

# Effizienz der Milchproduktion von Schafen und Ziegen in Abhängigkeit von Rasse, Grundfutterqualität und Krafftutterniveau

Leonhard Gruber<sup>1\*</sup>, Ferdinand Ringdorfer<sup>1</sup> und Elisabeth Pöckl<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

In einem dreifaktoriellen Versuch wurde der Einfluss von Rasse/Species, Grundfutterqualität und Krafftutterniveau auf Lebendmasse (LM), Futteraufnahme und Milchleistung von Schafen und Ziegen geprüft. Österreichische Bergschafe (ÖBS), Ostfriesische Milchschafe (OMS) und Weiße Deutsche Edelziegen (WDE) wurden untersucht. Die unterschiedlichen Grundfutterqualitäten wurden durch 2- oder 3-Schnittnutzung einer Dauerwiese erreicht (GF 2, GF 3). Die Krafftutterstufen betragen 5, 25 und 50 % der Futteraufnahme (KF 05, KF 25, KF 50). Die Absolutwerte der TM-Aufnahme zwischen den Rassen unterschieden sich nicht (2,16 kg TM), doch bezogen auf  $LM^{0,75}$  zeigten sich signifikante Unterschiede (78, 85, 100 g/kg  $LM^{0,75}$  für ÖBS, OMS und WDE). Die Grundfutterverdrängung stieg mit der Qualität des Heus (0,32 und 0,44 in GF2 und GF 3), doch die Futteraufnahme war wie erwartet in GF 3 höher. Der durchschnittliche Milchfettgehalt betrug in den Rassen ÖBS, OMS und WDE 6,1, 4,9 und 2,9 % und in den Krafftutterstufen KF 05, KF 25 und KF 50 4,74, 4,63 und 4,56 % und der Gehalt an Milchprotein lag bei 5,5, 5,0 und 2,9 % sowie 4,3, 4,5 und 4,6 %. Die tägliche Milchleistung von ÖBS, OMS und WDE betrug 983, 1.022 und 2.028 kg Milch, bezogen auf  $LM^{0,75}$  und Energie jedoch 170, 168 und 275 kJ LE/d. Die Laktationsleistung der Rassen belief sich auf 143, 228 bzw. 492 kg und der Krafftutterstufen 201, 276 bzw. 385 kg. Pro MJ LE zeigten die Rassen einen Energieaufwand (inklusive Erhaltungsbedarf) von 8,3, 9,0 bzw. 5,5 MJ ME und die Krafftutterstufen 9,0, 7,5 und 6,4 MJ ME.

*Schlagwörter:* Schafe, Ziegen, Futteraufnahme, Milchleistung, Grundfutter, Krafftutter

## Efficiency of milk production in sheep and goats depending on breed, forage quality and concentrate level

In a three-factorial experiment the impact of species/breed, forage quality and concentrate level on live weight (LW), feed intake (DMI) and milk production of sheep and goats during total lambing intervals was studied. Austrian Mountain Sheep (ÖBS), East-Friesian Milk Sheep (OMS) and German Dairy Goats (WDE) were investigated. By cutting an alpine permanent grassland 2 or 3 times a year (GF 2, GF 3), two levels of forage quality were received. Concentrate levels were 5, 25 or 50% of DMI (KF 05, KF 25, KF 50). Whereas absolute values for DMI did not significantly differ for the species/breeds (2.16 kg DM), DMI per kg  $LW^{0,75}$  revealed significant differences between species/breeds (78, 85, 100 g/kg  $LW^{0,75}$  for ÖBS, OMS and WDE). Substitution rate increased with forage quality (0.32 vs. 0.44 in GF 2 and GF 3). As expected DMI was higher in GF 3. Mean milk fat content was 6.1, 4.9 and 2.9% for ÖBS, OMS and WDE, as well as 4.7, 4.6 and 4.6% for concentrate levels 5, 25 and 50%. Corresponding values for milk protein were 5.5, 5.0 and 2.9% and 4.3, 4.5 and 4.6%. ÖBS, OMS and WDE yielded 983, 1,022 and 2,028 g actual milk, related to kg  $LW^{0,75}$  and expressed as energy the values are 170, 168 and 275 kJ LE/d. Actual milk yield per lactation was 143, 228 and 492 kg in ÖBS, OMS and WDE as well as 201, 276 and 385 kg in KF 05, KF 25, KF 50. Gross ME utilisation per LE output was 8.3, 9.0 and 5.5 MJ ME per MJ LE for species/breeds as well as 9.0, 7.5 and 6.4 for concentrate levels.

*Keywords:* Sheep, goats, feed intake, milk yield, forage, concentrate

## 1. Einleitung

Die Schaf- und Ziegenhaltung erfährt in Österreich eine positive Entwicklung und die steigende Nachfrage nach Schaf- und Ziegenmilchprodukten macht die Haltung Kleiner Wiederkäuer auch wirtschaftlich interessant. Besonders in Bergregionen, wo die Haltung von Rindern nicht oder nur schwer möglich ist, kann die Schaf- und Ziegenhaltung als durchaus zukunftsträchtiger Produktionszweig in der

österreichischen Landwirtschaft betrachtet werden. Einer der Gründe für die steigende Nachfrage nach Schaf- und Ziegenmilch ist, dass dadurch den Konsumenten mit Kuhmilchallergien eine Alternative zur Verfügung steht. Daneben haben die Kleinen Wiederkäuer eine wichtige Funktion für die Erhaltung unserer Kulturlandschaft.

Schaf- und Ziegenmilch unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung stark voneinander: Schafmilch weist einen Trockenmassegehalt von 15 – 20 % auf, während dieser bei Ziegen nur 12 – 18 % beträgt (HAENLEIN 1993). Die durchschnittliche Laktationsleistung einer Milchziege beträgt bis zu 1.350 kg Milch. Für die Deutsche Edelziege werden Werte von 900 kg Milch mit einem Gehalt von 3,6 % Fett, 3,2 % Protein, 4,5 % Laktose und einem Energiegehalt von 2,8 bis 3,0 MJ/kg angegeben (McDONALD et al.

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning

<sup>2</sup> Bio AUSTRIA, Büro Linz, Ellbognerstrasse 60, A-4020 Linz

\* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber  
email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

2002a, GfE 2003). Der typische Verlauf der Laktationskurve bei Ziegen zeigt den Höhepunkt zwischen der sechsten und achten Laktationswoche, gefolgt von einem langsamen aber konstanten Abfall in den weiteren Monaten (SUTTON und MOWLEM 1991). Im Gegensatz dazu fällt der Fettgehalt und der Gehalt an fettfreier Trockenmasse bis zum vierten Laktationsmonat ab und steigt danach bis zum Ende der Laktation an (McDONALD et al. 2002a).

Bei den Schafen hingegen ist die Variationsbreite hinsichtlich Milchmenge und Gehalt an Inhaltsstoffen sehr groß. Die Schafmilch setzt sich aus 5 – 9 % Fett, 4 – 6 % Protein und 4 – 5 % Laktose zusammen (JEROCH et al. 1999). HORSTICK et al. (2001) berichten von einer durchschnittlichen Milchleistung von 500 bis 700 kg Milch mit ca. 5,4 % Fett und 4,9 % Protein für das Ostfriesische Milchschaaf. Im Gegensatz zur Ziege wird der Peak der Milchleistung gleich nach der Kolostralmilchperiode erreicht, danach kommt es zu einem langsamen Abfall in der täglichen Milchmenge. Der Milchfettgehalt steigt kontinuierlich von 3,9 auf 8,9 % im Lauf der Laktation an. Der Proteingehalt hingegen erhöht sich zu Laktationsbeginn nur langsam, während gegen Ende der Laktation ein plötzlicher, steiler Anstieg erfolgt. Dagegen bleibt die Laktosekonzentration relativ konstant und sinkt erst gegen Laktationsende von ca. 5,5 auf 3,7 %.

Die Wirtschaftlichkeit der Schaf- und Ziegenmilchproduktion hängt sowohl vom Erlös über die Milch als auch von den Futterkosten ab. Die Qualität des Wiesenfutters, die besonders vom Schnittzeitpunkt abhängt, beeinflusst die Futteraufnahme maßgeblich und infolgedessen auch die Höhe der Milchleistung. Für den Versuch wurden nicht nur das Ostfriesische Milchschaaf und die Weiße Deutsche Edelziege als typische Milchrassen ausgewählt, sondern auch das Österreichische Bergschaf, weil es besser an das alpine Klima angepasst ist und sein asaisonales Brunstverhalten eine ganzjährige Milcherzeugung ermöglicht. Es sollte geprüft werden, ob das Bergschaf in Hinblick auf die Milchproduktion eine Alternative zum Milchschaaf darstellt. Daneben ist das Kraftfutter ein wichtiger Produktionsfaktor, dessen bedarfsgerechter Einsatz über die Steigerung der Milchleistung die Wirtschaftlichkeit positiv beeinflussen kann.

Im vorliegenden Versuch wurde daher der Einfluss verschiedener Schnittzeitpunkte des Wiesenfutters und die Höhe der Kraftfutterergänzung auf Futteraufnahme und Milchleistung bei Schafen und Ziegen untersucht.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Versuchsplan

In einem  $2 \times 3 \times 3$  faktoriellen Versuchsschema wurde der Einfluss von zwei Grundfutterqualitäten und drei Kraft-

futterniveaus bei drei verschiedenen Rassen bzw. Species geprüft (Tabelle 1):

Faktor Species/Rasse: Österreichisches Bergschaf (ÖBS)  
Ostfriesisches Milchschaaf (OMS)  
Weiße Deutsche Edelziege (WDE)

Faktor Grundfutterqualität:

2 Schnitte pro Jahr (GF 2)

3 Schnitte pro Jahr (GF 3)

Faktor Kraftfutterniveau:

5 % der Trockenmasseaufnahme (KF 05)

25 % der Trockenmasseaufnahme (KF 25)

50 % der Trockenmasseaufnahme (KF 50)

### 2.2 Versuchstiere und Fütterung

Die Versuchstiere (30 Bergschafe, 30 Milchschafe und 30 Ziegen) wurden unter gleichen Bedingungen aufgezogen und mit Heu *ad libitum* sowie Kraftfutter gefüttert. Für den anschließenden Fütterungsversuch wurden jeweils 18 Tiere (9 in jeder Grundfuttergruppe) ausgewählt. Die Auswahl der Tiere erfolgte auf Grund der Milchleistung und Futteraufnahme in der 1. Laktation mit dem Ziel, Gruppen mit ähnlichem Milchleistungspotenzial zu schaffen. Während des Versuches durch Krankheiten ausgefallene Tiere wurden ersetzt. In der Grundfutterqualität GF 2 bzw. GF 3 kamen insgesamt 11 bzw. 14 Bergschafe, 12 bzw. 14 Milchschafe und 11 bzw. 13 Milchziegen zum Einsatz. Das Grundfutter bestand ausschließlich aus Heu, und zwar entweder aus der 2- oder der 3-Schnittnutzung einer homogenen Dauerwiese, wobei die einzelnen Aufwüchse entsprechend dem Ertragsanteil an jedem Tag gefüttert wurden. Zusätzlich erhielten die Tiere eine Kraftfutterergänzung von entweder 5, 25 oder 50 % der täglichen Trockenmasseaufnahme. So ergaben sich aus den beiden Grundfutterqualitäten und den drei Kraftfutterstufen sechs Behandlungen. Die Kraftfuttergabe wurde jedoch zu einem gewissen Grad an den Energiebedarf der Tiere angepasst, indem der Kraftfutteranteil zu Laktationsbeginn leicht über und zu Laktationsende etwas unter dem angegebenen Prozentsatz lag. Das Kraftfutter setzte sich aus 30 % Gerste, 15 % Mais, 15 % Hafer, 15 % Trockenschnitzel, 9 % Sojaextraktionsschrot, 8 % Rapsextraktionsschrot, 3 % Melasse, 3 % Mineralstoffen und 2 % kohlensaurem Futterkalk zusammen, sodass ein Rohproteingehalt von 17,1 %, ein Energiegehalt von 12,3 MJ ME und ein Gehalt von 1,28 % Ca und 0,54 % P pro kg TM erzielt wurde. Die Menge der Kraftfuttergabe wurde jede Woche neu berechnet, basierend auf der durchschnittlichen täglichen Futteraufnahme der Vorwoche.

Die Versuchstiere wurden den sechs Versuchsgruppen zufällig zugeteilt (3 Tiere jeder Rasse pro Gruppe). In jeder

Tabelle 1: Versuchsplan

Species/Rasse	Österreichisches Bergschaf		Ostfriesisches Milchschaaf		Weiße Deutsche Edelziege	
	GF 2	GF 3	GF 2	GF 3	GF 2	GF 3
Kraftfutterniveau 5 %	ÖBS-2-05	ÖBS-3-05	OMS-2-05	OMS-3-05	WDE-2-05	WDE-3-05
Kraftfutterniveau 25 %	ÖBS-2-25	ÖBS-3-25	OMS-2-25	OMS-3-25	WDE-2-25	WDE-3-25
Kraftfutterniveau 50 %	ÖBS-2-50	ÖBS-3-50	OMS-2-50	OMS-3-50	WDE-2-50	WDE-3-50

neuen Laktation wechselten die Tiere die Kraftfuttergruppe, verblieben aber den gesamten Versuchsverlauf in der selben Grundfutterstufe (Tabelle 2). Bei den Milchschaafen und Milchziegen wurden so die Laktationen zwei bis fünf untersucht, während die Bergschafe im Versuchszeitraum fünf bis acht Laktationen durchmachten. Bei den Milchschaafen und Ziegen wurde die Laktation mit 240 Tagen angesetzt, während sie bei den Bergschafen nur 150 Tage betrug.

Die Tiere wurden in Anbindehaltung gehalten, wurden aber täglich für eine Stunde in den Auslauf gelassen. Die Fütterung fand zweimal täglich statt (am Morgen und am späten Nachmittag). Sowohl die Einwaage als auch die Rückwaage des Futters wurde für jedes Tier einzeln festgestellt, um so die individuelle Futteraufnahme bestimmen zu können. Während der Trockenstehzeit erhielten die Tiere nur Heu; erst in den letzten Wochen vor der Geburt wurde etwas Kraftfutter zugefüttert.

### 2.3 Bestimmung des Futterwertes und der Verdaulichkeit der Futtermittel

Sowohl von der Einwaage als auch von der Rückwaage wurden täglich Proben genommen und auf den Trockenmassegehalt analysiert. Die Weender Nährstoffe (RP, RFE, RFA, NfE, RA), die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL) und die Mineralstoffe (Ca, P, Mg, K, Na; Mn, Zn, Cu) wurden regelmäßig aus einer 2-wöchigen Sammelprobe analysiert (Methodik der Weender Analyse nach VDLUFA (1976) und ALVA (1983), Detergenzienanalyse nach VAN SOEST et al. (1991)). Die Verdaulichkeit der beiden Heuqualitäten wurde *in vivo* mit vier Hammeln pro Grundfutterqualität für jedes Erntejahr (1997, 1998, 1999, 2000) bestimmt. Die Verdaulichkeit des Kraftfutters wurde mit der Differenzmethode festgestellt. Die Verdauungsversuche wurden nach den Richtlinien der GfE (1991) zur Bestimmung der

Übersicht 1 – 3:

$$\text{ME (MJ/kg)} = 0,0312 \times \text{DRFE} + 0,0136 \times \text{DRFA} + 0,0147 \times (\text{DOM} - \text{DRFE} - \text{DRFA}) + 0,00234 \times \text{RP} \quad (1)$$

ME = Umsetzbare Energie (MJ/kg)

DRFE, DRFA, DOM = verdauliches RFE, RFA, OM (g/kg)

$$\text{nXP (g/kg)} = (11,93 - (6,82 \times (\text{UDP/RP}))) \times \text{ME} + 1,03 \times \text{UDP} \quad (2)$$

nXP = nutzbares Rohprotein am Dünndarm (g/kg)

UDP = unabbaubebautes Rohprotein (g/kg)

$$\text{RNB (g/kg)} = (\text{RP} - \text{nXP})/6,25 \quad (3)$$

RNB = ruminale Stickstoffbilanz (g/kg)

Tabelle 2: Einteilung der Versuchstiere in die Versuchsgruppen nach dem Prinzip des lateinischen Quadrates

Grundfutterqualität		Kraftfutterniveau		
		KF 05	KF 25	KF 50
2 Schnitte pro Jahr	2. Laktation	21, 22, 23	24, 25, 26	27, 28, 29
	3. Laktation	27, 28, 29	21, 22, 23	24, 25, 26
	4. Laktation	24, 25, 26	27, 28, 29	21, 22, 23
	5. Laktation	21, 24, 27	22, 25, 28	23, 26, 29
3 Schnitte pro Jahr	2. Laktation	31, 32, 33	34, 35, 36	37, 38, 39
	3. Laktation	37, 38, 39	31, 32, 33	34, 35, 36
	4. Laktation	34, 35, 36	37, 38, 39	31, 32, 33
	5. Laktation	31, 34, 37	32, 35, 38	33, 36, 29

21, 22, 23 – 24, 25, 26 – 27, 28, 29 sind Tiere, die den Kraftfutterniveaus 5, 25, 50 in verschiedenen Laktationen innerhalb der 2-Schnittnutzung zugeteilt waren  
31, 32, 33 – 34, 35, 36 – 37, 38, 39 sind Tiere, die den Kraftfutterniveaus 5, 25, 50 in verschiedenen Laktationen innerhalb der 3-Schnittnutzung zugeteilt waren

Nährstoffverdaulichkeit bei Wiederkäuern durchgeführt. Die Hammel erhielten Futter in der Menge von 1 kg Trockenmasse, sodass ein Fütterungsniveau von 1,2 – 1,5 mal des Erhaltungsbedarfs erzielt wurde. Der Versuch dauerte vier Wochen (2 Wochen Vorperiode, 2 Wochen Sammelperiode). Der Kot der Tiere wurde gesammelt und ebenso wie das aufgenommene Futter gewogen. Am Ende der Sammelperiode wurden Futter und Kot analysiert. Der Energie- und Proteingehalt des Futters wurde nach den Gleichungen der GfE (2001) und GfE (2003) errechnet (siehe Übersicht 1 – 3):

### 2.4 Lebendmasse

Die Tiere wurden zur Bestimmung der Lebendmasse während der ersten drei Laktationsmonate einmal wöchentlich nach dem Melken gewogen, danach nur alle zwei Wochen. Das Gewicht der Wolle wurde nach dem Scheren ermittelt. Die Bergschafe wurden jeweils nach der Ablammung geschoren, die Milchschaafe sowohl nach dem Ablammen als auch vor dem Belegen. Die Zu- und Abnahme der Lebendmasse (Lebendmasse-Veränderung, LMV) ergab sich aus der ersten Ableitung der polynomen Regression der Lebendmasse im Laktationsverlauf.

### 2.5 Belegen

Die Milchschaafe und Ziegen wurden im September oder Oktober belegt, die Bergschafe hingegen alle sechs Monate. Bei den Milchschaafen und Bergschafen kam ein Suffolkbock zum Einsatz, während die Ziegen mit einem Burenziegenbock belegt wurden. Sofort nach der Geburt wurden die Lämmer und Kitze von den Muttertieren getrennt. Ein Teil der männlichen Jungtiere kam für den Mastversuch zum Einsatz, um so die Gesamtproduktivität der Rassen festzustellen (Milch- und Mastleistung, RINGDORFER et al. 2008).

## 2.6 Milch

Die Versuchstiere wurden zweimal täglich auf dem Melkstand gemolken. Von Montag bis Donnerstag wurde sowohl die Menge des Morgen- als auch des Abendgemelks bestimmt. Proben des Mittwochabend- und Donnerstagmorgengemelks wurden anfangs wöchentlich, und dann alle zwei Wochen, auf die Inhaltsstoffe Fett, Protein und Laktose analysiert. Wenn die Milchleistung eines Tieres unter 200 g fiel, wurde das jeweilige Tier trockengestellt. Aus diesem

Grund mussten einige Tiere schon vor dem festgelegten Zeitraum die Laktation beenden.

## 2.7. Statistische Auswertung

Die Anzahl der auswertbaren Laktationen pro Rasse in den Fütterungsgruppen ist in *Tabelle 3* dargestellt. Bei den Milchschaafen und Ziegen wurden mindestens 10 Laktationen pro Gruppe angestrebt, während die Bergschafe

*Tabelle 3: Anzahl der Laktationen in den Untergruppen*

Grundfutterqualität	Kraftfutterniveau			
	Total	KF 05	KF 25	KF 50
<b>Österreichisches Bergschaf</b>				
2 Schnitte pro Jahr	49	15	16	18
3 Schnitte pro Jahr	51	18	17	16
<b>Ostfriesisches Milchschaaf</b>				
2 Schnitte pro Jahr	33	12	11	10
3 Schnitte pro Jahr	34	10	12	12
<b>Weißer Deutsche Edelziege</b>				
2 Schnitte pro Jahr	34	12	10	12
3 Schnitte pro Jahr	34	10	12	12

*Tabelle 4: Nähr- und Mineralstoffgehalt sowie Verdaulichkeit und Energiekonzentration der Versuchsfutter (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung)*

		2-Schnittheu	3-Schnittheu	Kraftfutter	
Anzahl Proben		49	50	49	
Trockenmasse		g/kg FM	926 $\pm$ 13	927 $\pm$ 13	914 $\pm$ 9
<b>Rohnährstoffe</b>					
Rohprotein	g/kg TM	118 $\pm$ 9	127 $\pm$ 16	171 $\pm$ 11	
Rohfett	g/kg TM	16 $\pm$ 2	17 $\pm$ 2	20 $\pm$ 3	
Rohfaser	g/kg TM	326 $\pm$ 17	306 $\pm$ 14	77 $\pm$ 5	
N-freie Extraktstoffe	g/kg TM	479 $\pm$ 16	488 $\pm$ 16	645 $\pm$ 15	
Rohasche	g/kg TM	61 $\pm$ 7	63 $\pm$ 6	87 $\pm$ 4	
<b>Gerüstsubstanzen</b>					
NDF	g/kg TM	619 $\pm$ 20	594 $\pm$ 17	199 $\pm$ 6	
ADF	g/kg TM	373 $\pm$ 14	356 $\pm$ 12	97 $\pm$ 4	
ADL	g/kg TM	46 $\pm$ 1	45 $\pm$ 1	21 $\pm$ 0,5	
<b>Verdaulichkeit</b>					
Organische Masse	%	56,8 $\pm$ 2,5	59,8 $\pm$ 2,1	87,0	
Rohprotein	%	57,2 $\pm$ 0,8	58,2 $\pm$ 0,7	83,8	
Rohfett	%	23,2 $\pm$ 1,1	24,5 $\pm$ 0,9	76,4	
Rohfaser	%	55,5 $\pm$ 1,2	56,9 $\pm$ 1,0	37,5	
N-freie Extraktstoffe	%	58,6 $\pm$ 3,7	63,1 $\pm$ 3,2	93,8	
NDF	%	54,7 $\pm$ 2,2	57,4 $\pm$ 1,9	63,3	
ADF	%	52,4 $\pm$ 2,1	54,9 $\pm$ 1,7	54,6	
<b>Energiegehalt</b>	MJ ME/kg TM	7,98 $\pm$ 0,34	8,41 $\pm$ 0,32	12,30 $\pm$ 0,06	
<b>Proteingehalt</b>					
nXP	g/kg TM	110 $\pm$ 4	116 $\pm$ 6	175 $\pm$ 4	
UDP	% von RP	22,3 $\pm$ 0,7	21,4 $\pm$ 0,7	30,8	
RNB	g/kg TM	1,3 $\pm$ 1,1	1,7 $\pm$ 1,7	-0,6 $\pm$ 1,2	
<b>Mineralstoffe</b>					
Calcium	g/kg TM	5,5 $\pm$ 0,6	5,7 $\pm$ 0,7	12,8 $\pm$ 2,4	
Phosphor	g/kg TM	2,7 $\pm$ 0,3	3,0 $\pm$ 0,3	5,4 $\pm$ 0,6	
Magnesium	g/kg TM	2,4 $\pm$ 0,4	2,5 $\pm$ 0,4	4,8 $\pm$ 1,0	
Kalium	g/kg TM	14,8 $\pm$ 1,8	15,6 $\pm$ 2,0	11,5 $\pm$ 1,7	
Natrium	g/kg TM	0,27 $\pm$ 0,07	0,23 $\pm$ 0,07	2,84 $\pm$ 0,40	
<b>Spurenelemente</b>					
Mangan	mg/kg TM	162 $\pm$ 7	171 $\pm$ 6	84 $\pm$ 4	
Zink	mg/kg TM	41 $\pm$ 1	43 $\pm$ 1	208 $\pm$ 5	
Kupfer	mg/kg TM	7,2 $\pm$ 0,2	7,5 $\pm$ 0,2	9,8 $\pm$ 0,3	



im Versuchszeitraum zwischen 16 und 18 Laktationen beendeten.

Die Daten wurden mit dem Statistikpaket HARVEY (1987) varianzanalytisch ausgewertet. Im Modell wurden die Haupteffekte Rasse, Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau sowie die Laktationszahl und die Wechselwirkungen zwischen den Haupteffekten (Rasse, Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau) berücksichtigt. Die multiplen Mittelwertvergleiche wurden mit Hilfe des Tests von Student-Newman-Keuls ( $P < 0,05$ ) von STATGRAPHICS PLUS (2000) durchgeführt. Signifikante Unterschiede wurden mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet. In den Tabellen sind Least-squares-Mittelwerte, die Residualstandardabweichung RSD (d.h. die gepoolte Standardabweichung innerhalb der Versuchsgruppe) und die P-Werte für die Haupteffekte und bzw. für die Wechselwirkungen angegeben.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Inhaltsstoffe der Versuchsfuttermittel

Der durchschnittliche Gehalt der Futtermittel an Inhaltsstoffen in den vier Versuchsjahren ist in *Tabelle 4* dargestellt. Der Unterschied zwischen den zwei Heuqualitäten in Hinblick auf Energie- und Proteingehalt wurde nicht im angestrebten Ausmaß erreicht. Der Proteingehalt des 2-Schnittheus betrug durchschnittlich 118 g/kg TM, der des 3-Schnittheus 127 g/kg TM. Der entsprechende Rohfasergehalt lag bei 326 g und 306 g. Das 2-Schnittheu wies 619 g NDF/kg TM auf, während das 3-Schnittheu 594 g NDF/kg TM enthielt. Der Unterschied in der Verdaulichkeit der organischen Substanz der zwei Heuqualitäten betrug nur 3,0 % (56,8 bzw. 59,8 %). Es ergab sich eine Energiekonzentration von 7,98 bzw. 8,41 MJ ME/kg TM. Der Gehalt an nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) lag unter dem Gehalt an Rohprotein, was zu einer leicht positiven ruminalen N-Bilanz führte (RNB). Das Kraftfutter zeigte eine sehr hohe Verdaulichkeit der organischen Substanz (87,0 %) und damit auch eine hohe Energiekonzentration von 12,30 MJ ME/kg TM. Der Proteingehalt des Kraftfutters und dessen Abbaubarkeit war experimentell so angelegt, dass sich eine ähnliche RNB wie beim Heu ergab (-0,6 g/kg TM). Daher war in allen Versuchsgruppen eine ähnliche RNB gegeben.

#### 3.2 Lebendmasse

In *Tabelle 5* ist die Lebendmasse sowie die Veränderung der Lebendmasse während der Laktation und der Trockenstezeit für die Haupteffekte angeführt, in *Tabelle 6* für die Wechselwirkungen zwischen den Haupteffekten. Die durchschnittliche Lebendmasse für die gesamte Zwischenlammzeit betrug bei den Bergschafen 78,2 kg, bei den Milchschaften 68,6 kg und bei den Ziegen 55,9 kg. Generell zeigte die Lebendmasse in der Trockenstezeit deutlich höhere Werte als während der Laktation (72,2 gegenüber 64,9 kg, gemittelt über alle Rassen). Der durchschnittliche Lebendmassezunahme lag bei den Bergschafen höher als bei den Milchschaften und Ziegen (496, 369 und 325 g/Tag). Die Entwicklung der Lebendmasse in der Zwischenlammzeit ist in *Abbildung 1* dargestellt. Abgesehen vom Faktor

Species/Rasse, wurde die Gewichtsentwicklung besonders vom Kraftfutterniveau beeinflusst. Generell zeigte die Veränderung der Lebendmasse während der Laktation nur geringfügige Änderungen, die stark vom Kraftfutterniveau abhängig waren; hingegen wurde eine massive Gewichtszunahme in der Trockenstezeit beobachtet, die auf die Entwicklung des Fötus und den Aufbau von Körperfettreserven zurückzuführen ist. Unabhängig von der Rasse zeigten alle Tiere, die nur 5 % Kraftfutter erhielten, einen deutlichen Gewichtsverlust in den ersten Laktationswochen, während höhere Kraftfuttergaben ab der zweiten Laktationswoche zu einer Zunahme der Lebendmasse führten. Die durchschnittliche Lebendmasse in den drei Kraftfutterstufen betrug 65,1 kg in KF 05, 66,2 kg in KF 25 und 71,4 kg in KF 50. Ebenso wurde die Lebendmasse von der Grundfutterqualität beeinflusst (65,8 bzw. 69,2 kg in GF 2 bzw. GF 3).

Zwischen den Haupteffekten zeigten sich keine Wechselwirkungen hinsichtlich der Lebendmasse. Was die Änderung der Lebendmasse betrifft, fand sich eine Wechselwirkung zwischen Kraftfutterniveau und Rasse. Bei Fütterung höherer Kraftfuttergaben zeigten Tiere mit höherem Milchleistungspotenzial (Milchschafe und Ziegen) einen weniger ausgeprägten Gewichtszunahme als Tiere mit niedrigem Milchleistungspotenzial (Bergschafe).

#### 3.3 Futter- und Energieaufnahme

Hinsichtlich der gesamten Zwischenlammzeit zeigte sich kein Einfluss der Rasse auf die Gesamtfutteraufnahme (2,03 kg TM bei den Bergschafen, 2,01 kg TM bei den Milchschaften und 2,04 kg TM bei den Ziegen). Hingegen beeinflussten sowohl die Grundfutterqualität (1,97 kg TM in GF 2 und 2,09 kg in GF 3) als auch das Kraftfutterniveau (1,87 kg TM in KF 05, 1,99 kg in KF 25 und 2,23 kg in KF 50) die Futteraufnahme signifikant (*Tabelle 5*). Die Grundfutterverdrängung während der Laktation betrug 0,38. Bei Fütterung des 3-Schnittheus zeigte sich eine höhere Verdrängungsrate als bei Vorlage der schlechteren Heuqualität (0,32 in GF 2 und 0,44 in GF 3). Die durchschnittliche tägliche Futteraufnahme der drei Rassen in Absolutwerten zeigte keinen Unterschied. Hingegen ergaben sich bei Bezug der Futteraufnahme auf die metabolische Lebendmasse deutliche Unterschiede zwischen den Rassen (78 g/kg  $LM^{0,75}$  bei den Bergschafen, 85 g/kg  $LM^{0,75}$  bei den Milchschaften und 100 g/kg  $LM^{0,75}$  bei den Ziegen). Die Grundfutterqualität zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Futteraufnahme bezogen auf  $LM^{0,75}$ , was darin begründet ist, dass die Tiere bei besserem Grundfutter auch schwerer waren.

Die Versuchsfaktoren Rasse und Kraftfutterniveau wirkten sich signifikant auf die Futterselektion aus. Der Prozentsatz des Heus, das von den Tieren nicht gefressen wurde, betrug 13,4 % bei den Bergschafen, 12,4 % bei den Milchschaften und 13,8 % bei den Ziegen ( $P = 0,033$ ); in Hinblick auf das Kraftfutterniveau machte die Rückwaage 11,4 % bei KF 05, 13,1 % bei KF 25 und 15,1 % für KF 50 aus ( $P < 0,001$ ). Dagegen waren die Unterschiede hinsichtlich Grundfutterqualität nicht signifikant (13,3 % für GF 2 und 13,1 % für GF 3,  $P = 0,536$ ). Es waren keine Interaktionen zwischen den Haupteffekten festzustellen. Die Tiere selektierten bei Vorlage des 2-Schnittheus stärker, sodass der Unterschied im Protein- bzw. Rohfasergehalt zwischen Einwaage und

Rückwaage beim 2-Schnittheu größer war als bei Fütterung des 3-Schnittheus. Unabhängig von der Heuqualität war der Unterschied im Nährstoffgehalt zwischen vorgelegtem und nicht gefressenem Heu bei den Milchschafern am größten. Eine Abnahme der Futterselektion mit besserer Heuqualität war vor allem bei den Ziegen zu beobachten.

Wie im Versuchsplan vorgesehen, betrug die Kraftfuttermenge während der Laktation 0,12 kg TM in KF 05, 0,59 kg in KF 25 und 1,21 kg in KF 50. In der Trockenstehzeit erhielten die Tiere nur geringe Mengen Kraftfutter (0,15, 0,16 und 0,17 kg TM), unabhängig von der Versuchsgruppe. Bezogen auf die Zwischenlammzeit zeigten sich für die drei Rassen sehr ähnliche Ergebnisse (1,57 kg TM bei den Berg- und Milchschafern, 1,56 kg bei den Ziegen). Es ergaben sich keine Wechselwirkungen zwischen Rasse

und Kraftfutterniveau in Hinblick auf die Grundfutter- und Kraftfuttermenge (Tabelle 6). Jedoch reagierten die Rassen unterschiedlich auf die zwei Grundfutterqualitäten. Während die höhere Heuqualität bei den Bergschafen keinen Anstieg in der Gesamtfuttermenge bewirkte (2,20 kg TM in GF 2 bzw. 2,21 kg in GF 3), steigerten sowohl Milchschafer als auch Ziegen die Futtermenge bei Fütterung des 3-Schnittheus (1,98 kg bzw. 2,25 kg TM bei den Milchschafern sowie 2,08 bzw. 2,24 kg TM bei den Ziegen). Es zeigte sich eine Interaktion zwischen Rasse, Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau. Bei Fütterung von nur 5 % Kraftfutter steigerte sich die Futtermenge der Bergschafe mit der Heuqualität, während sich bei höheren Kraftfuttermengen die Trockenmasseaufnahme mit dem 3-Schnittheu reduzierte.

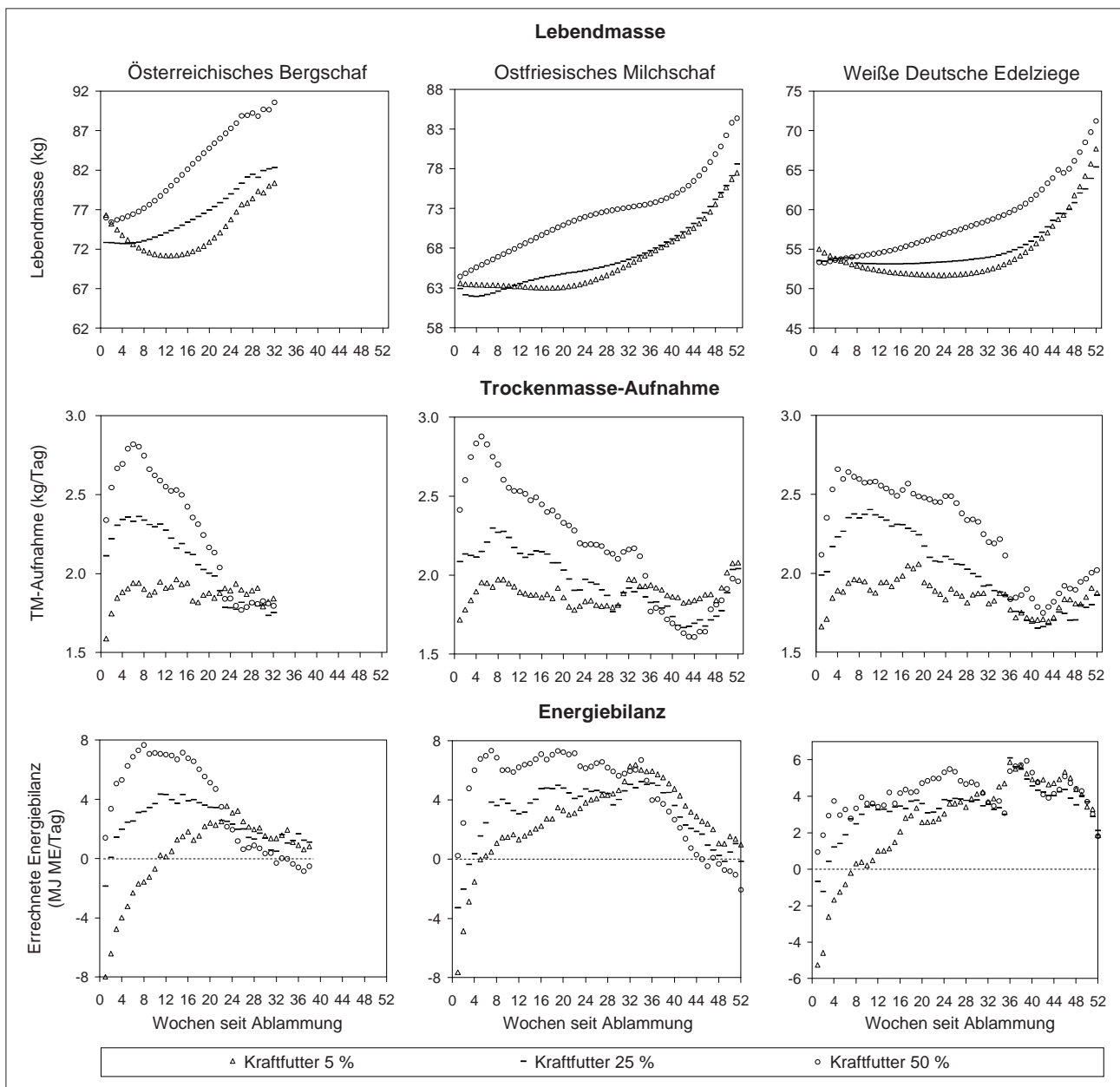


Abbildung 1: Entwicklung der Lebendmasse, Futtermengeaufnahme und Energiebilanz im Verlauf der Zwischenlammzeit in Abhängigkeit von Species/Rasse und Kraftfutterniveau

Die Entwicklung der Gesamtfuttermittelaufnahme in der Zwischenlammzeit ist ebenfalls in *Abbildung 1* dargestellt. Der Einfluss des Kraftfutterniveaus auf die Entwicklung der Trockenmasseaufnahme während der Laktation zeigte keine großen Unterschiede zwischen den drei Rassen. In KF 05 ergab sich zu Laktationsbeginn nur ein leichter Anstieg in der Futtermittelaufnahme, während höhere Kraftfuttermittelaufgaben einen deutlichen Anstieg zu Laktationsbeginn hervorriefen, gefolgt von einer starken Abnahme nach dem Peak. Besonders intensiv zeigte sich der Rückgang in der Futtermittelaufnahme nach dem Peak bei Fütterung von 50 % Kraftfutter. In der Trockenstehzeit kam es bei Milchschaafen und Ziegen zu einem Anstieg in der Futtermittelaufnahme, hingegen wurde dieses Phänomen bei den Bergschafem nicht beobachtet.

Die Absolutwerte für die durchschnittliche tägliche Energieaufnahme unterschieden sich zwischen den drei Rassen genauso wenig wie die Trockenmasseaufnahme (18,7 MJ ME bei den Bergschafem, 18,4 MJ ME bei den Milchschaafen und 18,7 MJ ME bei den Ziegen). Hingegen traten signifikante Unterschiede zutage, wenn die Energieaufnahme auf die metabolische Lebendmasse bezogen wurde. So nahmen die Bergschafe während der Laktation 820 kJ ME/kg LM<sup>0,75</sup> auf, während die Milchschafe 866 kJ ME/kg LM<sup>0,75</sup> und die Ziegen sogar 1028 kJ ME/kg LM<sup>0,75</sup> aufnahmen. Wie erwartet, erhöhte sich die Energieaufnahme signifikant mit der Grundfutterqualität (19,5 MJ ME in GF 2 bzw. 21,4 MJ ME in GF 3) und dem Kraftfutterniveau (16,0 MJ ME in KF 05, 20,0 MJ ME in KF 25 und 25,3 MJ ME in KF 50), was einerseits auf die gesteigerte Futtermittelaufnahme und andererseits auf die erhöhte Energiekonzentration des Futters zurückzuführen ist.

### 3.4 Nährstoffkonzentration der Ration

Die Nährstoffkonzentration der Ration zeigte kaum Unterschiede zwischen den Rassen. Die durchschnittliche Rohproteinkonzentration lag bei 13,8 % während der Laktation und bei 12,7 % in der Trockenstehzeit. Die ruminale Stickstoffbilanz wies in allen Versuchsgruppen leicht positive Werte auf, sodass kein N-Mangel für die Pansenmikroben gegeben war (GfE 2003). Der durchschnittliche Rohfaser- und NDF-Gehalt in der Ration betrug 24,9 bzw. 49,2 % in der Zeit der Laktation. Wie durch das Versuchsdesign angestrebt, ergaben sich sowohl durch die Grundfutterqualität als auch das Kraftfutterniveau signifikante Unterschiede in der Nährstoffkonzentration der Ration (*Tabelle 5* und *6*). Während der Laktation lag der durchschnittliche Rohfasergehalt in GF 2 bei 25,4 %, während er in GF 3 bei nur 24,4 % lag. Die entsprechenden Werte für die NDF-Konzentration betrugen 49,8 und 48,6 %. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz machte 65,5 % in GF 2 und 67,1 % in GF 3 aus, was in einer Energiekonzentration von 9,26 bzw. 9,49 MJ ME/kg TM resultierte.

Stärker noch wirkte sich das Kraftfutterniveau auf die Nährstoffkonzentration der Ration aus. Der Rohproteingehalt stieg von 12,8 (KF 05) auf 13,8 (KF 25) bis auf 14,9 % (KF 50) der Trockenmasse an. Im Gegensatz dazu sank der Rohfasergehalt von 30,0 auf 24,9 und 19,7 % ab, die NDF-Konzentration reduzierte sich von 58,0 auf 49,2 bis auf 40,4 %. Die durchschnittliche Energiekonzentration in

den Kraftfuttermitteln betrug 8,49 MJ ME/kg in KF 05, 9,37 MJ ME/kg in KF 25 und 10,26 MJ ME/kg in KF 50. Signifikante Wechselwirkungen zwischen den Versuchsfaktoren zeigten sich nur zwischen Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau, was darauf zurückzuführen ist, dass der Einfluss der Grundfutterqualität auf die Nährstoffkonzentration der Ration bei höherem Kraftfutterniveau geringer ist (*Tabelle 5* und *6*). Besonders intensiv wirkte sich die Grundfutterqualität auf die Konzentration der Nährstoffe in der Trockenstehzeit aus, da zu dieser Zeit die Kraftfuttermittelaufgabe sehr gering ausfiel.

Mit steigendem Rohfasergehalt und der damit verbundenen schlechteren Verdaulichkeit kommt es zu einer Reduktion der Futtermittelaufnahme. Der Grund hierfür liegt in der verringerten Verdaulichkeit und dem gesteigerten Zeitaufwand für das Wiederkauen, weshalb es immer mehr zu einer physikalisch regulierten Futtermittelaufnahme kommt (DULPHY und DEMARQUILLY 1994). Zunehmende Kraftfuttermittelaufgaben führen über die Grundfütterungsverdrängung ebenfalls zu einer Reduktion in der Grundfütterungsaufnahme (FAVERDIN et al. 1991, TRABALZA-MARINUCCI et al. 1992). Die im Kraftfutter enthaltenen leicht verdaulichen Kohlenhydrate bewirken einen pH-Abfall im Pansen, ausgelöst durch eine hohe Konzentration an flüchtigen Fettsäuren, reduziertem Wiederkauen und verminderter Speichelsekretion. Daraus resultieren ungünstige Wachstumsbedingungen für die zellulolytischen Bakterien, wodurch der Abbau der Faserbestandteile des Futters beeinträchtigt wird. Als Folge davon kommt es zu einer Reduktion der Grundfütterungsaufnahme (ORSKOV 1986). Die Intensität der Grundfütterungsverdrängung hängt von der Tierart, dem Ausmaß der Kraftfütterergänzung, der Art und Qualität des Grundfutters, dem Energiebedarf sowie der Energiebilanz des Tieres ab (DULPHY 1987, FAVERDIN et al. 1991).

Die Futtermittelaufnahme des Einzeltieres wird maßgeblich von der Leistung beeinflusst. In den letzten Wochen der Trächtigkeit kommt es häufig zu einer Reduktion der Futtermittelaufnahme, was einerseits in der Kompression des Verdauungstrakts durch die Entwicklung des Fötus begründet ist, andererseits aber auch auf hormonelle Umstellungen zurückgeführt werden kann (FORBES 1968, FORBES 1971). Die maximale Futtermittelaufnahme wird bei laktierenden Schafem und Ziegen zwischen der 6. und 8. Laktationswoche erreicht. Da der Peak in der Milchleistung aber schon früher eintritt, kann der hohe Energiebedarf für die Milchbildung zu dieser Zeit nicht allein über die Futtermittelaufnahme gedeckt werden. Als Folge davon kommt es zu einer Mobilisation von Körperfettreserven. Das Ausmaß der damit verbundenen Gewichtsabnahme ist besonders groß in Verbindung mit schlechterer Futterqualität und Rationen mit hohem Grundfütteranteil (FORBES 1971). In der zweiten Laktationshälfte übersteigt hingegen die Energieaufnahme aus dem Futter den Energiebedarf des Tieres, sodass es zu einem Aufbau von Fettreserven kommt (INRA 1989, CANNAS 2004). Aus diesen physiologischen Tatsachen ergibt sich, dass der hohe Energiebedarf hochleistender Tiere in der Laktation nur mit Rationen von hoher Energiekonzentration gedeckt werden kann (CANNAS 2004).

Die Ergebnisse verschiedener Studien zum Unterschied zwischen Schafem und Ziegen in Hinblick auf selektives

Tabelle 5: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Nährstoffkonzentration während der Laktation und Trockenstehtzeit (Haupteffekte)

Parameter	Einheit	Phase	Species/Rasse (S/R)			Grundfutterqualität (G)			Kraftfutterniveau (K)			P-Werte		RSD	
			ÖBS	OMS	WDE	GF 2	GF 3	KF 05	KF 25	KF 50	S/R	G	K		
Anzahl Beobachtungen			100	67	68	116	119	77	78	80					
Lebendmasse	kg	L	75,1 <sup>a</sup>	65,7 <sup>b</sup>	53,8 <sup>c</sup>	63,1 <sup>a</sup>	66,6 <sup>b</sup>	62,5 <sup>a</sup>	63,6 <sup>a</sup>	68,4 <sup>b</sup>	0,000	0,001	0,000	7,8	
	kg	T	83,2 <sup>a</sup>	72,8 <sup>b</sup>	60,6 <sup>c</sup>	70,2 <sup>a</sup>	74,2 <sup>b</sup>	68,7 <sup>a</sup>	70,6 <sup>a</sup>	77,3 <sup>b</sup>	0,000	0,000	0,000	7,9	
	kg	G	78,2 <sup>a</sup>	68,6 <sup>b</sup>	55,9 <sup>c</sup>	65,8 <sup>a</sup>	69,2 <sup>b</sup>	65,1 <sup>a</sup>	66,2 <sup>a</sup>	71,4 <sup>b</sup>	0,000	0,001	0,000	7,7	
Lebendmasse-Veränderung	g/d	L	197 <sup>a</sup>	134 <sup>a</sup>	57 <sup>b</sup>	109	150	-75 <sup>a</sup>	133 <sup>b</sup>	329 <sup>c</sup>	0,000	0,128	0,000	200	
	g/d	T	988 <sup>a</sup>	701 <sup>b</sup>	887 <sup>a</sup>	820	897	891	844	841	0,000	0,085	0,594	335	
	g/d	G	496 <sup>a</sup>	369 <sup>b</sup>	325 <sup>b</sup>	381	412	308 <sup>a</sup>	389 <sup>b</sup>	493 <sup>c</sup>	0,000	0,138	0,000	154	
Grundfutteraufnahme	g TM/d	L	1555	1478	1524	1453 <sup>a</sup>	1585 <sup>b</sup>	1761 <sup>a</sup>	1546 <sup>b</sup>	1250 <sup>c</sup>	0,127	0,000	0,000	230	
	g TM/d	T	1608	1707	1637	1616	1685	1701	1611	1640	0,099	0,064	0,137	281	
	g TM/d	G	1571	1567	1556	1514 <sup>a</sup>	1615 <sup>b</sup>	1741 <sup>a</sup>	1571 <sup>b</sup>	1381 <sup>c</sup>	0,915	0,001	0,000	225	
Kraftfutteraufnahme	g TM/d	L	648	637	635	630	650	120 <sup>a</sup>	590 <sup>b</sup>	1210 <sup>c</sup>	0,681	0,120	0,000	100	
	g TM/d	T	206 <sup>a</sup>	108 <sup>b</sup>	171 <sup>a</sup>	161	163	153	164	168	0,000	0,886	0,691	115	
	g TM/d	G	463	447	485	454	476	127 <sup>a</sup>	421 <sup>b</sup>	847 <sup>c</sup>	0,131	0,130	0,000	110	
Gesamtfutteraufnahme	g TM/d	L	2203	2115	2159	2083 <sup>a</sup>	2235 <sup>b</sup>	1881 <sup>a</sup>	2136 <sup>b</sup>	2460 <sup>c</sup>	0,207	0,000	0,000	302	
	g TM/d	T	1814	1814	1808	1776 <sup>a</sup>	1848 <sup>b</sup>	1854	1775	1808	0,986	0,054	0,222	278	
	g TM/d	G	2033	2014	2041	1968 <sup>a</sup>	2091 <sup>b</sup>	1868 <sup>a</sup>	1992 <sup>b</sup>	2228 <sup>c</sup>	0,842	0,001	0,000	272	
Energieaufnahme	MJ ME/d	L	20,85	20,07	20,35	19,48 <sup>a</sup>	21,36 <sup>b</sup>	15,99 <sup>a</sup>	20,02 <sup>b</sup>	25,25 <sup>c</sup>	0,234	0,000	0,000	2,85	
	MJ ME/d	T	15,87	15,36	15,45	14,88 <sup>a</sup>	16,24 <sup>b</sup>	15,88	15,26	15,54	0,404	0,000	0,314	2,49	
	MJ ME/d	G	18,69	18,42	18,74	17,75 <sup>a</sup>	19,48 <sup>b</sup>	15,90 <sup>a</sup>	18,12 <sup>b</sup>	21,83 <sup>c</sup>	0,737	0,000	0,000	2,55	
Rohfasergehalt	g REA/kg TM	L	250 <sup>a</sup>	247 <sup>b</sup>	250 <sup>a</sup>	254 <sup>a</sup>	244 <sup>b</sup>	300 <sup>a</sup>	249 <sup>b</sup>	197 <sup>c</sup>	0,030	0,000	0,000	7,3	
	g REA/kg TM	T	287 <sup>a</sup>	301 <sup>b</sup>	294 <sup>c</sup>	304 <sup>a</sup>	284 <sup>b</sup>	296	293	293	0,000	0,000	0,608	18,9	
	g REA/kg TM	G	262	264	262	270 <sup>a</sup>	255 <sup>b</sup>	299 <sup>a</sup>	265 <sup>b</sup>	224 <sup>c</sup>	0,350	0,000	0,000	10,5	
Gerüstsubstanzen	g NDF/kg TM	L	494 <sup>a</sup>	489 <sup>b</sup>	493 <sup>b</sup>	498 <sup>a</sup>	486 <sup>b</sup>	580 <sup>a</sup>	492 <sup>b</sup>	404 <sup>c</sup>	0,003	0,000	0,000	9,3	
	g NDF/kg TM	T	558 <sup>a</sup>	580 <sup>b</sup>	568 <sup>c</sup>	581 <sup>a</sup>	557 <sup>b</sup>	572	567	567	0,000	0,000	0,520	29,4	
	g NDF/kg TM	G	516	519	514	525 <sup>a</sup>	507 <sup>b</sup>	578 <sup>a</sup>	520 <sup>b</sup>	451 <sup>c</sup>	0,233	0,000	0,000	16,4	
Verdaulichkeit	% VK OM	L	66,2	66,5	66,2	65,5 <sup>a</sup>	67,1 <sup>b</sup>	60,2 <sup>a</sup>	66,2 <sup>b</sup>	72,4 <sup>c</sup>	0,046	0,000	0,000	1,06	
	% VK OM	T	61,8 <sup>a</sup>	60,2 <sup>b</sup>	60,8 <sup>b</sup>	59,4 <sup>a</sup>	62,4 <sup>b</sup>	60,7	61,0	61,0	0,000	0,000	0,683	2,40	
	% VK OM	G	64,7	64,4	64,7	63,5 <sup>a</sup>	65,7 <sup>b</sup>	60,3 <sup>a</sup>	64,3 <sup>b</sup>	69,2 <sup>c</sup>	0,467	0,000	0,000	1,31	
Energiegehalt	MJ ME/kg TM	L	9,37 <sup>ab</sup>	9,40 <sup>b</sup>	9,35 <sup>b</sup>	9,26 <sup>a</sup>	9,49 <sup>b</sup>	8,49 <sup>a</sup>	9,37 <sup>b</sup>	10,26 <sup>c</sup>	0,077	0,000	0,000	0,14	
	MJ ME/kg TM	T	8,73 <sup>a</sup>	8,47 <sup>b</sup>	8,57 <sup>b</sup>	8,38 <sup>a</sup>	8,79 <sup>b</sup>	8,56	8,60	8,61	0,000	0,000	0,654	0,37	
	MJ ME/kg TM	G	9,15	9,10	9,14	8,97 <sup>a</sup>	9,28 <sup>b</sup>	8,50 <sup>a</sup>	9,09 <sup>b</sup>	9,79 <sup>c</sup>	0,256	0,000	0,000	0,19	

Phase: L = Laktation, T = Trockenstehtzeit, G = Gesamtpphase (Laktation und Trockenstehtzeit)



Table 6: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Nährstoffkonzentration während der Laktation und Trockenstehtzeit (Interaktion Species/Rasse × Kraftfutterniv.)

Parameter	Einheit	Phase	Österreichisches Bergschaf			Ostfriesisches Milchschaaf			Weiße Deutsche Edelziege			P-Werte		
			KF 05	KF 25	KF 50	KF 05	KF 25	KF 50	KF 05	KF 25	KF 50	S/R × K	S/R × G	K × G
Anzahl Beobachtungen			33	34	22	23	22	22	22	24				
Lebendmasse	kg	L	72,0	73,8	79,4	62,9	64,2	70,0	52,6	52,8	55,9	0,686	0,297	0,985
	kg	T	77,9	81,8	89,9	69,3	71,3	77,7	58,8	58,6	64,4	0,323	0,602	0,982
	kg	G	74,4	77,0	83,1	66,2	67,0	72,6	54,7	54,6	58,5	0,590	0,363	0,987
Lebendmasse-Veränderung	g/d	L	-174	230	534	20	117	265	-69	52	189	0,000	0,799	0,164
	g/d	T	1108	950	905	666	707	730	899	875	888	0,281	0,428	0,802
	g/d	G	323	508	657	339	349	420	263	309	403	0,000	0,645	0,718
Grundfutteraufnahme	g TM/d	L	1749	1617	1298	1749	1478	1207	1785	1543	1244	0,553	0,063	0,054
	g TM/d	T	1675	1592	1559	1779	1686	1654	1649	1554	1706	0,339	0,328	0,849
	g TM/d	G	1718	1599	1395	1771	1572	1358	1734	1542	1391	0,769	0,108	0,278
Kraftfutteraufnahme	g TM/d	L	109	608	1227	130	582	1198	121	579	1205	0,652	0,007	0,871
	g TM/d	T	203	197	218	100	108	115	154	187	172	0,917	0,851	0,751
	g TM/d	G	138	423	826	114	390	838	129	450	877	0,576	0,229	0,501
Gesamtfutteraufnahme	g TM/d	L	1858	2225	2526	1879	2060	2406	1906	2123	2449	0,509	0,019	0,242
	g TM/d	T	1878	1788	1777	1879	1795	1769	1803	1741	1879	0,404	0,422	0,818
	g TM/d	G	1856	2023	2221	1885	1961	2197	1863	1992	2267	0,864	0,051	0,495
Energieaufnahme	MI ME/d	L	15,76	20,87	25,91	16,05	19,39	24,75	16,16	19,80	25,09	0,470	0,025	0,272
	MI ME/d	D	16,32	15,64	15,64	15,91	15,18	14,99	15,40	14,95	16,00	0,577	0,506	0,780
	MI ME/d	T	15,85	18,46	21,77	16,00	17,74	21,53	15,84	18,17	22,20	0,857	0,060	0,475
Rohfasergehalt	g RFA/kg TM	L	302	249	198	298	247	195	301	251	198	0,924	0,300	0,007
	g RFA/kg TM	T	289	287	284	301	301	299	297	291	295	0,808	0,999	0,945
	g RFA/kg TM	G	297	264	225	301	269	224	300	262	224	0,410	0,911	0,027
Gerüstsubstanzen	g NDF/kg TM	L	582	493	406	577	489	402	580	495	405	0,880	0,335	0,015
	g NDF/kg TM	T	562	559	553	581	581	578	573	562	570	0,790	0,986	0,895
	g NDF/kg TM	G	575	519	453	580	525	450	578	514	449	0,281	0,908	0,042
Verdaulichkeit	% VK OM	L	59,9	66,2	72,3	60,5	66,5	72,6	60,1	66,0	72,3	0,932	0,310	0,007
	% VK OM	T	61,5	61,8	62,2	60,2	60,1	60,3	60,6	61,3	60,7	0,819	0,996	0,966
	% VK OM	G	60,5	64,4	69,1	60,2	63,9	69,2	60,3	64,6	69,2	0,541	0,897	0,018
Energiegehalt	MI ME/kg TM	L	8,47	9,38	10,26	8,52	9,40	10,28	8,47	9,33	10,24	0,865	0,296	0,003
	MI ME/kg TM	T	8,67	8,73	8,78	8,47	8,45	8,49	8,53	8,63	8,54	0,820	0,978	0,959
	MI ME/kg TM	G	8,54	9,12	9,79	8,48	9,02	9,79	8,49	9,13	9,79	0,538	0,874	0,017

Phase: L = Laktation, T = Trockenstehtzeit, G = Gesamtphase (Laktation und Trockenstehtzeit)

Fressverhalten, Futteraufnahme und Verdaulichkeit lassen keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu. Ziegen zeigen eine besonders hohe Selektion bei der Futteraufnahme (MORAND-FEHR 2003), wodurch sich das vorgelegte vom aufgenommenen Futter in der Nährstoffzusammensetzung oft stark unterscheidet (RANDY et al. 1988). Durch das gezielte Auswählen von Blättern und Trieben können Ziegen den Proteingehalt der aufgenommenen Nahrung deutlich erhöhen (FEDELE et al. 2002). Schafe üben eine weniger ausgeprägte Selektion bei der Futteraufnahme aus und weisen daher meist weniger Futter zurück (LU 1988, MORAND-FEHR 2003).

Werden den Tieren so hohe Futtermengen zugestanden, dass Futterverweigerung bis zu einem gewissen Grad möglich ist, so können Ziegen sowohl die Trockenmasseaufnahme als auch die Nährstoff- und Energieaufnahme stark erhöhen, sodass es zu einer merklichen Leistungssteigerung kommt (LINDBERG und GONDA 1997). Selektives Fressverhalten wurde auch bei Schafen nachgewiesen, wenn auch nicht im selben Ausmaß. Wenn Futter im Überfluss angeboten wird, bevorzugen Schafe Futteranteile mit niedrigerem ADF-Gehalt (FERNÁNDEZ-RIVERA et al. 1994). Während ABIJAOUDE et al. (2000) die höhere Selektion der Ziegen mit einer niedrigeren Futteraufnahme in Zusammenhang bringen, beobachteten SIMIANE et al. (1981) bei Ziegen höhere Futteraufnahmen als bei Schafen. DULPHY et al. (1994) hingegen geben gleiche Werte für beide Arten an, registrieren aber höhere Werte für die Futteraufnahme bei Ziegen, wenn Heu schlechter Qualität gefüttert wird. Forschungsergebnisse in Hinblick auf die Verdaulichkeit der Rohfaser bei Schafen und Ziegen weisen kein einheitliches Bild auf. Einige Studien kamen zu dem Schluss, dass Schafe besser als Ziegen in der Lage sind, minderwertiges Raufutter zu verdauen, was auf die längere Verweilzeit des Futters im Pansen zurückzuführen ist, während Ziegen höhere Futteraufnahmen und eine gesteigerte Passagerate aufweisen (BROWN und JOHNSON 1985). Sowohl HUSTON et al. (1986) als auch QUICK und DEHORITY (1986) halten eine unterschiedliche Passagerate bei Schafen und Ziegen für möglich, weisen aber darauf hin, dass diese auch stark durch die Zusammensetzung des Futters beeinflusst wird.

### 3.5 Milchleistung

#### 3.5.1 Laktationsdauer

Aufgrund des asaisonalen Brunstverhaltens war die Laktation bei den Bergschafen gegenüber Milchschaafen und Ziegen deutlich verkürzt (20,6 Wochen gegenüber 30,7 bzw. 34,5 Wochen, *Tabelle 7* und *8*). Umgekehrt standen die Bergschafe aber auch weniger lang trocken, weshalb sich für diese Rasse eine kürzere Zwischenlammzeit ergab. In Folge absolvierten die Bergschafe im Versuchszeitraum pro Tier eine größere Anzahl an Laktationen. Die Trockenstehzeit dauerte bei den Milchschaafen länger an als bei den Ziegen (16,7 Wochen bei den Bergschafen, 21,6 Wochen bei den Milchschaafen und 16,9 Wochen bei den Ziegen). Die Milchschaafe und Ziegen durchliefen einen gesamten Reproduktionszyklus daher in einem Jahr (52,3 bzw. 51,4 Wochen), während die Zwischenlammzeit bei den Bergschafen nur 37,3 Wochen betrug. Eine gesteigerte Energiezufuhr

– wie sie durch Fütterung von besserer Grundfutterqualität und vermehrtem Kraftfuttereinsatz erzielt wurde – führte in allen Versuchsgruppen zu einer verlängerten Laktationszeit (27,8 Wochen in GF 2 gegenüber 29,4 Wochen in GF 3; 26,6 Wochen in KF 05, 28,9 Wochen in KF 25 und 30,3 Wochen in KF 50). Auch verkürzte sich mit besserer Fütterung die Trockenstehzeit (19,4 bzw. 17,4 Wochen in den zwei Grundfutterqualitäten und 20,5 bzw. 18,4 und 16,3 Wochen in KF 05, KF 25 und KF 50). Folglich ergaben sich in allen Fütterungsgruppen ähnliche Werte für die Zwischenlammzeit (47,2 und 46,8 Wochen in GF 2 und GF 3; 47,1 bzw. 47,3 und 46,6 Wochen in den Kraftfutterstufen).

Es ergaben sich signifikante Interaktionen zwischen den Faktoren Rasse und Kraftfutterniveau bezogen auf Laktationszeit, Trockenstehzeit und Zwischenlammzeit (*Tabelle 8*). Bei Fütterung von 2-Schnittheu wirkte sich bei den Milchschaafen das Kraftfutterniveau stärker auf die Dauer der Laktationszeit aus als bei Heu besserer Qualität. In der Gruppe GF 2 ergaben sich Laktationszeiten von 22,8 Wochen bei Fütterung von 5 % Kraftfutter und 34,7 Wochen bei 50 % Kraftfutter, hingegen 29,4 bzw. 34,7 Wochen in GF 3, was auf die Interaktion zwischen Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau hindeutet (*Tabelle 8*). Hingegen verlängerte sich die Laktationszeit bei Bergschafen und Ziegen nicht im selben Umfang. Für die Trockenstehzeit ergaben sich ähnliche Ergebnisse. Milchschaafe, die schlechtes Heu und wenig Kraftfutter erhielten, standen besonders lange trocken (29,8 Wochen). In Hinblick auf die gesamte Zwischenlammzeit konnte keine Interaktion zwischen den Faktoren festgestellt werden, da sich die Einflüsse auf die Dauer der Laktation und der Trockenstehzeit zum Teil aufheben.

#### 3.5.2 Zusammensetzung der Milch

Die Ergebnisse hinsichtlich der Milchezusammensetzung sind in *Tabelle 7* und *8* dargestellt. Die Rasse wirkte sich signifikant auf die Inhaltsstoffe (Fett, Protein und Laktose) sowie auf den Energiegehalt der Milch aus. Hingegen zeigte die Grundfutterqualität keinen Einfluss auf die Zusammensetzung. Der durchschnittliche Fettgehalt belief sich bei den Bergschafen auf 6,05 %, bei den Milchschaafen auf 4,94 % und den Ziegen auf nur 2,93 %. Die entsprechenden Werte für den Proteingehalt lagen bei 5,52 bzw. 4,96 und 2,90 %. Der Laktosegehalt unterschied sich zwischen Bergschafen und Milchschaafen kaum (4,92 und 4,97 %), lag aber bei den Ziegen deutlich niedriger (4,45 %). Der Milchfettgehalt nahm tendenziell ( $P = 0,167$ ) mit steigendem Kraftfutterniveau ab (4,47 % in KF 05, 4,63 % in KF 25 und 4,56 % in KF 50). Wie erwartet, nahm der Proteingehalt mit höheren Kraftfuttermengen zu (4,30 % in KF 05, 4,49 % in KF 25 und 4,5, 9 % in KF 50). Ein Anstieg des Laktosegehalts konnte erst bei Fütterung von 50 % Kraftfutter festgestellt werden. Der Gesamtgehalt an Milch Inhaltsstoffen (FPL) wurde aber vom Kraftfutterniveau nicht beeinflusst, da sich die Zunahme im Proteingehalt durch die Abnahme im Fettgehalt aufhob. Dies war auch beim Energiegehalt der Milch der Fall.

Das Kraftfutterniveau wirkte sich bei allen drei Rassen ähnlich auf Milchfett- und Proteingehalt aus. Es ergaben sich signifikante Interaktionen zwischen den Faktoren Rasse

und Grundfutterqualität in Hinblick auf alle Milchinhaltsstoffe mit Ausnahme des Proteins. Hingegen zeigten sich keine Wechselwirkungen zwischen Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau.

Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Milchinhaltsstoffe im Verlauf der Laktation. Die Entwicklung des Fettgehalts wurde sowohl von der Rasse als auch vom Kraftfutterniveau beeinflusst. Bei den Bergschafen lag der Fettgehalt im ersten Laktationsdrittel bei niedrigem Kraftfutterniveau deutlich höher, während die Unterschiede im weiteren Laktationsverlauf nur gering ausfielen. Hingegen zeigte sich bei den Milchschafern ein eher gleichbleibender Milchfettgehalt im Lauf der Laktation. Erst gegen Laktationsende kam es zu einem deutlichen Anstieg des Fettgehalts in den Kraftfutter-

stufen KF 25 und KF 50. Kein Anstieg zu Laktationsende wurde hingegen bei niedrigem Kraftfutterniveau festgestellt, was aber vermutlich daran lag, dass die Tiere in KF 05 zu dem Zeitpunkt, als in höheren Kraftfutterstufen der Anstieg einsetzte, bereits trockengestellt waren. Der Fettgehalt bei den Ziegen war zu Laktationsbeginn hoch, dann folgte aber eine lange Phase mit niedrigem Milchfettgehalt.

In den letzten zwei Wochen vor dem Trockenstellen kam es wieder zu einem Anstieg der Fettkonzentration, in der auch für Milchkühe typischen Kurve, wie sie bereits von WOOD (1976) beschrieben wurde.

Im Gegensatz zum Milchfettgehalt zeigt der Verlauf des Proteingehaltes kaum Unterschiede zwischen den Rassen und Kraftfutterstufen. Nach der Ablammung lag der Prote-

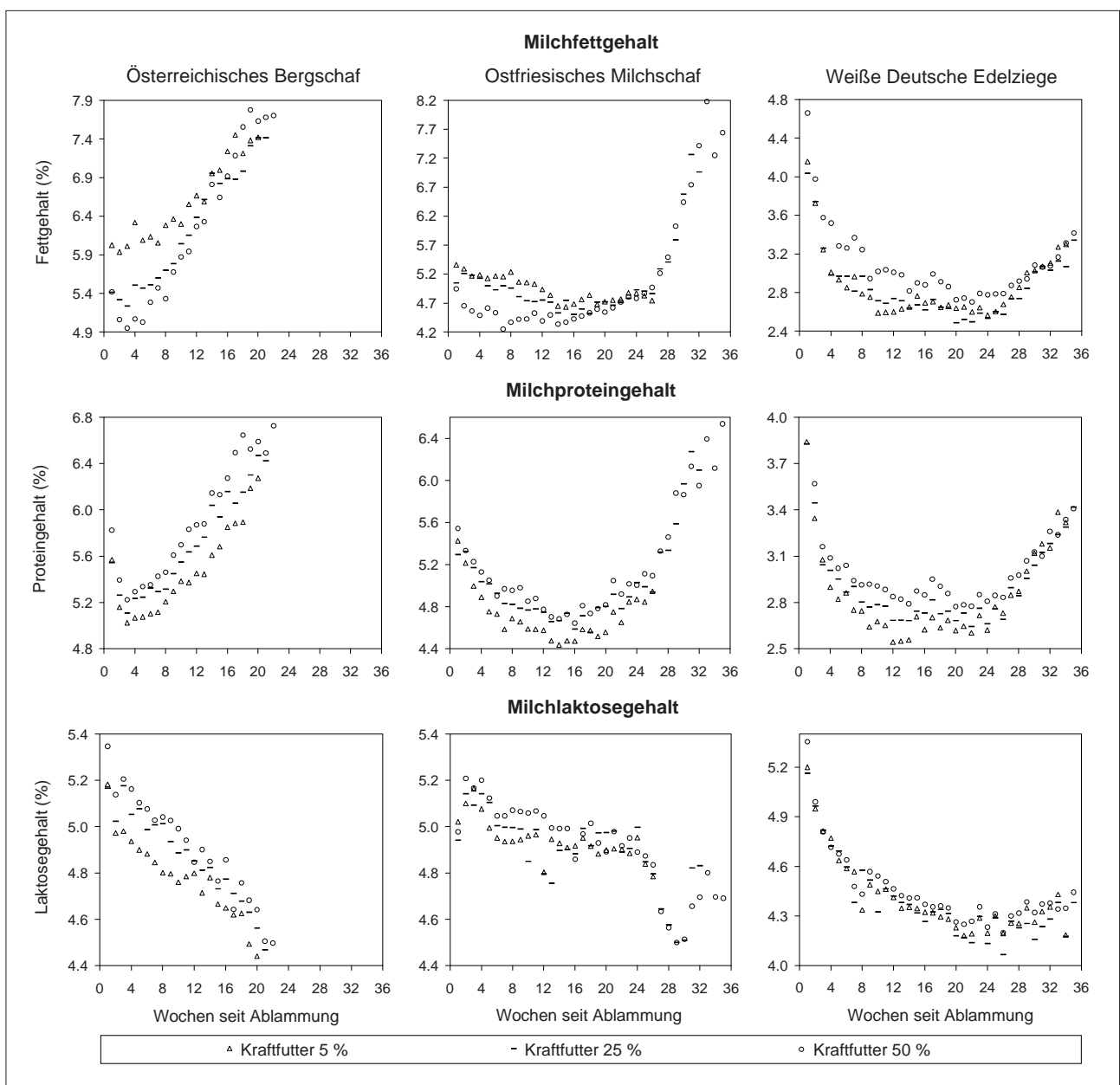


Abbildung 2: Entwicklung der Milchinhaltsstoffe im Verlauf der Zwischenlammzeit in Abhängigkeit von Species/Rasse und Kraftfutterniveau

ingehalt sehr hoch, fiel aber in den darauffolgenden Wochen kontinuierlich ab. Während die Eiweißkonzentration bei Milchschaafen und Ziegen in Folge sehr lange niedrig blieb, zeigte sich bei den Bergschafen nach drei Wochen bereits wieder ein Anstieg. Der Einfluss des Kraftfutterniveaus auf den Milchproteingehalt war bei den Schafen deutlicher als bei den Ziegen und zeigte sich besonders zu Laktationsende. Die Laktosekonzentration hingegen sank im Laktationsverlauf in allen Rassen und Kraftfutterstufen in ähnlicher Weise ab (*Abbildung 2*).

### 3.5.3 Milchleistung pro Tag

Der Einfluss der Versuchsfaktoren (Rasse, Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau) auf wichtige Parameter der täglichen Milchleistung ist ebenfalls in den *Tabellen 7* und *8* dargestellt. Die tägliche Milchmenge, der Gehalt an Inhaltsstoffen sowie der Energiegehalt der Milch werden nicht nur als Absolutwerte präsentiert, sondern auch auf die metabolische Lebendmasse ( $LM^{0,75}$ ) bezogen, um die Stoffwechsellleistungen der Tiere herauszuarbeiten.

Die durchschnittliche tägliche Milchmenge der beiden Schafrassen unterschied sich kaum (983 g bei den Bergschafen und 1.022 g bei den Milchschaafen), während die Ziegen mit 2.028 g doppelt so viel Milch produzierten. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch der niedrigere Gehalt an Milchinhaltsstoffen bei den Ziegen gegenüber den Schafen. Trotzdem lag die Menge an täglich produzierten Inhaltsstoffen bei den Ziegen am höchsten (209 g), gefolgt von den Bergschafen mit 161 g und den Milchschaafen mit nur 151 g. Die täglich erzielte Menge an Milchennergie unterschied sich zwischen allen drei Rassen signifikant (4,3 MJ bei den Bergschafen, 3,9 MJ bei den Milchschaafen und 5,5 MJ bei den Ziegen).

Um die unterschiedliche Lebendmasse der drei Rassen und den damit verbundenen unterschiedlichen Erhaltungsbedarf zu berücksichtigen, wurde die Milchmenge auch auf die metabolische Lebendmasse bezogen. So ergab sich die höchste Leistung bei den Ziegen (102 g/kg  $LM^{0,75}$ ), gefolgt von den Milchschaafen mit 44 g/kg  $LM^{0,75}$  und den Bergschafen mit nur 39 g/kg  $LM^{0,75}$ . Auch in Hinblick auf die Milchinhaltsstoffe und die Milchennergie war die Überlegenheit der Ziegen evident, während sich zwischen den Schafrassen kaum Unterschiede ergaben (170, 168 und 275 kJ LE/kg  $LM^{0,75}$  bei Bergschafen, Milchschaafen und Ziegen).

Wie erwartet, wurden alle Parameter der Milchleistung durch die Grundfutterqualität positiv beeinflusst (*Tabelle 7*). Eine Steigerung des Energiegehalts von 7,98 auf 8,41 MJ ME/kg TM verbesserte die Milchleistung um 0,25 kg (von 1,22 kg in GF 2 auf 1,47 kg in GF 3) und die erzielte Menge an Milchennergie um 0,87 MJ (von 4,12 MJ LE in GF 2 auf 4,99 MJ LE in GF 3).

Ebenso führte eine verstärkte Kraftfutterfütterung zu einer Steigerung der Milchleistung (*Tabelle 7*). Die durchschnittliche Milchleistung lag bei 1,02 bzw. 1,29 und 1,73 kg in den Kraftfutterstufen KF 05 bzw. KF 25 und KF 50. Die entsprechenden Werte für die Milchennergie beliefen sich auf 3,5 bzw. 4,3 und 5,8 MJ LE. Im Durchschnitt stieg so die tägliche Milchleistung um 0,76 kg pro kg TM Kraftfutter. Die Effizienz der Kraftfutterfütterung zeigt eine signifikante

Abhängigkeit von der Rasse. Pro kg Kraftfutter stieg die Leistung bei den Bergschafen um nur 0,30 kg Milch an, bei den Milchschaafen um immerhin 0,55 kg und bei den Ziegen um 1,31 kg. Hierbei wird deutlich, dass die Effizienz der Kraftfutterfütterung stark vom Leistungspotenzial des Tieres abhängt, was auch durch die signifikante Wechselwirkung zwischen Rasse und Kraftfutter in Hinblick auf alle Parameter der täglichen Milchleistung deutlich wird (*Tabelle 8*). Mit gesteigerter Kraftfutterfütterung stieg bei den Ziegen die tägliche Milchmenge, die Menge an Inhaltsstoffen sowie die Ausmaß der Milchennergie stärker an als bei den Schafen, wobei die Leistungssteigerung bei höherer Grundfutterqualität deutlicher ausfiel.

Die Verlauf der täglichen Milchleistung während der Laktation ist in *Abbildung 3* dargestellt. Bei Fütterung von nur 5 % Kraftfutter konnte bei allen drei Rassen kein Anstieg in der Milchleistung in den ersten Laktationswochen festgestellt werden. Hingegen zeigte die Laktationskurve den typischen, von WOOD (1976) beschriebenen Verlauf, wenn die Tiere mit 50 % Kraftfutter gefüttert wurden. Der Anstieg in der Milchleistung in den ersten 5 bis 6 Laktationswochen fiel bei den Ziegen deutlicher aus als bei den Schafen. Hingegen kam es bei allen drei Kraftfutterstufen zu einem ähnlichen Abfall der Milchleistung in den darauffolgenden Wochen.

### 3.5.4 Milchleistung pro Laktation und Jahr

Da sich die Laktationsdauer zwischen Bergschafen auf der einen und Milchschaafen sowie Ziegen auf der anderen Seite unterschied, ist es zielführend, die Milchleistung der Tiere nicht nur auf die Laktation sondern auf das Jahr zu beziehen, um relevante Vergleiche zwischen den Rassen ziehen zu können. Es zeigte sich, dass alle Versuchsfaktoren einen signifikanten Einfluss auf die Parameter der Milchleistung hatten, sowohl bezogen auf eine Laktation als auch auf ein ganzes Jahr. Die Laktationsleistung bei Bergschafen, Milchschaafen und Ziegen belief sich auf 143, 228 und 492 kg Milch (*Tabelle 7*). Die höhere Grundfutterqualität führte zu einer Steigerung von 63 kg pro Laktation (256 kg in GF 2 und 319 kg in GF 3). Die entsprechenden Werte für die Kraftfutterstufen lagen bei 201, 276 und 385 kg Milch in KF 05, KF 25 und KF 50.

Nachdem die Bergschafe pro Jahr aber durchschnittlich 1,4 Laktationen absolvierten, ergaben sich für die beiden Schafrassen ähnliche Milchmengen pro Jahr (213 bzw. 227 kg), während die Leistung der Ziegen mit 501 kg deutlich höher lag. Die entsprechenden Werte für die Menge an Milchinhaltsstoffen lagen bei 34,9 bzw. 33,5 und 51,7 kg für Bergschafe, Milchschaafe und Ziegen. Die Interaktionen zwischen Rasse und Kraftfutterniveau sind in *Tabelle 8* angeführt. Die Leistungssteigerung mit steigender Kraftfutterfütterung fiel bei Tieren mit hohem Milchleistungspotenzial, also den Ziegen, stärker aus.

### 3.5.5 Futtermittelverwertung

Die Futtermittelverwertung ist ein wichtiger Parameter zum Vergleich von Rassen und Produktionssystemen. Bezogen auf eine Laktation lag der Energieaufwand pro kg Milch bei den Bergschafen bei 22,3 MJ ME, bei den Milchschaafen bei 20,7 MJ ME, während die Ziegen nur 10,5 MJ ME benötigten (*Tabelle 7*). Die Energieaufwendung bezogen auf



den Milchennergieoutput ergab bei den Schafrassen ähnliche Werte (5,1 MJ ME/MJ LE bei den Bergschafen und 5,4 MJ ME/MJ LE bei den Milchschafern), lag bei den Ziegen aber deutlich niedriger (3,9 MJ ME/MJ LE).

Für die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion muss allerdings auch die Trockenstezeit mit einbezogen werden. Es zeigte sich, dass die beiden Schafrassen einen ähnlichen Energieaufwand pro kg Milch bzw. pro kg Milchinhaltstoffe und Milchennergie hatten. Die Bergschafe wiesen hierbei eine tendenziell leicht höhere Effizienz auf als die Milchschafe. Hingegen verbrauchten die Ziegen signifikant weniger Futterenergie als die Schafe, sodass sich ein Energieaufwand von 8,3 (Bergschafe), 9,0 (Milchschafe) und 5,5 MJ ME pro MJ LE (Ziegen) ergab. Die höhere Grundfutterqualität führte zu einem signifikant

geringeren Energieaufwand für die Milchproduktion. Der durchschnittliche ME-Aufwand pro MJ LE lag bei 5,0 MJ in GF 2 und bei nur 4,6 MJ in GF 3 bezogen auf die ganze Laktation und bei 8,4 bzw. 6,9 MJ in Hinblick auf die gesamte Zwischenlammzeit. Das Kraftfutterniveau zeigte keinen Einfluss auf die Effizienz der Milchproduktion während der Laktation (4,80 bzw. 4,84 und 4,70 MJ ME pro MJ LE in KF 05, KF 25 und KF 50), wirkte sich aber bezogen auf die gesamte Zwischenlammzeit signifikant aus (9,04 bzw. 7,48 und 6,35 MJ ME).

Signifikante Wechselwirkungen für die Futterverwertung ergaben sich zwischen Rasse und Kraftfutterniveau sowie zwischen Rasse und Grundfutterqualität, was darauf hinweist, dass Tiere mit unterschiedlichem Milchproduktionspotenzial auf die Energieversorgung auf unterschied-

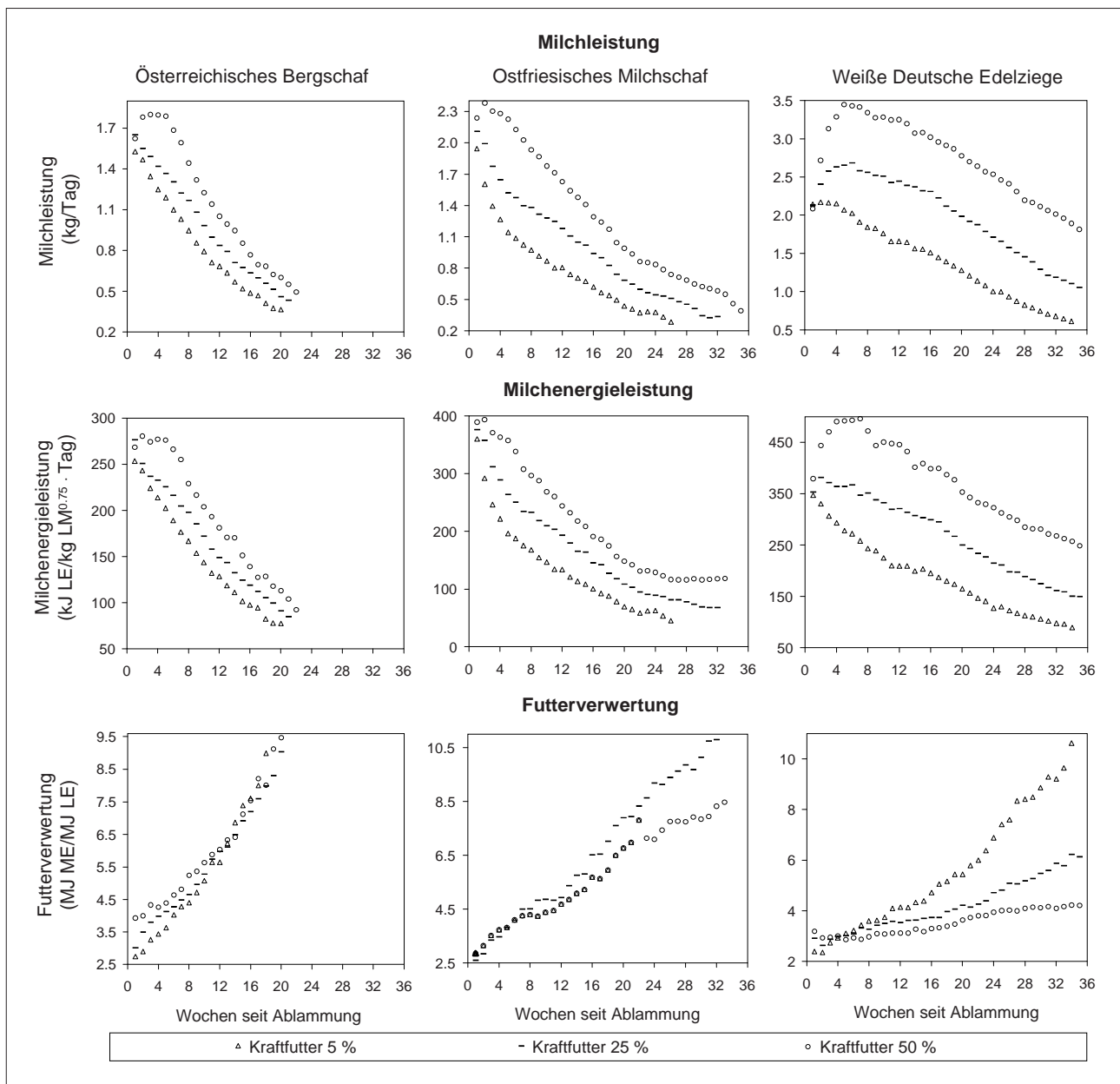


Abbildung 3: Entwicklung der Milchleistung und der Futterverwertung im Verlauf der Zwischenlammzeit in Abhängigkeit von Rasse und Kraftfutterniveau

Tabelle 7: Milchleistung, Futtermittelverwertung und Energiebilanz während der Laktation und Trockenstehtzeit (Haupteffekte)

Parameter	Einheit	Phase	Species/Rasse (S/R)			Grundfutterqualität (G)			Krafftutterniveau (K)			P-Werte		RSD	
			ÖBS	OMS	WDE	GF 2	GF 3	KF 05	KF 25	KF 50	S/R	G	K		
Anzahl Beobachtungen	n	G	100	67	68	116	119	77	78	80					
Anzahl Laktationen	n	L	3,87 <sup>a</sup>	3,54 <sup>b</sup>	3,52 <sup>b</sup>	3,64	3,65	3,64	3,64	3,65			0,936	0,973	0,51
Laktationswochen	n	L	20,6 <sup>a</sup>	30,7 <sup>b</sup>	34,5 <sup>c</sup>	27,8 <sup>a</sup>	29,4 <sup>b</sup>	26,6 <sup>a</sup>	28,9 <sup>b</sup>	30,3 <sup>c</sup>			0,000	0,000	2,7
Trockenstehtwochen	n	T	16,7 <sup>a</sup>	21,6 <sup>b</sup>	16,9 <sup>a</sup>	19,4 <sup>b</sup>	17,4 <sup>b</sup>	20,5 <sup>a</sup>	18,4 <sup>ab</sup>	16,3 <sup>b</sup>			0,000	0,004	7,6
Zwischenlammlzeit Wochen	n	G	37,3 <sup>a</sup>	52,3 <sup>b</sup>	51,4 <sup>b</sup>	47,2	46,8	47,1	47,3	46,6			0,000	0,668	7,5
Deckung des Energiebedarfs	MJ ME/d	L	2,6 <sup>a</sup>	3,6 <sup>b</sup>	2,8 <sup>a</sup>	3,0	3,0	0,5 <sup>a</sup>	3,1 <sup>b</sup>	5,4 <sup>c</sup>			0,887	0,000	2,0
	MJ ME/d	T	1,2 <sup>a</sup>	2,4 <sup>b</sup>	4,4 <sup>c</sup>	2,3 <sup>a</sup>	3,0 <sup>b</sup>	3,5 <sup>a</sup>	2,6 <sup>b</sup>	1,8 <sup>c</sup>			0,012	0,000	2,1
	MJ ME/d	G	2,0 <sup>a</sup>	3,3 <sup>b</sup>	3,3 <sup>b</sup>	2,8	3,0	1,7 <sup>a</sup>	2,9 <sup>b</sup>	4,1 <sup>c</sup>			0,320	0,000	1,7
Fettgehalt	%	L	6,05 <sup>a</sup>	4,94 <sup>b</sup>	2,93 <sup>c</sup>	4,65	4,64	4,74	4,63	4,56			0,938	0,167	0,60
Proteingehalt	%	L	5,52 <sup>a</sup>	4,96 <sup>b</sup>	2,90 <sup>c</sup>	4,45	4,47	4,30 <sup>b</sup>	4,49 <sup>b</sup>	4,59 <sup>b</sup>			0,618	0,000	0,35
Laktosegehalt	%	L	4,92 <sup>a</sup>	4,97 <sup>a</sup>	4,45 <sup>b</sup>	4,77	4,78	4,76 <sup>a</sup>	4,76 <sup>a</sup>	4,81 <sup>b</sup>			0,657	0,025	0,14
FPL-Gehalt	%	L	16,50 <sup>a</sup>	14,87 <sup>b</sup>	10,28 <sup>c</sup>	13,87	13,90	13,81	13,87	13,97			0,823	0,524	0,86
Energiegehalt	MJ/kg	L	4,41 <sup>a</sup>	3,87 <sup>b</sup>	2,67 <sup>c</sup>	3,65	3,65	3,66	3,65	3,65			0,969	0,986	0,28
Milchleistung aktuell	g/d	L	983 <sup>a</sup>	1022 <sup>a</sup>	2028 <sup>b</sup>	1218 <sup>a</sup>	1470 <sup>b</sup>	1017 <sup>a</sup>	1286 <sup>b</sup>	1729 <sup>c</sup>			0,000	0,000	319
Fettmenge	g/d	L	58,9 <sup>a</sup>	49,3 <sup>b</sup>	60,0 <sup>b</sup>	50,6 <sup>a</sup>	61,5 <sup>b</sup>	44,4 <sup>a</sup>	52,9 <sup>b</sup>	70,8 <sup>c</sup>			0,000	0,000	13,9
Proteinmenge	g/d	L	54,0 <sup>a</sup>	50,6 <sup>a</sup>	59,1 <sup>b</sup>	49,2 <sup>a</sup>	59,9 <sup>b</sup>	40,6 <sup>a</sup>	52,1 <sup>b</sup>	70,9 <sup>c</sup>			0,001	0,000	12,6
Laktosemenge	g/d	L	48,5 <sup>a</sup>	50,9 <sup>a</sup>	90,1 <sup>b</sup>	57,2 <sup>a</sup>	69,1 <sup>b</sup>	47,8 <sup>a</sup>	60,1 <sup>b</sup>	81,5 <sup>c</sup>			0,000	0,000	15,3
FPL-Menge	g/d	L	161,3 <sup>a</sup>	150,7 <sup>a</sup>	209,1 <sup>b</sup>	157,0 <sup>a</sup>	190,4 <sup>b</sup>	132,8 <sup>a</sup>	165,1 <sup>b</sup>	223,2 <sup>c</sup>			0,000	0,000	40,2
Energiemenge	MJ/d	L	4,30 <sup>b</sup>	3,91 <sup>a</sup>	5,45 <sup>c</sup>	4,12 <sup>a</sup>	4,99 <sup>b</sup>	3,51 <sup>a</sup>	4,33 <sup>b</sup>	5,82 <sup>c</sup>			0,000	0,000	1,05
Milchleistung/kg LM <sup>0,75</sup>	g/d	L	39,1 <sup>a</sup>	43,8 <sup>b</sup>	102,3 <sup>c</sup>	57,1 <sup>a</sup>	66,4 <sup>b</sup>	47,4 <sup>a</sup>	60,4 <sup>b</sup>	77,5 <sup>c</sup>			0,000	0,000	14,5
FPL-Menge/kg LM <sup>0,75</sup>	g/d	L	6,38 <sup>a</sup>	6,48 <sup>b</sup>	10,55 <sup>b</sup>	7,20 <sup>a</sup>	8,41 <sup>b</sup>	6,06 <sup>a</sup>	7,57 <sup>b</sup>	9,79 <sup>c</sup>			0,000	0,000	1,81
Energiemenge/kg LM <sup>0,75</sup>	kJ/d	L	170,3 <sup>a</sup>	168,0 <sup>a</sup>	275,0 <sup>b</sup>	188,4 <sup>a</sup>	220,5 <sup>b</sup>	159,8 <sup>a</sup>	198,2 <sup>b</sup>	255,4 <sup>c</sup>			0,000	0,000	48,4
Milchleistung aktuell	kg/ZLZ	G	142,8 <sup>a</sup>	227,8 <sup>b</sup>	492,2 <sup>c</sup>	256,3 <sup>a</sup>	319,0 <sup>b</sup>	201,3 <sup>a</sup>	276,1 <sup>b</sup>	385,4 <sup>c</sup>			0,000	0,000	74,8
FPL-Menge	kg/ZLZ	G	23,49 <sup>a</sup>	33,56 <sup>b</sup>	50,75 <sup>c</sup>	31,89 <sup>a</sup>	39,98 <sup>b</sup>	25,16 <sup>a</sup>	34,20 <sup>b</sup>	48,44 <sup>c</sup>			0,000	0,000	9,21
Energiemenge	MJ/ZLZ	G	627 <sup>a</sup>	869 <sup>b</sup>	1322 <sup>c</sup>	833 <sup>a</sup>	1045 <sup>b</sup>	662 <sup>a</sup>	894 <sup>b</sup>	1262 <sup>c</sup>			0,000	0,000	242
Milchleistung aktuell	kg/Jahr	J	213,1 <sup>a</sup>	227,4 <sup>a</sup>	501,3 <sup>b</sup>	278,6 <sup>a</sup>	349,2 <sup>b</sup>	222,3 <sup>a</sup>	299,4 <sup>b</sup>	420,1 <sup>c</sup>			0,000	0,000	88,2
FPL-Menge	kg/Jahr	J	34,87 <sup>a</sup>	33,53 <sup>a</sup>	51,70 <sup>b</sup>	35,35 <sup>a</sup>	44,72 <sup>b</sup>	28,56 <sup>a</sup>	37,75 <sup>b</sup>	53,80 <sup>c</sup>			0,000	0,000	11,56
Energiemenge	MJ/Jahr	J	931 <sup>a</sup>	868 <sup>a</sup>	1347 <sup>b</sup>	925 <sup>a</sup>	1172 <sup>b</sup>	754 <sup>a</sup>	988 <sup>b</sup>	1404 <sup>c</sup>			0,000	0,000	306
ME pro Milch aktuell (Tag)	MJ/kg	L	22,34 <sup>a</sup>	20,73 <sup>b</sup>	10,49 <sup>c</sup>	18,74 <sup>a</sup>	16,97 <sup>b</sup>	17,61	18,18	17,78			0,003	0,706	4,34
ME pro Milch-FPL (Tag)	MJ/kg	L	134,8 <sup>a</sup>	139,2 <sup>a</sup>	102,4 <sup>b</sup>	131,3 <sup>a</sup>	119,6 <sup>b</sup>	126,4	127,3	122,7			0,001	0,516	25,7
ME pro Milchenergie (Tag)	MJ/MJ	L	5,05 <sup>a</sup>	5,35 <sup>a</sup>	3,94 <sup>b</sup>	4,99 <sup>a</sup>	4,57 <sup>b</sup>	4,80	4,84	4,70			0,001	0,655	0,96
ME pro Milch aktuell (ZLZ)	MJ/kg	G	37,05 <sup>a</sup>	35,20 <sup>a</sup>	14,61 <sup>b</sup>	32,05 <sup>a</sup>	25,86 <sup>b</sup>	34,09 <sup>a</sup>	28,63 <sup>b</sup>	24,14 <sup>c</sup>			0,000	0,000	12,26
ME pro Milch-FPL (ZLZ)	MJ/kg	G	222,5 <sup>a</sup>	235,8 <sup>a</sup>	142,7 <sup>b</sup>	220,4 <sup>a</sup>	180,2 <sup>b</sup>	238,5 <sup>a</sup>	196,8 <sup>b</sup>	165,7 <sup>c</sup>			0,000	0,000	70,5
ME pro Milchenergie (ZLZ)	MJ/MJ	G	8,32 <sup>a</sup>	9,04 <sup>a</sup>	5,50 <sup>b</sup>	8,37 <sup>a</sup>	6,87 <sup>b</sup>	9,04 <sup>a</sup>	7,48 <sup>b</sup>	6,35 <sup>c</sup>			0,000	0,000	2,63

Phase: L = Laktation, T = Trockenstehtzeit, G = Gesamtphase (Laktation und Trockenstehtzeit), J = Jahr, ZLZ = Zwischenlammlzeit, FPL = Fett + Protein + Laktose

Table 8: Milchleistung, Futtermittelverwertung und Energiebilanz während der Laktation und Trockenstehtzeit (Interaktion Species/Rasse × Kraftfuttermiveau)

Parameter	Einheit	Phase	Österreichisches Bergschaf			Ostfriesisches Milchschaaf			Weiße Deutsche Edelziege			P-Werte				
			KF 05	KF 25	KF 50	KF 05	KF 25	KF 50	KF 05	KF 25	KF 50	S/R × K	S/R × G	K × G		
Anzahl Beobachtungen	n	G	33	33	34	22	23	22	22	22	24					
Anzahl Laktationen	n	L	3,85	3,85	3,92	3,54	3,52	3,52	3,52	3,54	3,50	0,911	0,911	0,372		
Laktationswochen	n	L	19,7	20,9	21,3	26,0	31,4	34,6	34,1	34,6	34,9	0,000	0,002	0,001		
Trockenstehwochen	n	T	16,8	17,6	15,6	26,6	21,1	17,3	18,2	16,4	16,2	0,668	0,668	0,224		
Zwischenlammlzeit Wochen	n	G	36,5	38,5	36,9	52,6	52,4	51,9	52,3	51,0	51,1	0,852	0,698	0,473		
Deckung des Energiebedarfs	MJ/d	L	-1,3	3,1	6,0	1,3	3,4	6,1	1,6	2,9	3,9	0,000	0,000	0,056		
	MJ/d	T	2,1	1,3	0,2	3,8	2,4	1,0	4,7	4,2	4,4	0,189	0,189	0,302		
	MJ/d	G	0,1	2,3	3,8	2,5	3,0	4,4	2,6	3,3	4,1	0,004	0,000	0,145		
Fettgehalt	%	L	6,27	6,07	5,82	5,08	4,98	4,76	2,88	2,83	3,09	0,006	0,006	0,970		
Proteingehalt	%	L	5,25	5,60	5,71	4,82	4,98	5,08	2,88	2,88	2,99	0,120	0,251	0,592		
Laktosegehalt	%	L	4,86	4,92	4,99	4,97	4,94	4,99	4,47	4,41	4,46	0,028	0,028	0,815		
FPL-Gehalt	%	L	16,38	16,59	16,52	14,86	14,90	14,84	10,18	10,12	10,54	0,563	0,005	0,866		
Energiegehalt	MJ/kg	L	4,44	4,43	4,37	3,89	3,89	3,83	2,64	2,63	2,75	0,356	0,012	0,888		
Milchleistung aktuell	g/d	L	855	943	1150	794	970	1301	1402	1946	2736	0,000	0,261	0,787		
Fettmenge	g/d	L	53,4	56,4	66,9	40,0	47,2	60,7	39,9	55,1	85,0	0,000	0,751	0,840		
Proteinmenge	g/d	L	44,1	52,4	65,4	38,3	47,9	65,6	39,4	56,1	81,6	0,001	0,798	0,939		
Laktosemenge	g/d	L	41,6	46,4	57,5	39,4	48,2	65,0	62,5	85,8	122,0	0,000	0,539	0,825		
FPL-Menge	g/d	L	139,0	155,1	189,8	117,7	143,3	191,2	141,8	197,0	288,7	0,000	0,971	0,868		
Energiemenge	MJ/d	L	3,77	4,14	5,01	3,08	3,72	4,92	3,68	5,12	7,54	0,000	0,985	0,853		
Milchleistung/kg LM <sup>0,75</sup>	g/d	L	35,1	38,1	44,2	35,3	42,6	53,5	71,7	100,4	134,7	0,000	0,207	0,846		
FPL-Menge/kg LM <sup>0,75</sup>	g/d	L	5,66	6,23	7,26	5,25	6,31	7,88	7,27	10,16	14,22	0,000	0,728	0,912		
Energiemenge/kg LM <sup>0,75</sup>	kJ/d	L	153,4	166,1	191,5	137,3	164,0	202,7	188,6	264,5	372,0	0,000	0,776	0,892		
Milchleistung aktuell	kg/ZLZ	G	119,7	137,4	171,4	149,3	218,2	316,1	335,0	472,7	668,8	0,000	0,029	0,964		
FPL-Menge	kg/ZLZ	G	19,47	22,66	28,34	22,10	32,14	46,44	33,91	47,79	70,55	0,000	0,197	0,898		
Energiemenge	MJ/ZLZ	G	528	605	748	578	834	1194	879	1242	1844	0,000	0,247	0,892		
Milchleistung aktuell	kg/Jahr	J	185,6	197,1	256,7	148,1	217,1	316,9	333,3	483,9	686,8	0,000	0,317	0,980		
FPL-Menge	kg/Jahr	J	29,98	32,33	42,31	21,96	32,02	46,62	33,74	48,92	72,46	0,000	0,968	0,949		
Energiemenge	MJ/Jahr	J	813	862	1118	574	831	1199	874	1271	1894	0,000	0,995	0,959		
ME pro Milch aktuell (Tag)	MJ/kg	L	19,78	23,20	24,05	21,07	21,14	19,98	11,97	10,21	9,30	0,001	0,154	0,627		
ME pro Milch-FPL (Tag)	MJ/kg	L	119,7	139,2	145,4	141,9	141,4	134,3	117,4	101,2	88,5	0,000	0,073	0,589		
ME pro Milchenergie (Tag)	MJ/MJ	L	4,43	5,21	5,50	5,43	5,42	5,21	4,54	3,90	3,40	0,000	0,072	0,578		
ME pro Milch aktuell (ZLZ)	MJ/kg	G	39,26	37,62	34,28	45,06	34,43	26,12	17,96	13,84	12,04	0,043	0,064	0,181		
ME pro Milch-FPL (ZLZ)	MJ/kg	G	235,4	225,3	206,7	303,6	228,0	175,7	176,4	137,3	114,5	0,010	0,052	0,125		
ME pro Milchenergie (ZLZ)	MJ/MJ	G	8,70	8,44	7,82	11,61	8,71	6,81	6,82	5,29	4,40	0,005	0,055	0,124		

Phase: L = Laktation, T = Trockenstehtzeit, G = Gesamtphase (Laktation und Trockenstehtzeit), J = Jahr, ZLZ = Zwischenlammlzeit, FPL = Fett + Protein + Laktose

liche Weise reagierten (*Tabelle 8* und *Abbildung 3*). Eine Steigerung der Kraftfutterfütterung wirkte sich bei den Bergschafen ungünstig auf die Futtermittelverwertung aus. Ähnliches zeigte sich bei den Milchschafern, während sich bei den Ziegen der gegenteilige Effekt einstellte (*Tabelle 8*). Bei den Ziegen fiel die Verbesserung der Futtermittelverwertung mit erhöhter Kraftfutterfütterung in GF 3 stärker aus als in GF 2, während bei den Bergschafen die Verschlechterung der Effizienz mit höherer Grundfutterqualität geringer ausfiel. Bei den Milchschafern hingegen wurde bei Fütterung von 3-Schnittheu kein Effekt der Kraftfutterfütterung auf die Futtermittelverwertung gefunden, während bei Vorlage von 2-Schnittheu die Verwertung mit steigender Kraftfutterfütterung verbessert wurde. Bezogen auf den gesamten Produktionszyklus zeigten zunehmende Kraftfuttergaben eine Verbesserung der Futtermittelverwertung bei allen drei Rassen und bei beiden Grundfutterqualitäten, trat aber besonders deutlich bei den Milchschafern auf, die mit 2-Schnittheu gefüttert wurden.

Der Verlauf der Futtermittelverwertung während der Laktation ist in *Abbildung 3* dargestellt. Mit fortschreitender Laktation nahm die Futtermittelverwertung ab, wobei ein starker Einfluss von Rasse und Kraftfutterniveau gegeben war. Bei den Bergschafen nahm der Energieaufwand für die Milchproduktion im Lauf der Laktation zu, wobei ein kleiner Unterschied zwischen den Kraftfutterniveaus nur in den ersten Laktationswochen auftrat. Im Gegensatz dazu wurde der Unterschied zwischen den Kraftfutterniveaus bei den Milchschafern mit fortschreitender Laktation deutlicher. Höhere Kraftfuttergaben verbesserten hier die Effizienz. Bei den Ziegen kam es in den Kraftfutterstufen KF 25 und KF 50 im Laktationsverlauf zu einem leichten Anstieg des Energieaufwands für die Milchproduktion, während bei niedrigem Kraftfutterniveau der Kurvenverlauf dem der Milchschafe glich.

### 3.5.6 Energiebilanz

Die Energiebilanz wurde aus der Differenz von ME-Aufnahme minus ME-Bedarf (kalkuliert nach GfE 1996, GfE 2003) errechnet (*Tabelle 7* und *8*). Im Durchschnitt der Laktation und der Trockenstehzeit (und damit auch der gesamten Zwischenlammzeit) lag die durchschnittliche Energieaufnahme etwas über dem Bedarf der Tiere, sie waren also in positiver Energiebilanz. Generell fiel der Energieüberschuss bei den Milchschafern höher aus als bei den Bergschafen und den Ziegen (2,6 bzw. 3,6 und 2,8 MJ ME bei Berg-, Milchschafern und Ziegen). Hingegen wirkte sich die Grundfutterqualität nicht auf die Energiebilanz aus (3,0 MJ ME in beiden Grundfutterqualitäten). Wie erwartet, hatte das Kraftfutterniveau den größten Einfluss auf die Energiebilanz. So lag der Energieüberschuss im Laktationsdurchschnitt bei 0,5 MJ ME in KF 05, bei 3,1 MJ ME in KF 25 und 5,4 MJ ME in KF 50. Diese Werte stimmen gut mit den Ergebnissen der Veränderung der Lebendmasse überein (-75, 133 und 329 g/Tag). Die Tiere, die wenig Kraftfutter erhielten, reagierten auf die niedrige Energieaufnahme mit einer über dem Bedarf liegenden Futteraufnahme in der Trockenstehzeit (1,2 MJ ME bei den Bergschafen, 2,4 MJ ME bei den Milchschafern und 4,4 MJ ME bei den Ziegen). Trotzdem zeigten die Tiere,

die hohe Kraftfuttergaben erhielten, in der gesamten Zwischenlammzeit einen höheren Energieüberschuss als die Tiere, die wenig Kraftfutter zugeteilt bekamen, was vor allem daran liegt, dass die Trockenstehzeit im Vergleich zur Laktationszeit kurz war.

In der Laktationszeit ergaben sich signifikante Wechselwirkungen zwischen Rasse und Kraftfutterniveau und auch zwischen Rasse und Grundfutterqualität in Hinblick auf alle Parameter (*Tabelle 8*). Bei Fütterung von nur 5 % Kraftfutter zeigte sich bei den Bergschafen in beiden Grundfutterqualitäten die stärkste negative Energiebilanz. Sobald jedoch größere Kraftfuttermengen gegeben wurden, erreichten die Bergschafe schneller eine positive Energiebilanz als die Ziegen, was darauf hinweist, dass die Bergschafe nicht so in der Lage waren, die zusätzlich aufgenommene Energie in Milch umzuwandeln wie die Ziegen. Statt dessen wurde offensichtlich eine zunehmende Menge an Energie für den Aufbau von Körperreserven verwendet, was sich auch in der Zunahme der Lebendmasse zeigt (197 bzw. 134 und 57 g/Tag bei Bergschafen, Milchschafern und Ziegen). Die Ergebnisse für die Milchschafe sind ähnlich denen der Bergschafe, was wiederum auf eine Unterlegenheit der Milchschafe im Milchleistungspotenzial gegenüber den Ziegen hinweist.

In der Trockenstehzeit fiel die positive Energiebilanz bei Fütterung von höherer Grundfutterqualität und gesteigerter Kraftfutterfütterung höher aus. Es zeigte sich aber, dass die Tiere, die 3-Schnittheu erhielten, gegenüber Tieren mit schlechterer Heuqualität bei höherer Kraftfutterzuteilung die Energiebilanz in höherem Ausmaß reduzierten. Auch zeigte sich in der Trockenstehzeit ein Einfluss der Kraftfutterfütterung während der Laktation, der bei den Rassen unterschiedlich ausfiel. Mit höherem Kraftfutterniveau nahm die Energiebilanz in der Trockenstehzeit bei beiden Schafrassen ab, während sich bei den Ziegen kein Effekt zeigte.

Die Entwicklung der Energiebilanz in der Laktation ist in *Abbildung 1* dargestellt. Während sich bei niedrigem Kraftfutterniveau in allen Rassen eine stark negative Energiebilanz ergab, war die Energiebilanz in KF 50 im gesamten Laktationsverlauf positiv. Wie lang die Tiere von KF 05 in negativer Energiebilanz verweilten, ist von der Rasse abhängig. Bei den Bergschafen dauerte diese Periode 10 Wochen an, bei den Milchschafern nur 5 Wochen und bei den Ziegen 7 Wochen. Hingegen zeigte sich bei Kraftfutterfütterung von 25 % der Ration nur in den ersten 2 bis 3 Wochen eine negative Energiebilanz. Die Tiere erhielten die positive Energiebilanz lange Zeit aufrecht und näherten sich einer ausgeglichenen Bilanz gegen Ende der Trockenstehzeit. Das Ausmaß des Energieüberschusses hing stark vom Kraftfutterniveau ab.

Da die Futteraufnahme der Tiere die Milchleistung wesentlich beeinflusst, hängt die Wirtschaftlichkeit der Milchherzeugung sehr stark vom effizienten Einsatz der Futtermittel ab. In alpinen Gegenden ist es aus ökonomischen Gründen angezeigt, möglichst viel Milch aus dem Grundfutter zu erzeugen, da Kraftfutter üblicherweise zugekauft werden muss. In dieser Studie kamen nicht nur typische Milchrassen wie die Weiße Deutsche Edelziege und das Ostfriesische Milchschaf zum Einsatz, sondern auch das Österreichische



Bergschaf. Da noch keinerlei Daten zur Milchleistung des Bergschafes verfügbar sind, war es von Interesse festzustellen, ob das Bergschaf als Alternative zum Milchschat gehalten werden könnte. Der Vorteil des Bergschafs liegt in seiner besseren Anpassung an das alpine Klima und im asaisonalen Brunstverhalten, welches Milcherzeugung das ganze Jahr hindurch ermöglicht.

Im Allgemeinen werden Milchmenge und Inhaltsstoffe von der Rasse, dem genetischen Potenzial des Tieres, dem Alter, der Laktationszahl, der Anzahl der Lämmer, dem Produktionsniveau und der Futteraufnahme beeinflusst. Die Milchzusammensetzung ist großteils von der Rasse abhängig, Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass Rassen mit sehr hoher Milchleistung einen niedrigeren Gehalt an Milchinhaltstoffen aufweisen (McDONALD et al. 2002b), Die Unterschiede zwischen den Rassen beeinflussen aber auch den Milchleistungspeak, den zeitlichen Eintritt des Peaks und die Persistenz in der Milchleistung. Laut GIPSON und GROSSMAN (1990) erreichen Saanenziegen den Höhepunkt der täglichen Milchmenge um den 50. Laktationstag und zeigen eine höhere Persistenz als andere Rassen, Generell haben Ziegen in der ersten Laktation eine größere Persistenz als in den darauffolgenden Laktationen. Die Milchmenge zu Beginn und am Höhepunkt der Laktation steigt von der ersten zur zweiten Laktation an, eventuell weiter bis zur vierten Laktation, wonach die Leistung wieder absinkt (GIPSON und GROSSMAN 1990, WAHOME et al. 1994). Bei Schafen ist die Situation ähnlich. Die Milchleistung bei Mutterschafen steigt zur zweiten Laktation hin an. Die maximale Milchmenge wird meist zwischen der dritten und sechsten Laktation erreicht (CASOLI et al. 1989, PEETERS et al. 1992, DE LA FUENTE et al. 1997).

Auch die Anzahl der Lämmer wirkt sich auf Menge und Zusammensetzung der Milch aus. SNELL (1996) beobachtete, dass Geißen mit nur einem Kitz 32 % weniger Milch produzieren als Ziegen mit Zwillingen. NRC (1985) beschreibt einen Anstieg in der Milchleistung von 20 – 40 % bei Mutterschafen mit Zwillingen im Gegensatz zu solchen mit nur einem Lamm. Ebenso zeigt die Anzahl der Lämmer Auswirkungen auf die Konzentration an Inhaltsstoffen bei den beiden Arten. Bei Ziegen war der Fettgehalt um 30 % vermindert, wenn zwei Kitze gesäugt wurden, der Proteingehalt hingegen war nur leicht niedriger (SNELL 1996). FUERTES et al. (1998) berichten von einem niedrigeren Fettgehalt und einem geringfügig erhöhten Proteingehalt bei Schafen mit zwei Lämmern.

Auch die Zusammensetzung des Futters beeinflusst Menge und Inhaltsstoffe der Milch. Besonders stark ist hier der Zusammenhang zwischen Milchleistung und der aufgenommenen Energie (MORAND-FEHR und SAUVANT 1980). Folglich führen Rationen mit hohem Kraftfutteranteil zu erhöhter Milchproduktion, Rationen mit hohem Kraftfutteranteil hingegen sind negativ mit der Milchmenge korreliert, da der NDF-Gehalt im Futter die Futteraufnahme limitiert (VAN SOEST 1994).

Bei Kühen und auch Ziegen wirkt sich ein hoher Getreideanteil positiv auf den Proteingehalt der Milch aus, während gleichzeitig der Fettgehalt abnimmt (EL-GALLAD et al. 1988, KAWAS et al. 1991, TESSMAN et al. 1991). Bei niedrigem Gehalt an Gerüstsubstanzen verringern sich

die Wiederkauaktivität, der pH-Wert im Pansen und das Azetat/Propionat-Verhältnis, wodurch die Depression des Milchfettgehalts hervorgerufen wird (SANTINI et al. 1983). Kraftfutter mit einem hohen Gehalt an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten, die Verringerung des Raufutteranteils der Ration und eine Abnahme in der Partikelgröße der Faserbestandteile führen zu verminderter Produktion von Azetat im Pansen. Azetat aber ist die Ausgangssubstanz für die Fettsäuresynthese in der Milchdrüse. Eine Erhöhung des Milchfettgehalts in den ersten Laktationswochen kann jedoch auch aus der Mobilisation von Körperfettreserven resultieren, da zu dieser Zeit der hohe Energiebedarf für die Milchbildung nicht aus dem Futter allein gedeckt werden kann (NUDDA et al. 2004).

Durch das hohe Angebot an Nichtfaser-Kohlenhydraten des Getreides erhöht sich die mikrobielle Proteinsynthese und damit der Proteingehalt der Milch. Einerseits kann die Proteinkonzentration der Milch über die Gesamtmenge an Aminosäuren, welche am Dünndarm absorbiert werden (mikrobielles Protein und ruminal nicht abgebautes Protein) beeinflusst werden, andererseits über eine Änderung in der Proteinzusammensetzung durch eine erhöhte Zufuhr von essentiellen Aminosäuren (MURPHY und O'MARA 1993). Allerdings beobachteten Murphy und O'Mara (1993) – außer bei starker Proteinunterversorgung – kaum einen Effekt von erhöhter Proteinkonzentration im Futter auf den Proteingehalt der Milch (MURPHY und O'MARA 1993). EL-GALLAD et al. (1988) und DePETERS und CANT (1992) stellten eine positive Korrelation zwischen Energieaufnahme und Proteinkonzentration in der Milch fest. Ebenso lassen Studien mit Kühen auf eine negative Korrelation von Raufutteranteil in der Ration mit dem Proteingehalt in der Milch schließen. Jedoch fanden GOETSCH et al. (2001) keinerlei Zusammenhang zwischen der Eiweißkonzentration der Milch und dem Kraftfutteranteil sowie der Energieaufnahme. Der Laktosegehalt der Milch scheint mit der Milchmenge und der Energieaufnahme zu korrelieren (MORAND-FEHR et al. 1991) und unterliegt nur relativ schwachen Schwankungen im Laktationsverlauf (PULINA und NUDDA 2004). Ein verringerter Raufutteranteil in der Ration führt somit zu erhöhter Energieaufnahme, was wiederum sowohl die Milchmenge als auch den Proteingehalt steigert (MURPHY und O'MARA 1993).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass alle drei untersuchten Versuchsfaktoren (Rasse/Species, Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau) die Milchleistung der Kleinen Wiederkäuer entscheidend beeinflussen und dass diese nicht unabhängig voneinander wirken. Es hängt von der betrieblichen Situation und vor allem von den Kosten dieser Produktionsfaktoren ab, welche Rasse/Species, welche Grundfutterqualität und welches Kraftfutterniveau zum höchsten Betriebserfolg führen.

#### 4. Literatur

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- ABIJAOUDE, J.A., P. MORAND-FEHR, J. TESSIER, P. SCHMIDELY und D. SAUVANT, 2000: Diet effect on the daily feeding behaviour,

- frequency and characteristics of meals in dairy goats. *Livest. Prod. Sci.* 64, 29-37.
- BROWN, L.E. und W.L. JOHNSON, 1985: Intake and digestibility of wheat straw diets by goats and sheep. *J. Anim. Sci.* 60, 1318-1323.
- CANNAS, A., 2004: Feeding of lactating ewes. In: G. Pulina (Ed.). *Dairy Sheep Nutrition*, 79-109. CABI Publishing, Wallingford, UK, 222 S.
- CASOLI, C., E. DURANTI, L. MORBIDINI, F. PANELLA und V. VIZIOLI, 1989: Quantitative and compositional variations of Massese Sheep milk by parity and stage of lactation. *Small Rumin. Res.* 2, 47-62.
- DE LA FUENTE, L.F., F. SAN PRIMITIVO, J.A. FUERTES und C. GONZALO, 1997: Daily and between-milking variations and repeatabilities in milk yield, somatic cell count, fat, and protein of dairy ewes. *Small Rumin. Res.* 24, 133-139.
- DePETERS, E.J. und J.P. CANT, 1992: Dairy Foods. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. *J. Dairy Sci.* 75, 2043-2070.
- DULPHY, J.P. und C. DEMARQUILLY, 1994: The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. *Livest. Prod. Sci.* 39, 1-12.
- DULPHY, J.P., 1987: L'ingestion alimentaire chez les ruminants: modalités et phénomènes associés. *Reprod. Nutr. Dev.* 27, 129-155.
- DULPHY, J.P., J.P. JOUANY, W. MARTIN-ROSSET und M. THÉRIEZ, 1994: Aptitudes comparées de différentes espèces d'herbivores domestiques à ingérer et digérer des fourrages distribués à lauge. *Ann. Zootech.* 43, 11-32.
- EL-GALLAD, T.T., E.A. GIHAD, S.M. ALLAM und T.M. EL-BEDAWY, 1988: Effect of energy intake and roughage ratio on the lactation of Egyptian Nubian (Zaraibi) Goats. *Small Rumin. Res.* 1, 327-341.
- FAVERDIN, P., J.P. DULPHY, J.B. COULON, R. VÉRITÉ, J.P. GAREL, J. ROUEL und B. MARQUIS, 1991: Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 27, 137-156.
- FEDELE, V., S. CLAPS, R. RUBINO, M. CALANDRELLI und A.M. PILLA, 2002: Effect of free-choice and traditional feeding systems on goat feeding behaviour and intake. *Livest. Prod. Sci.* 74, 19-31.
- FERNÁNDEZ-RIVERA, S., A. MIDOU und H. MARICHATOU, 1994: Effect of food allowance on diet selectivity and intake of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) stover leaves by sheep. *Anim. Prod.* 58, 249-256.
- FORBES, J.M., 1968: The physical relationships of the abdominal organs in the pregnant ewe. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 70, 171-177.
- FORBES, J.M., 1971: Physiological changes affecting voluntary food intake in ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 30, 135-142.
- FUERTES, J.A., C. GONZALO, J.A. CARRIEDO und F. SAN PRIMITIVO, 1998: Parameters of test day milk yield and milk components for dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 81, 1300-1307.
- GIPSON, T.A. und M. GROSSMAN, 1990: Lactation curves in dairy goats: a review. *Small Rumin. Res.* 3, 383-396.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1996: Energie-Bedarf von Schafen. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 5, 149-152.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere; Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt/Main, 135 S.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 2003: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 9: Recommendations for the Supply of Energy and Nutrients to Goats. DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 121 S.
- GOETSCH, A.L., G. DETWEILER, T. SAHLU, R. PUCHALA und L.J. DAWSON, 2001: Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. *Small Rumin. Res.* 41, 117-125.
- HAENLEIN, G.F.W., 1993: Producing quality goat milk. *Int. J. Anim. Sci.* 8, 79-84.
- HARVEY, W.R., 1987: User's guide for mixed model least squares and maximum likelihood computer program PC-1 version. Columbus. Ohio State University Press, USA, 59 S.
- HORSTICK, A., H. HAMANN und O. DISTL, 2001: Analyse von Milchleistungsmerkmalen bei ostfriesischen und schwarz-braunen Milchschaafen. *Züchtungskde.* 73, 277-289.
- HUSTON, J.E., B.S. RECTOR, W.C. ELLIS und M.L. ALLEN, 1986: Dynamics of digestion in cattle, sheep, goats and deer. *J. Anim. Sci.* 62, 208-221.
- INRA, 1989: Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables. R. Jarrige (Ed.). John Libbey Eurotext, Paris–London–Rome, 389 S.
- JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 1999: Fütterung der Schafe: In: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 464-483.
- KAWAS, J.R., J. LOPES, D.L. DANELON und C.D. LU, 1991: Influence of forage-to-concentrate ratios on intake, digestibility, chewing and milk production of dairy goats. *Small Rumin. Res.* 4, 11-18.
- LINDBERG, J.E. und H.L. GONDA, 1997: Fibre and Protein Digestion in Goats. CIHEAM – Options Méditerranéennes.
- LU, C.D., 1988: Grazing behaviour and diet selection of goats. *Small Rumin. Res.* 1, 205-216.
- McDONALD, P., R.A. EDWARDS, J.F.D. GREENHALGH und C.A. MORGAN, 2002a: Nutrient requirements of the lactating dairy goat. In: *Animal Nutrition*. 6<sup>th</sup> edition. Pearson Education Limited, Wallingford, UK, 442-447.
- McDONALD, P., R.A. EDWARDS, J.F.D. GREENHALGH und C.A. MORGAN, 2002b: Nutrient requirements of the lactating ewe. In: *Animal Nutrition*. 6<sup>th</sup> edition. Pearson Education Limited, Wallingford, UK, 447-452.
- MORAND-FEHR, P. und D. SAVAUNT, 1980: Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. *J. Dairy Sci.* 63, 1671-1680.
- MORAND-FEHR, P., P. BAS, G. BLANCHART, R. DACCORD, S. GIGER-REVERDIN, E.A. GIHAD, M. HADJIPANAYIOTOU, A. MOWLEM, F. REMEUF und D. SAUVANT, 1991: Influence of feeding on goat milk composition and technological characteristics. In: P. Morand-Fehr (Ed.): *Goat Nutrition*. Pudoc, Wageningen, NL, 209-224.
- MORAND-FEHR, P., 2003: Dietary choices of goats at the through. *Small Rumin. Res.* 49, 231-239.
- MURPHY, J.J. und F. O'MARA, 1993: Nutritional manipulation of milk protein concentration and its impact on the dairy industry. *Livest. Prod. Sci.* 35, 117-134.

- NRC (National Research Council), 1985: Nutrient requirements and signs of deficiency. In: Nutrient Requirements of Sheep, 6<sup>th</sup> edition. National Academy Press, Washington D.C., USA, 2-25.
- NUDDA, A., G. BATTAGIONE, R. BENCINI und G. PULINA, 2004: Nutrition and Milk quality. In: G. Pulina (Ed.): Dairy Sheep Nutrition, 129-149. CABI Publishing, Wallingford, UK, 222 S.
- ORSKOV, E.R., 1986: Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63, 1624-1633.
- PEETERS, R., N. BUYS, L. ROBIJNS, D. VANMONTFORT und J. VAN ISTERDEL, 1992: Milk yield and milk composition of Flemish Milkshew, Suffolk and Texel ewes and their crossbreeds. *Small Rumin. Res.* 7, 279-288.
- PULINA, G. und A. NUDDA, 2004: Milk Production. In: G. Pulina (Ed.): Dairy Sheep Nutrition, 1-12. CABI Publishing, Wallingford, UK, 222 S.
- QUICK, T.C. und B.A. DEHORITY, 1986: A comparative study of feeding behaviour and digestive function in dairy goats, wool sheep and hair sheep. *J. Anim. Sci.* 63, 1516-1526.
- RANDY, H.A., C.J. SNIFFEN und J.F. HEINTZ, 1988: Effect of age and stage of lactation on dry matter intake and milk production in alpine does. *Small Rumin. Res.* 1, 145-149.
- RINGDORFER, F., L. GRUBER und E. PÖCKL, 2008: Effizienz der Fleischproduktion von Schafen und Ziegen in Abhängigkeit von Rasse und Grundfutterqualität. 5. Fachtagung für Schafhaltung. LFZ Raumberg-Gumpenstein, 06.12.2008, 27-29.
- SANTINI, F.J., A.R. HARDIE, N.A. JORGENSEN und M.F. FINNER, 1983: Proposed use of adjusted intake based on forage particle length for calculation of roughage indexes. *J. Dairy Sci.* 66, 811-820.
- SIMIANE, M., S. GIGER, G. BLANCHARD, L. HUGUET, 1981: Valeur nutritionnelle et utilisation des fourrages cultivés intensivement. In: The Nutrition of Goats. AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients, Report No.10. CAB International Publishing, Wallingford, 31S.
- SNELL, H., 1996: Aufzucht- und Milchleistung von Ziegen der Produktionsrichtungen Milch, Fleisch und Faser. *Züchtungskde.* 68, 398-409.
- STATGRAPHICS PLUS 5, 2000: Manugistics Leveraged Intelligence. User Manual. Maryland, USA.
- SUTTON, J.D. und A. MOWLEM, 1991: Milk production by dairy goats. *Outlook on Agriculture* 20, 45-49.
- TESSMAN, N.J., H.D. RADLOFF, J. KLEINMANS, T.R. DHIMAN und L.D. SATTER, 1991: Milk production response to dietary forage: grain ratio. *J. Dairy Sci.* 74, 2692-2707.
- TRABALZA-MARINUCCI, M., A. VERINI-SUPPLIZI, F. VALFRÈ und O. OLIVIERI, 1992: Voluntary hay intake by Sardinian ewes during last weeks of pregnancy and lactation. *Small Rumin. Res.* 7, 203-213.
- VAN SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON und B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- VAN SOEST, P.J., 1994: Nutritional Ecology of the Ruminant. 2<sup>nd</sup> edition. Cornell University Press, Ithaca and London, 476 S.
- VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- WAHOME, R.G., A.B. CARLES und H.J. SCHWARTZ, 1994: An analysis of the variation of the lactation curve of Small East African goats. *Small Rumin. Res.* 15, 1-7.
- WOOD, P.D.P., 1976: Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with estimates of seasonal variation. *Anim. Prod.* 22, 35-40.