in einer tendenziellen Einengung im C₂: C₃-Verhältnis widerspiegelte (I = 2.3: 1; II = 1.6: 1 sowie III = 2.4: 1) und unter Berücksichtigung der gleichzeitigen Verringerung der molaren Anteile von Essig- und Buttersäure auch in deren Relation zur Propionsäure zum Ausdruck kam (C₂ + C₄: C₃ - Verhältnis: I = 2.9: 1; II = 1.9: 1 sowie III = 3.0: 1).

Die in der Versuchsgruppe ermittelten Kenndaten zur Pansenfermentation standen mit einigen Einschränkungen ebenfalls mit der Aufnahme an fermentierbarer org. Substanz im Zusammenhang. In der ad libitum Phase I, in

der gegenüber der Kontrollgruppe eine höhere Aufnahme an org. Substanz eintrat (Versuchsgruppe: 517 g gegenüber Kontrollgruppe: 481 g/Tier· d), zeigte sich ein Konzentrationsanstieg an FFS (77.5 zu 60.5 mmol/l) bei hohem molaren Propionat- sowie signifikant verringertem Butyratanteil (C₄: 8.2 ≤ 12.7 Mol-%). Alle Pansenstoffwechselkenndaten standen hier in guter Übereinstimmung mit den in der Kontrollgruppe in Phase III ermittelten Werteangaben. Das C₂: C₃-Verhältnis von jeweils 1.6: 1 untermauerte diese Aussagen.

Auch in der Restriktionsphase (II) der Versuchsgruppe wurden im Erwartungsbereich liegende Fermentationsverhältnisse vorgefunden. Bei reduzierter Energie- und Nährstoffaufnahme zeigte sich gegenüber dem vorhergehenden Versuchszeitraum (I) ein tendenzieller Abfall in der FFS-Konzentration bei völliger Verschiebung der molaren Proportionen der FFS. Hier wurden über alle Entnahmezeitpunkte hinweg die höchsten molaren Essigsäure- (55.3) sowie geringsten Propionsäureanteile (30.4 Mol-%) gemessen.

Sie führten zum weitesten C₂: C₃-Verhältnis (2,0: 1). Gegenüber den im gleichen Prüfzeitraum registrierten Werten der Tiere der Kontrollgruppe ergaben sich in den Parametern Essig- (55.3 zu 53.0), Propion- (30.4 zu 34.8) und Buttersäure (11.1 zu 9.3 Mol-%) jeweils keine signifikante Gruppenunterschiede, die auch in den molaren Verhältnissen der Metaboliten (C₂: C₃- bzw. C₂ + C₄: C₃-Verhältnis) statistisch zu sichern waren.

Die in der Realimentationsphase (III) bei den Probanden der Kontroll- und Versuchsgruppe erhaltenen alle Werte zur Pansenfermentation zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede (P<0.05). (vgl. Tab.5, Tab. 6)

Tabelle 5. Parameter zur Pansenfermentation bei Einsatz der Prüfrationen

Versuchs- phase	Molare Anteile der Einzelsäuren (Angaben in Mol-%)							
	pH-Wert	FFS-Konz. (mmol/l)	Essigsäure (C ₂)	Propionsäure (C ₃)	n-Buttersäure (C ₄)	Summe Iso-Säure	C ₂ : C ₃ - Verhältnis	$\frac{C_2 + C_4}{C_3}$ Verhältnis
Kontrollgruppe								
I	6.7 ± 0.26 a	60.5 ± 40.19	55.4 ± 5.98	28.9 ± 12.93	12.7 ± 7.81	2.2 ± 1.33	2.3 : 1 ± 1.06	2.9 : 1 ± 1.57
II	6.7 ± 0.39 a	72.6 ± 40.85	53.0 ± 4.50	34.8 ± 6.95	9.3 ± 3.05	1.5 ± 0.57	1.6 : 1 ± 0.46	1.9 : 1 ± 0.59
III	6.5 ± 0.33 a	68.4 ± 15.48	56.3 ± 5.13 a	27.6 ± 10.68 a	13.5 ± 5.40	1.3 ± 0.39	2.4 : 1 ± 1.04 a	3.0 : 1 ± 1.45 a
Versuchsgruppe								
I	6.1 ± 0.38 b	77.5 ± 16.97	52.1 ± 3.31	37.7 ± 7.39	8.2 ± 4.50	1.0 ± 0.58	1.5 : 1 ± 0.45	1.7 : 1 ± 0.63
II	6.1 ± 0.29 b	63.0 ± 12.07	55.3 ± 3.44	30.4 ± 8.52	11.1 ± 5.08	1.6 ± 0.31	2.0 : 1 ± 0.84	2.4 : 1 ± 1.17
III	5.5 ± 0.33 b	65.7 ± 10.95	42.0 ± 1.03 b	43.4 ± 4.26 b	11.2 ± 4.32	1.1 ± 0.31	1.0 : 1 ± 0.13 b	1.2 : 1 ± 0.26 b

Tabelle 6. Aufnahme an scheinbar verdaulichen Nährstoffen sowie an Energie in den Versuchsphasen

Versuchs- phase	Org.Substanz (g/ Tier · d)	Rohprotein (g/ Tier · d)	Rohfaser (g/ Tier · d)	N-freie Extraktstoffe (g/ Tier · d)	Energieaufnahme	
					(MJ ME/Tier · d) ¹⁾	(MJ ME/Tier · d) ²⁾
Kontrollgruppe						
Ad libitum I	481 ± 80.81	93.1 ± 17.10	17.6 ± 2.27	358.9 ± 62.31 a	7.54 ± 1.26	7.68 ± 1.36
Ad libitum II	698 ± 37.76 a	135.4 ± 5.29 a	24.7 ± 4.72	521.8 ± 32.82 a	10.96 ± 0.57 a	11.17 ± 0.84 a
Ad libitum III	712 ± 30.90	137.0 ± 6.56	26.7 ± 2.22	529.9 ± 23.59 a	11.15 ± 0.48	11.32 ± 0.51
Versuchsgruppe						
Ad libitum I	517 ± 60.65	99.8 ± 12.00	19.2 ± 2.39	185.2 ± 38.86 b	8.12 ± 0.95 b	8.25 ± 0.98
Restriktion II	423 ± 71.71 b	76.2 ± 13.33 b	26.5 ± 4.51	302.6 ± 58.89 b	6.58 ± 1.12 b	6.60 ± 1.18 b
Ad libitum III	688 ± 83.29	132.6 ± 16.49	25.7 ± 2.89	366.1 ± 66.06 b	10.79 ± 1.30	10.95 ± 1.34

¹⁾ Messwerte aus Verdaulichkeitsversuchen²⁾ Kalkulationswerte aus DLG-Futterwerttabellen abgeleitet

Literaturverzeichnis

- Aguilera, J.F., L. Lara, C. Prieto, E. Molina, 1985. Energy requirements for maintenance in goats of Granadia breed. *Proc. Intern. Symp. about Goat Exploitation in Arid Zones*. 283-289.
- Axelsson, J., 1952. In „*Tierernährung*“ unter *Federführung* von G. Gebhardt, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin (1981).
- Degen, A.A., B.A. Young, 1982. Intake and energy retention and heat production in lambs from birth 24 weeks of age. *J. Anim. Sci.*, 54.353-362.
- DLG-Futterwerttabellen – *Wiederkäuer, 1997*. 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt. P. 212.
- Dündar, S., 2001. Auswirkungen eines wechselnden Energie- und Nährstoffversorgungs-niveaus auf die zootechnischen Leistungen sowie auf einige Kenn-daten des Pansens- und Intermediärstoffwechsels im Wachstums- und Laktationsbereich von Ziegen. Dissertation. der Humboldt Universität zu Berlin (BRD). Landwirtschaftlich-gärtnerische Fakultät. 90 Seite. ISBN 3-89825-320-1. www.dissertation.de
- Geissler, Ch., M. Hoffmann, B. Hickel, 1976. Ein Beitrag zur gaschromatographischen Bestimmung flüchtiger Fettsäuren. *Arch. Tierernähr.* 26. 123-129.
- Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere-Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh-nährstoffen, 1991. *J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr.*, 65. 229-234.
- Jentsch, W., H. Wittenburg, 1993. Ergebnisse aus vergleichenden Untersuchungen von Parametern der Pansenfermentation und zur Verdaulichkeit von Futterrationen bei Rind und Schaf. 1. Mitteilung – Parameter der Pansenfermentation. *Arch. Anim. Nutr.*, 43. 345-361.
- Manzke, V., H. Münchow, B. Betzin, L. Hasselmann, H.J. Schwartz, 1995. Effects of nutrient restriction and realimentation in different goats breeds. Intern. Symp. Wild and Domestic Ruminants in Extensive Land Use Systems. *Ökologische Hefte 2*. 60-63 (Landw.-Gärtn. Fakultät. Humboldt-Universität Berlin).
- Münchow, H., H.-U. Hoffmann, L. Hasselmann, V. Manzke, H.J. Schwartz, 1995a. Effects of varying degree of nutrient restriction on rumen physiology and intermediate metabolism in different sheep breeds. Intern. Symp. Wild and Domestic Ruminants in Extensive Land Use Systems. *Ökologische Hefte 2*. 64-69 (Landw.-Gärtn. Fakultät. Humboldt-Universität Berlin).
- Munoz Hernandez, F.J., 1984. Ensayos de metabolismo en ganado caprino desde el nacimiento hasta etapa de rumiante. Doctoral Thesis, Veterinary Faculty, University of Cordoba (SPAIN).
- Naumann, C., R. Bassler, 1983-1997. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Band III (Ergänzungen von 1983 bis 1997), VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Orskov, E.R., M. Ryle, 1990. Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier Applied Science, London, New York.
- SAS, 1998. SAS User's Guide. version 8.01. SAS Inst. Inc.. Cary. NC. USA.
- Schiemann, R., 1981. Methodische Richtlinien zur Durchführung von Verdauungsversuchen für die Futterwertschätzung. *Arch. Tierernähr.* 1. 1-19.
- Weyreter, H., R. Heller, D. Dellow, M. Lechner-Doll, W.V. Engelhardt, 1987. Rumen fluid volume and retention time of digesta in an indigenous and a conventional breed of sheep fed a low-quality fibrous diet. *J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr.*, 58. 89-100.