

Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Institut für
Viehwirtschaft und Ernährungsphysiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere,
Abteilung für Produktions- und Nutzungsverfahren

Einfluß der Rationsgestaltung und des Schnittzeitpunktes auf die Grünfutteraufnahme und Nährstoffversorgung von Milchkühen

A. Steinwider, F. Hissek, L. Gruber und F. Lettner

1. Einleitung

Die Grünfütterung von Milchkühen (Weide- und Stallhaltung) ist trotz neuer Trends (Ganzjahressilage) insbesondere im alpinen Raum von großer Bedeutung. Aus versuchstechnischen Gründen (Manipulation, Lagerung, Futteraufnahmeerhebung etc.) liegen im Vergleich zu konserviertem Futter zum Themenkomplex Grünfütterung nur wenige Versuche vor. Mit der vorliegenden Arbeit sollte daher der Einfluß der Rationsgestaltung und des Vegetationsstadiums des Grünfutterbestandes auf die Grünfutter- und Nährstoffversorgung geprüft werden. Vor allem sollten die Auswirkungen der Ergänzung des Grünfutters mit Energie (Maissilage, Kraftfutter) und Struktur (Heu mit hohem Rohfasergehalt) auf die Futter- und Nährstoffaufnahme untersucht werden.

2. Versuchstiere und Methoden

2.1 Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde in Form eines lateinischen Quadrates (8 x 8) in zweifacher Wiederholung in den Monaten Mai bis August 1996 durchgeführt. Von den 16 Kühen gehörten je 6 Tiere der Rasse Fleckvieh und Brown Swiss und 4 der Rasse Holstein Friesian an. Die Kühe wiesen im Durchschnitt eine Laktationszahl von 2,0 auf und die Milchleistung lag vor Versuchsbeginn bei 22,8 kg (im Mittel 66. Laktationstag). Um den Einfluß der Rationsgestaltung auf die Grünfutteraufnahme darstellen zu können, wurde die Kraftfutter-

(0 bzw. 20 % der Gesamtfutteraufnahme), Maissilage- (0 bzw. 20 % der Grundfutteraufnahme) und Heugabe (0 bzw. 20 % der Grundfutteraufnahme) in den Rationstypen unterschiedlich gestaltet (Tabelle 1). Das Grünfutter eines Dauerwiesenbestandes (67,0 % Gräser, 23,7 % Kräuter, 9,3 % Leguminosen) wurde sowohl vom 1. als auch vom 2. Aufwuchs über jeweils 4 Versuchsperioden (fortschreitendes Vegetationsstadium) täglich einmal gemäht und den Kühen im Stall in Anbindehaltung gefüttert. Der Schnitt des Grünfutters erfolgte wie in der Praxis üblich mit einem Balkenmäherwerk und der Transport in den Stall mit einem Ladewagen ohne Schneideeinrichtungen. In jedem Grundfutter-Rationstyp standen in jeder Versuchsperiode 4 Kühe, wobei je die Hälfte der Tiere 0 bzw. 20 % Kraftfutter der Gesamtfutteraufnahme erhielten. In den 8 Versuchsperioden durchlief jedes Tier jeden Grundfutter-Rationstyp sowohl ohne als auch mit Kraftfutterergänzung (Tabelle 2). Das rohproteinarme Kraftfutter setzte sich aus 30 % Gerste, 15 % Mais, 15 % Weizen, 25 % Trockenschnitzel und 15 % Weizenkleie zusammen. Für den Versuch wurde Heu mit einem hohen Rohfasergehalt und eine für alpenländische Grünlandverhältnisse typische Maissilage mit einem Energiegehalt von 6,0 bis 6,2 MJ NEL verwendet. Die Ergänzung an Mineral- und Wirkstoffen mit einer Mineralstoffmischung und 30 g Vihsalz erfolgte nach Bedarf (GfE 1993).

Die Länge der Versuchsperioden betrug im 1. Aufwuchs 10 Tage und auf Grund des langsameren Vegetationsfortschrittes im 2. Aufwuchs 14 Tage. Vor Versuchsbeginn wurden die Tiere über 14 Tage an die veränderte Rationsgestaltung (Grünfütterung etc.) langsam angewöhnt. Die ersten 3 Tage einer Versuchsperiode dienten der Angewöhnung und Umstellung und wurden in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt.

**Tabelle 1: Rationsgestaltung
Ration components**

Grundfutter-Rationstyp	Kraftfutter % des Gesamtfutters	Grünfutter % des Grundfutters	Heu % des Grundfutters	Maissilage % des Grundfutters
G	0	100	0	0
GH	0	80	20	0
GM	0	80	0	20
GHM	0	60	20	20
G	20	100	0	0
GH	20	80	20	0
GM	20	80	0	20
GHM	20	60	20	20

Tabelle 2: Zuteilung der Kühe¹⁾ zu den Versuchsgruppen im lateinischen Quadrat
Allocation of cows to experimental groups within the Latin square

Grundfutter-Rationstyp Kraffutter-Anteil	G 0	GH 0	GM 0	GHM 0	G 20	GH 20	GM 20	GHM 20
Versuchsperiode								
1	C	E	G	B	D	H	A	F
2	H	F	D	A	G	B	C	E
3	B	C	H	E	F	A	D	G
4	D	A	F	G	C	E	H	B
5	E	G	B	H	A	D	F	C
6	F	H	A	C	B	G	E	D
7	G	D	E	F	H	C	B	A
8	A	B	C	D	E	F	G	H

¹⁾ 2 Kühe je Versuchsgruppe

Die Futteraufnahme wurde täglich individuell durch Ein- und Rückwaage der jeweiligen Futterkomponente bestimmt. Der T-Gehalt des Grünfutters wurde täglich zweimal (morgens und abends) und der T-Gehalt der Maissilage täglich einmal durch eine 24-stündige Trocknung bei 105 °C festgestellt. Der so ermittelte T-Gehalt wurde auf Grund des Gehaltes an flüchtigen Substanzen entsprechend dem Vorschlag von WEISSBACH und KUHLA (1995) korrigiert. Der T-Gehalt des Kraffutters und des Heues wurde wöchentlich aus einer täglichen Sammelprobe bestimmt. Für die chemische Analyse wurden bei Heu, Maissilage und Kraffutter pro Versuchsperiode je eine und bei Grünfutter zwei Sammelproben gebildet. Die chemische Untersuchung erfolgte nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender Nährstoffe und Van SOEST-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten und die Milchinhaltstoffe mit NIR-Spektroskopie (Milko-Scan MSC-605, Foss Electric) analysiert. Zur Berechnung des Anteiles an strukturierter Rohfaser wurde bei Maissilage ein Strukturkoeffizient von 0,50, bei Heu von 1,00 und Kraffutter von 0,00 unterstellt. Der Strukturkoeffizient von Grünfutter wurde mit Hilfe einer von GRUBER (1994) in Anlehnung an die Angaben von MENKE (1987) aufgestellten Gleichung unter Berücksichtigung des Trockenmasse- und Rohfasergehaltes (g/kg T) des Grünfutters berechnet.

$$\text{Strukturkoeffizient} = 0,735 + 0,00329 \times (XF - 270) + 0,00109 \times (T - 525) - 0,00000235 \times ((XF \times T) - 141750)$$

Vom Kraffutter und Heu wurde die Verdaulichkeit in vivo mit Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GEH 1991) bestimmt. Der Energiegehalt der Maissilage wurde mit Hilfe der DLG-Tabelle (1991) und der des Grünfutters mit Hilfe des Hohenheimer Futterwerttestes (MENKE und STEINGASS 1987) ermittelt. Die Milchleistung wurde zu jeder Melkung (4.00 und 16.00 Uhr) mit dem Tru-Test von Westfalia festgestellt. Die Wiegung der Tiere erfolgte wöchentlich um 13 Uhr.

2.2 Versuchsauswertung

Die Daten wurden mit dem Programm LSMLMW PC-1 Version statistisch ausgewertet (HARVEY 1987). Es wurde mit Modell 3 mit den fixen Effekten "Grundfütterration", "Krafftuttergruppe", "Aufwuchs" und "Versuchsperiode", Interaktion "Aufwuchs x Versuchsperiode", "Aufwuchs x Grundfütterration", "Versuchsperiode x Grundfütterration" "Versuchsperiode x Krafftuttergruppe" und "Grundfütterration x Krafftuttergruppe" sowie dem zufälligen Effekt "Tier" innerhalb des "Aufwuchses" gerechnet.

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + K_j + A_k + V_l + T_{mk} + (A \times V)_{kl} + (A \times G)_{ki} + (V \times K)_{kj} + (V \times K)_{ij} + (G \times K)_{ji} + e_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn}	= Beobachtungswert der abhängigen Variable
μ	= gemeinsame Konstante
G_i	= fixer Effekt der Grundfütterration, $i, i = 1, 2, 3, 4$
K_j	= fixer Effekt der Krafftuttergruppe $j, j = 1, 2$
A_k	= fixer Effekt des Aufwuchses $k, k = 1, 2$
V_l	= fixer Effekt des Vegetationsstadiums $l, l = 1, 2, 3, 4$
T_{mk}	= zufälliger Effekt des Tieres innerhalb des Aufwuchses $k, j = 1, 2, \dots, 16$
$(A \times V)_{kl}$	= Interaktion Aufwuchs k x Vegetationsstadium l
$(A \times G)_{ki}$	= Interaktion Aufwuchs k x Grundfütterration i
$(V \times G)_{li}$	= Interaktion Vegetationsstadium l x Grundfütterration i
$(G \times K)_{ji}$	= Interaktion Grundfütterration i x Krafftuttergruppe j
e_{ijklmn}	= Restkomponente

In den Ergebnistabellen werden die Least-Squares Mittelwerte und die P-Werte aus der Varianzanalyse für die fixen Effekte und die Interaktionen "Aufwuchs und Vegetationsstadium", "Grundfütterration x Krafftuttergruppe" sowie die Residualstandardabweichung angegeben. Die paarweisen Vergleiche zwischen den Gruppen erfolgten mit dem Bonferroni-Holm Test (ESSL 1987). Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($P < 0,05$) innerhalb eines Versuchs Faktors werden durch verschiedene Hochbuchstaben gekennzeichnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Nährwert der Futtermittel

In Tabelle 3 ist der durchschnittliche Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel zusammengefaßt. Im Mittel lag der Energiegehalt des Grünfutters im Versuch bei 4,98 MJ NEL und es wurde ein hoher Rohaschegehalt von 12,4 % festgestellt. Sowohl die botanische Zusammensetzung mit 23,7 % Kräuter (vorwiegend scharfer Hahnenfuß, Geißfuß, Sauerampfer), 9,3 % Leguminosen (Weiß- und Rotklee, Wicke) und 67,0 % Gräser (vorwiegend gemeine Rispel, Goldhafer, Knautgras) als auch die Futtermittelverschmutzung bei der Ernte stellen Ursachen für den geringen Energiegehalt dar. Insbesondere bei der Ernte von jungem und/oder nassem Grünfutter nach Niederschlägen war eine höhere Futtermittelverschmutzung unvermeidbar. Das Heu wies mit knapp 36 % Rohfaser und 65 % NDF einen sehr niedrigen Energiegehalt von 4,5 MJ NEL auf, welcher deutlich unter dem des Grünfutters lag. Der Energiegehalt der Maissilage lag mit 6,1 MJ NEL wegen des geringen Kornanteiles und Ausreifegrades unter den österreichischen Durchschnittswerten, entspricht aber dem Gehalt in Maisgrenzlagen (GRUBER und WIEDNER 1994). Wie sich der Nährwert des Grünfutters in den unterschiedlichen Vegetationsstadien verhielt, ist in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Tabelle 3: Gehalt der Futtermittel an Nähr- und Mineralstoffen sowie Energiekonzentration
Nutrient and mineral content of feedstuffs as well as energy concentration

Futtermittel		Grünfutter	Heu	Maissilage	Krafftutter
Analysen	n	16	8	8	8
Nährstoffe					
T	g/kg F	192	853	281	874
XP	g/kg T	159	113	85	138
UDP	g/kg T	24	17	21	33
nXP	g/kg T	116	100	128	160
XL	g/kg T	25	19	24	22,7
XF	g/kg T	261	358	252	85
XX	g/kg T	431	437	587	708
XA	g/kg T	124	74	52	46
Energiekonzentration					
ME	MJ/kg T	8,56	7,89	10,17	12,07
NEL	MJ/kg T	4,98	4,53	6,07	7,54
Gerüstsubstanzen					
NDF	g/kg T	477	652	497	279
ADF	g/kg T	303	384	269	104
ADL	g/kg T	44	46	28	16
Mineralstoffe					
Ca	g/kg T	7,7	4,4	2,2	3,1
P	g/kg T	3,7	2,3	2,0	4,5
Mg	g/kg T	3,5	2,1	1,7	2,3
K	g/kg T	21,6	23,7	14,5	11,7
Na	g/kg T	0,41	0,38	0,08	1,13
Mn	mg/kg T	172	89	32	47
Zn	mg/kg T	45	26	32	35
Cu	mg/kg T	11	8	6	5,8

Es zeigt sich, daß der hohe Rohaschegehalt im Vegetationsstadium 1 des 1. und 2. Aufwuchses (12,7 bzw. 18,5 %) sowie im Vegetationsstadium 4 des 2. Aufwuchses (18,7 %) zu einer deutlichen Verringerung der Energiekonzentration des Grünfutters führte. Der Rohfasergehalt stieg mit fortschreitendem Vegetationsstadium im 1. Aufwuchs von 25 % in der organischen Substanz (OS) auf über 35 % und im 2. Aufwuchs von 24 % auf 30 % in der OS an. Da der Ertrag auf der Versuchsfläche nicht ausreichte, mußte in der 4. Versuchsperiode eines jeden Aufwuchses Grünfutter einer anderen Wiese herangezogen werden. Dies ergab eine Änderung der botanischen Zusammensetzung in diesem Vegetationsstadium. Dadurch kam es in der jeweiligen 4. Versuchsperiode zu einem Rückgang des Rohfasergehaltes. Im Gehalt an Gerüstsubstanzen zeigte sich bezogen auf die OS ein mit der Rohfaser vergleichbarer Verlauf. In beiden Aufwüchsen kam es mit Ausnahme des 4. Vegetationsstadiums (Wiesenwechsel) zu einem deutlichen Anstieg der Zellulose und des Lignins, wobei im 1. Aufwuchs im Durchschnitt höhere Gehalte und trotz kürzerer Periodendauer eine stärkere Zunahme der Gerüstsubstanzen festgestellt wurde. Mit fortschreitendem Vegetationsstadium erhöhte sich der Trockenmasse- und verringerte sich der Rohproteingehalt in beiden

Aufwüchsen. Die Energiekonzentration (MJ NEL/kg OS) im Grünfütter zeigt den gegensätzlichen Verlauf wie der Gehalt an Rohfaser bzw. Gerüstsubstanzen. Durch den Wiesenwechsel ging im 4. Versuchsstadium des 2. Aufwuchses trotz gleichbleibendem bzw. leicht sinkendem Rohfasergehalt der Energiegehalt je kg OS zurück. GRUBER et al. (1994) stellten bei Wiesenfütter eine negative Beziehung zwischen Rohfasergehalt und Ca-Gehalt fest. Bei Grünfütter ging in diesen Untersuchungen der P-Gehalt im 1. Aufwuchs stärker als im 2. Aufwuchs zurück. Dieser Zusammenhang wurde auch im vorliegenden Versuch festgestellt. Ein deutlicher Rückgang wurde auch im K-Gehalt des 1. Aufwuchses bei fortschreitendem Vegetationsstadium festgestellt. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von DACCORD et al. (1994) und BUCHGRABER und RESCH (1997), die alpenländisches Grünlandfütter untersuchten. Im Spurenelementgehalt zeigte sich im 1. Aufwuchs ein leichter Rückgang mit steigendem Rohfasergehalt. Der im Durchschnitt höhere Na-Gehalt im 2. Aufwuchs werden auch von DACCORD et al. (1994) beschrieben.

Tabelle 4: Gehalt des Grünfütters an Nähr- und Mineralstoffen sowie Energiekonzentration im Vegetationsverlauf
Nutrient and mineral content as well as energy concentration of fresh forage during vegetation

Vegetationsstadium		1	2	3	4	1	2	3	4
Aufwuchs		1	1	1	1	2	2	2	2
Nährstoffe									
T	g	158	157	225	227	154	191	207	221
XP	g/kg T	212	152	121	126	197	175	147	146
UDP	g/kg T	29	23	19	19	28	26	22	22
nXP	g/kg T	131	123	115	118	114	120	109	101
XF	g/kg T	218	291	329	292	199	265	256	235
XF	g/kg OS	249	318	354	318	244	298	299	289
XA	g/kg T	127	83	72	83	185	112	142	187
Energiekonzentration									
NEL	MJ/kg T	5,37	5,56	4,68	4,81	4,66	5,23	5,03	4,49
NEL	MJ/kg OS	6,14	6,06	5,05	5,24	5,71	5,89	5,87	5,52
Gerüstsubstanzen									
NDF	g/kg T	448	503	576	524	383	482	467	437
ADF	g/kg T	295	329	378	342	234	289	287	269
ADL	g/kg T	49	39	51	51	32	38	43	42
Mineralstoffe									
Ca	g/kg T	7,2	5,8	5,8	7,6	9,0	8,7	8,8	8,7
P	g/kg T	4,8	3,7	3,2	3,1	4,0	4,0	3,7	3,2
Mg	g/kg T	3,4	2,4	2,3	2,8	4,6	3,7	4,1	5,0
K	g/kg T	31,9	25,1	23,7	20,0	18,9	19,2	18,3	15,4
Na	g/kg T	0,37	0,23	0,27	0,30	0,68	0,31	0,33	0,50
Mn	mg/kg T	162	106	122	159	180	192	224	235
Zn	mg/kg T	54	44	41	40	43	49	46	47
Cu	mg/kg T	13,7	8,2	6,7	8,3	13,8	10,6	9,8	13,2

3.2 Futter- und Nährstoffaufnahme und Kriterien der Ration

Die Ergebnisse als Futter- und Nährstoffaufnahme sowie die Rationskriterien sind in den Tabellen 5 und 6 angeführt.

Die Grünfutteraufnahme war im 1. Aufwuchs niedriger als im 2. Aufwuchs (9,88 bzw. 11,08 kg T). Der geringere Qualitätsrückgang mit fortschreitendem Vegetationsstadium des 2. Aufwuchses im Vergleich zum 1. Aufwuchs spiegelt sich auch in der Grund- und Gesamtfutteraufnahme wider. Auch die Aufnahme an Rohprotein und nutzbarem Protein am Duodenum (nXP) war im 2. Aufwuchs höher. In beiden Aufwüchsen lag eine deutlich positive ruminale N-Bilanz vor. Auch die Energieaufnahme aus dem Grünfutter war im 2. höher als im 1. Aufwuchs. DEMARQUILLY und JARRIGE (1971) stellten bei vergleichbarer Verdaulichkeit auch eine höhere Energieaufnahme im 2. Aufwuchs fest.

In der Futter- und Nährstoffaufnahme sowie der Nährstoffkonzentration wurde eine Wechselwirkung zwischen dem Vegetationsstadium und dem Aufwuchs festgestellt. Im 1. Aufwuchs lag die Grünfutteraufnahme im Vegetationsstadium 2 tendenziell über der des 1. Stadiums. Der Rohfasergehalt der Ration lag im 1. Vegetationsstadium im Mittel bei 20,6 % im Vergleich zum 2. Stadium mit 26,0 %. Das sehr jung geerntete Grünfutter führte bei einigen Kühen zu Verdauungsstörungen, welche sich vor allem in Form von Durchfällen und einer verringerten Futteraufnahme äußerte. Dies zeigt sich auch in der höheren Energieaufnahme aus dem Grünfutter im 2. Vegetationsstadium im Vergleich zum Stadium 1. Durch den unvermeidbaren Wiesenwechsel im 4. Vegetationsstadium kam es in beiden Aufwüchsen in dieser Periode im Vergleich zum Stadium 3 zu einem Rückgang des Rohfasergehaltes in der Ration und zu einer leichten Erhöhung der Futteraufnahme. Die Energieaufnahme der Kühe lag im 1. und 2. Vegetationsstadium über dem des 3. und 4. Stadiums.

Im gesamten Versuch ergab sich mit steigendem Rohfasergehalt des Grünfutters bzw. sinkender Verdaulichkeit der OS kein statistisch gesicherter Rückgang der Grünfutteraufnahme. Dies deckt sich nicht mit Angaben von STEHR und KIRCHGESSNER (1976), die einen linearen Rückgang der Grünfutteraufnahme bei sinkender Verdaulichkeit feststellten. DEMARQUILLY und JARRIGE (1973) geben im 1. Aufwuchs eine Veränderung der Grünfutteraufnahme bei Änderung der Verdaulichkeit um eine Einheit von $0,85 \text{ g/kg LM}^{0,75}$ bei Leguminosen und zwischen $1,05$ und $2,23 \text{ g/kg LM}^{0,75}$ bei Gräsern an. KAUFMANN und ZIMMER (1970) stellten einen kurvilinearen Verlauf der Grünfutteraufnahme in Abhängigkeit vom Vegetationsstadium fest. Die höchste Grünfutteraufnahme wird demnach nicht mit sehr jungem Grünfutter sondern im Stadium zwischen Schossen und voller Knospe bis Beginn und Mitte der Blüte erreicht. Eine Erklärung dafür stellt die geringe Strukturwirksamkeit von jungem Grünfutter dar.

Tabelle 5: Futter- und Nährstoffaufnahme
Feed and nutrient intake

Faktor	Aufwuchs (A)		Vegetationsstadium (VS)				Grundfütterration (GF)				Krautfutter (KF)		P-Werte							
	1	2	1	2	3	4	G	GH	GM	GHM	0	20	64	A	VS	GF	KF	AxVS	GFxKF	
Fütteraufnahme	n	64	32	32	32	32	32	32	32	32	64	64								
Grünfutter	kg T	9,88	11,08	10,90 ^a	10,38 ^a	10,21 ^b	10,43 ^{ab}	11,99 ^a	10,52 ^b	10,31 ^b	10,80	10,16		0,77	0,013	0,005	0,000	0,000	0,002	0,057
Heu	kg T	0,74	0,78	0,80	0,74	0,68	0,83	0,00 ^c	1,66 ^a	0,00 ^c	0,85	0,68		0,28	0,658	0,150	0,000	0,001	0,108	0,000
Maisilage	kg T	1,30	1,30	1,43 ^a	1,34 ^{ab}	1,17 ^b	1,26 ^{ab}	0,00 ^c	0,00 ^c	2,64 ^a	1,33	1,27		0,28	0,986	0,003	0,000	0,244	0,001	0,914
Krautfutter	kg T	1,28	1,26	1,31	1,28	1,19	1,30	1,19	1,28	1,25	0,00	2,54		0,23	0,807	0,132	0,169	0,000	0,000	0,063
Gesamtfutter*	kg T	13,31	14,54	14,57 ^a	13,85 ^b	13,36 ^c	13,93 ^b	13,35 ^c	13,53 ^{bc}	14,31 ^a	13,09	14,76		0,77	0,040	0,000	0,000	0,000	0,008	0,456
Grünfutter	kg T	11,93	13,17	13,14 ^a	12,46 ^{ab}	12,08 ^c	12,52 ^b	12,06 ^c	12,15 ^{bc}	12,95 ^a	12,98	12,11		0,73	0,024	0,000	0,000	0,000	0,052	0,131
Gesamtfutter	g T/kg LM ^a	114,7	124,3	125,6 ^a	118,9 ^b	114,6 ^c	118,7 ^b	114,9 ^b	116,1 ^b	122,9 ^a	112,6	126,4		6,4	0,014	0,000	0,000	0,000	0,004	0,406
Grünfutter	g T/kg LM ^a	102,7	112,6	113,4 ^a	107,0 ^b	103,4 ^c	106,8 ^b	103,8 ^b	104,2 ^b	111,2 ^a	111,6	103,6		6,3	0,007	0,000	0,000	0,000	0,017	0,122
Nährstoffaufnahme																				
aus Grünfutter																				
XP	g	1527	1846	2254 ^a	1698 ^b	1374 ^c	1420 ^c	1921 ^a	1689 ^b	1660 ^b	1738	1636		129	0,000	0,000	0,000	0,000	0,045	0,295
nXP	g	1321	1357	1426 ^a	1346 ^b	1193 ^c	1191 ^c	1473 ^a	1292 ^b	1269 ^b	1329	1249		97	0,020	0,000	0,000	0,000	0,110	0,110
NEL	MJ	50,26	53,63	53,83 ^b	55,91 ^a	49,72 ^c	48,32 ^c	59,43 ^a	52,04 ^b	51,13 ^b	53,56	50,33		3,98	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,096
aus Grundfütter																				
XP	g	1719	2048	2458 ^a	1888 ^b	1558 ^c	1628 ^c	1928	1872	1885	1946	1820		125	0,000	0,000	0,309	0,000	0,003	0,438
nXP	g	1469	1610	1696 ^a	1600 ^b	1421 ^c	1442 ^c	1481 ^b	1469 ^b	1608 ^a	1592	1487		94	0,034	0,000	0,000	0,000	0,273	0,230
NEL	MJ NEL	61,56	65,05	66,12 ^a	67,59 ^a	59,98 ^b	59,52 ^b	59,80 ^b	59,43 ^b	67,13 ^a	65,48	61,12		3,90	0,199	0,000	0,000	0,000	0,015	0,217
aus Gesamtfütter																				
XP	g	1894	2224	2643 ^a	2065 ^b	1722 ^c	1807 ^c	2092	2049	2057	1946	2172		127	0,000	0,000	0,621	0,000	0,001	0,740
nXP	g	1673	1813	1907 ^a	1805 ^b	1611 ^c	1651 ^c	1672 ^b	1673 ^b	1809 ^a	1592	1894		102	0,062	0,000	0,000	0,000	0,442	0,695
NEL	MJ NEL	71,19	74,58	76,02 ^a	77,24 ^a	68,92 ^b	69,36 ^b	68,76 ^b	69,05 ^b	76,55 ^a	65,48	80,30		4,37	0,274	0,000	0,000	0,000	0,413	0,746

* inkl. 80 g Mineral- und Wirkstoffe und 30 g Viehsalz

Tabelle 6: Zusammensetzung und Kriterien der Ration
Composition and criteria of rations

Faktor	Aufwechsl (A)		Vegetationsstadium (VS)				Grundfütterung (GF)				Krautfütter (KF)			P-Werte					
	1	2	1	2	3	4	G	GH	GM	GHM	0	20	64	A	VS	GF	KF	AAVS	GF:KF
Gruppe	Anzahl		32	32	32	32	32	32	32	32	64	64							
Zusammensetzung	n																		
Grünfütter	83,4	84,4	83,7	83,7	84,9	83,5	100,0 ^a	86,3 ^b	79,7 ^c	69,8 ^d	83,7	84,2	2,7	0,167	0,116	0,000	0,330	0,003	0,000
Heu	6,1	6,0	6,0	5,9	5,6	6,7	0,0 ^e	13,7 ^a	0,0 ^f	10,9 ^g	6,5	5,6	2,5	0,893	0,397	0,000	0,040	0,111	0,002
Maissilage	10,5	9,6	10,3 ^a	10,4 ^a	9,5 ^b	9,9 ^{bc}	0,0 ^e	0,0 ^f	20,4 ^a	19,4 ^b	9,8	10,3	1,1	0,006	0,005	0,000	0,017	0,000	0,007
Krautfütter	9,0	8,2	8,5	8,8	8,5	8,7	8,3	8,9	8,4	8,9	0,0	17,3	1,0	0,000	0,269	0,247	0,000	0,000	0,383
Kriterien der Ration																			
XP	142	153	183 ^a	149 ^b	129 ^c	129 ^c	157 ^a	150 ^b	143 ^c	140 ^d	148	147	3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,258
nXP	125	124	131 ^a	130 ^b	120 ^c	118 ^d	125 ^b	123 ^c	126 ^c	125 ^b	121	128	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,121
XF	262	232	206 ^a	260 ^b	272 ^a	249 ^b	241 ^a	255 ^a	241 ^a	251 ^b	263	231	5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,068
strukturierte XF	166	123	92 ^a	157 ^b	180 ^c	149 ^c	134 ^a	162 ^a	130 ^b	151 ^b	159	130	7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
Energie (ME)	9,03	8,74	8,90 ^b	9,37 ^a	8,76 ^c	8,51 ^d	8,77 ^a	8,69 ^a	9,07 ^a	9,01 ^b	8,58	9,19	0,07	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,168
Energie (NEL)	5,32	5,12	5,21 ^b	5,57 ^a	5,14 ^c	4,96 ^d	5,15 ^b	5,08 ^a	5,35 ^b	5,30 ^b	5,00	5,45	0,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,168
NDF	490	441	413 ^a	476 ^b	497 ^a	475 ^b	453 ^a	476 ^b	458 ^b	474 ^a	484	447	7	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,008
ADF	308	260	255 ^a	289 ^b	305 ^a	288 ^b	282 ^b	293 ^a	277 ^a	284 ^a	302	266	6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008
ADL	42,9	35,6	38,1 ^b	35,7 ^a	41,7 ^c	41,4 ^c	40,5 ^b	40,8 ^b	37,7 ^a	37,9 ^a	41,6	36,9	0,8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,550
Ca	6,3	8,0	7,5 ^a	6,7 ^a	6,9 ^a	7,4 ^b	7,9 ^a	7,4 ^b	6,8 ^a	6,5 ^d	7,5	6,8	0,1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016
P	4,3	4,2	4,7 ^a	4,3 ^b	4,1 ^c	3,8 ^d	4,5 ^a	4,3 ^b	4,1 ^c	4,0 ^d	4,2	4,3	0,1	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016

Auch WITT und HUTH (1966) stellten bei Schwarzbunten Tieren eine Zunahme des Trockenmasseverzehr von der 1. (10,5 kg T) zur 4. Versuchswoche (12,2 kg T) bei Weidehaltung fest. Ebenso berichtet KAUFMANN (1969) von einer schlechteren Futteraufnahme bei Fütterung von jungem Grünfütter. ROTH und KIRCHGESSNER (1972) stellten bei Weidehaltung im Bereich zwischen 25 und 27 % Rohfaser die höchste Grünfütteraufnahme fest. In Untersuchungen von HOLDEN et al. (1994) zeigte sich ebenfalls, daß Kühe im Frühling auf der Weide von jungem Grünfütter trotz höherer Qualität weniger als in den Sommer- und Herbstmonaten aufnahmen. Das Fütter wies im Frühling den höchsten Anteil an im Pansen abbaubarem Rohprotein und einen geringen Anteil an Gerüstsubstanzen auf. Weiters wurden die Kühe nur über 1 Woche auf die Weidehaltung vor Versuchsbeginn vorbereitet.

Die angeführten Untersuchungen lassen den Schluß zu, daß Futtermittel, die einen hohen "Fütteraufnahmewert" (ingestibility) aufweisen, nur dann auch zu einer entsprechenden Futteraufnahme führen, wenn die physiologischen Anforderungen (Pansen etc.) sowohl der Pansenmikroben als auch des Wirtstieres erfüllt werden.

MENKE (1987) gibt als Koeffizienten zur Berechnung des Gehaltes an strukturierter Rohfaser von Grünfütter den Bereich zwischen 0,3 und 0,5 an. Der Gehalt an strukturierter Rohfaser sollte zur Vermeidung eines Milchfettabfalles über 10 % betragen und Azidosegefahr tritt unter 7 % auf. Im vorliegenden Versuch ergab sich im Vegetationsstadium 1 im Durchschnitt ein geringer Anteil an strukturierter Rohfaser von 9,2 %. Für jene Kühe, die im Vegetationsstadium 1 des 1. Aufwuchses ausschließlich Grünfütter erhielten, ergab sich ein Anteil von nur 6,8 %, der bereits im gesundheitsgefährdenden Bereich liegt (MENKE 1987). Dies erklärt auch die schlechtere Futteraufnahme des 1. Aufwuchses im Vergleich zum 2. Aufwuchs, unter Berücksichtigung, daß im gesamten Versuch kein statistisch gesicherter Rückgang der Grünfütteraufnahme bei steigendem Rohfasergehalt festgestellt wurde.

Wie sich in der multiplen linearen Regressionsanalyse zeigte, bestand im vorliegenden Versuch ein negativer Einfluß des Trockenmassegehaltes auf die Grünfütteraufnahme. Bei der Interpretation dieses Ergebnisses muß berücksichtigt werden, daß die Probeziehung für die Bestimmung des Trockenmassegehaltes des Grünfütters jeweils unmittelbar vor der Fütterung erfolgte und entsprechend der individuellen Futteraufnahme für jedes Tier gewichtet in der Berechnung des Trockenmassegehaltes berücksichtigt wurde. Da das Fütter täglich nur einmal gemäht wurde, stieg erwartungsgemäß der Trockenmassegehalt bei der Lagerung an. Insbesondere an heißen Tagen konnte eine leichte Erwärmung des Fütters nicht verhindert werden, wodurch die Grünfütteraufnahme verringert wurde. Durch diese Einflüsse wurde der Effekt des Trockenmassegehaltes auf die Grünfütteraufnahme überlagert. ROTH und KIRCHGESSNER (1972) stellten eine negative Beziehung zwischen Trockenmassegehalt und Grünfütteraufnahme auf der

Weide fest. In diesem Versuch wurde jedoch kein Grünfütter mit sehr niedrigem Trockenmassegehalt (unter 15 %) angeboten. Vielfach wird von einem positiven Zusammenhang zwischen Trockenmassegehalt und Grünfütteraufnahme berichtet (ROHR und KAUFMANN 1967, KAUFMANN 1969, ROHR 1976, HOLDEN et al. 1994). Es kann daher von einem Anstieg der Grünfütteraufnahme mit steigender Trockenmasse ausgegangen werden, wenn der Trockenmassegehalt des Grünfütters unter rund 18 % liegt, frisch geerntetes Grünfütter angeboten oder Weidehaltung betrieben wird und auch die Strukturksamkeit der gesamten Ration gering ist. BUTRIS und PHILLIPS (1987) konnten in Untersuchungen weiters zeigen, daß mit Wasser besprühtes Grünfütter in geringeren Mengen aufgenommen wurde als unbesprühtes Grünfütter. Die Wiederkauzeit war bei besprühtem Grünfütter um 70 % verlängert. Die Autoren führen diesen Effekt auf zu geringe Zerkleinerung des Fütters bei der Kautätigkeit durch vorzeitiges Abschlucken zurück. Auch von MINSON (1990) wird beschrieben, daß die physikalische Struktur von Futtermitteln Einflüsse auf die Wiederkautätigkeit und damit auf die Fütteraufnahme ausübt.

Bei der Beurteilung des Effektes der Rationsgestaltung auf die Grünfütteraufnahme fällt auf, daß trotz der schlechten Heuqualität (knapp 36 % Rohfaser) durch die Fütterung von Heu (1,66 kg T) die Grünfütterverdrängung unter 1,00 (0,89) lag. Der hohe Überschuß an im Pansen abbaubarem N, die im Vegetationsstadium 1 geringe Strukturwirksamkeit der Grünfütterationen und der relativ hohe Rohaschegehalt im Grünfütter führten zu Verdauungsstörungen und damit vermehrten Durchfällen. Die durch Heubeifütterung leichte Verbesserung der Situation kann als Ursache für die relativ geringe Grünfütterverdrängung angesehen werden. Berücksichtigt muß jedoch werden, daß durch die Beifütterung von Heu mit geringer Qualität in der Grundfütter- und Energieaufnahme keine Verbesserung der Versorgung der Kühe erzielt werden konnte. Die Empfehlung von MOTT (1981), Stroh zu jungem oder nassem Weidegras beizufüttern, ist daher bei Milchkühen mit entsprechender Leistung nicht zielführend. Die im Versuchsplan angestrebte Heuaufnahme von 20 % der Grundfütteraufnahme konnte auf Grund der schlechten Qualität weder in der Gruppe GH (13,7 %) noch in der Gruppe GHM (10,9 %) erreicht werden. Im Gegensatz zur Heuzulage konnte durch Maissilage eine deutliche Verbesserung der Grundfütter- und Energieaufnahme erreicht werden. Die Grünfütteraufnahme ging im Vergleich zur GH-Gruppe trotz höherer Aufnahme an Maissilage im Vergleich zu Heu nicht zurück. Die Maissilage führte zu einer im Vergleich zum Heu geringeren Grünfütterverdrängung (0,64). Dieser niedrige Wert entspricht nicht den Angaben von MANUSCH (1991) der eine Verdrängung von 1:1 ermittelte. Die energetische Unterversorgung der Kühe und die geringere Grünfütterqualität im vorliegenden Versuch stellen eine Erklärung dafür dar. Die gemeinsame Zulage von Heu und Maissilage zum Grünfütter führte zu keiner weiteren Steigerung der Futter- und Nährstoffaufnahme. Besondere Bedeutung hat daher in der Rationsgestaltung bei Grünfütterung neben der ausreichenden Strukturwirksamkeit die

Versorgung mit Energie. Durch Maissilage konnte die Energieversorgung verbessert und die N-Überschußsituation im Pansen verringert werden. Auf die Problematik der Imbalanz zwischen Energie- und Proteinversorgung bei Grünfütterung wird vielfach hingewiesen (ROHR 1976, SCHWARZ et al. 1993, SCHWARZ 1995, VALK 1994). Die Arbeit von BÖHM et al. (1985) bestätigt die ausreichende Strukturwirksamkeit sowie den hohen Futterwert (Energiegehalt, XP/ME-Verhältnis) von Maissilage für Wiederkäuer.

Durch Kraftfutterergänzung kam es zu einer signifikanten Verbesserung der Futteraufnahme von 13,09 auf 14,76 kg T und es wurde eine Grünfuttermverdrängung von 0,34 festgestellt. Dieser Wert entspricht im wesentlichen den Ergebnissen von GRUBER et al. (1995), die in einem umfangreichen Fütterungsversuch über die gesamte Laktationsperiode bei guter Grundfutterqualität eine Grundfuttermverdrängung von 0,33 und bei schlechter Grundfutterqualität von 0,23 feststellten. Auch ROHR (1976) gibt einen Rückgang der Grünfuttermaufnahme von 0,3 kg T pro kg Kraftfutter an. Im vorliegenden Versuch ging durch die Kraftfutterergänzung die Heuaufnahme mit knapp 0,2 kg T geringer als die Grünfuttermaufnahme mit 0,6 kg T zurück. Dieser Effekt deutet auch auf teilweise mangelhafte Struktur hin. Die Nährstoffaufnahme wurde durch die Kraftfutterergänzung signifikant verbessert.

Neben der in einigen Versuchsgruppen geringen Strukturwirksamkeit der Rationen und dem RNB-Überschuß im Pansen (Stoffwechselbelastung) sowie der teilweise unvermeidbaren leichten Erwärmung des Grünfutters bei der Lagerung und erhöhtem Rohaschegehalt, könnte auch die botanische Zusammensetzung des Grünfutterbestandes zu einer insgesamt geringen Grünfuttermaufnahme geführt haben. Im Grünfutterbestand wurden Pflanzenarten mit geringem bzw. keinem Futterwert festgestellt. Der Anteil an scharfem Hahnenfuß, Geißfuß, Sauerampfer betrug etwa 5 % und der von gemeiner Rispe 20 %. STÄHLIN (1971) gibt für diese Arten bei den angeführten Anteilen im Pflanzenbestand Gütezahlen für scharfen Hahnenfuß von 10, Geißfuß 40, Sauerampfer 20 und gemeine Rispe von 20 an. Insgesamt ergab sich für den Pflanzenbestand im Durchschnitt eine Gütezahl von etwa 50 Punkten. Nach STÄHLIN (1971) entspricht dies einem mäßig wertvollen Futterbestand. Berücksichtigt muß auch werden, daß im 1. Vegetationsstadium des 1. Aufwuchses der Kräuteranteil (36 %) und damit der Anteil unerwünschter Arten höher war, wodurch ein schlechterer Futterwert vorlag.

3.3 Leistungsparameter

Die Milchleistung und Lebendmasse der Kühe sind in Tabelle 7 zusammengefaßt.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muß berücksichtigt werden, daß durch die Versuchsanlage und der damit verbundenen kurzen Periodendauer der

Einfluß des Aufwuchses und des Vegetationsstadiums auf die Leistungsparameter Milch und Lebendmasse nur eingeschränkt beurteilt werden können. Der Einfluß des fortschreitenden Laktationsstadiums und damit sinkenden Milchleistungspotentials der Kühe sowie vermindertes Körperreservenabbaus (Milchfettgehalt), spiegelt sich in den Ergebnissen wider. Trotz höherer Energieaufnahme im 2. Aufwuchs war beispielsweise die Milchleistung der Kühe um 2,8 kg ECM geringer als im 1. Aufwuchs. Die gleiche Gesetzmäßigkeit kann auch bei fortschreitendem Vegetationsstadium festgestellt werden. Weiters muß die versuchsbedingt notwendige kurze Periodendauer berücksichtigt werden. Die Einflüsse der unterschiedlichen Nährstoffaufnahme können sich in der Milchleistung und Lebendmasse nicht vollständig zeigen.

Der Grundfutter-Rationstyp beeinflusste die Milchleistung der Kühe signifikant. Trotz höherer Energieaufnahme in den Gruppen GM und GHM ergaben sich jedoch in den paarweisen Gruppenvergleichen mittels Bonferroni-Holm Test keine signifikanten ($P < 0,05$) Gruppendifferenzen. Obwohl die Periodendauer sehr kurz war, war die Milchleistung in der Gruppe GM mit einem P-Wert von 0,078 höher als in der Grünfuttergruppe (G). In der Lebendmasse-Veränderung ergaben sich tendenziell höhere Zunahmen in den Gruppen GM und GHM. Die Energieaufnahme war in diesen Gruppen signifikant höher.

In der aus der Energieaufnahme aus dem Grundfutter sowie Kraftfutter errechenbaren theoretischen Milchleistung zeigen sich signifikante Differenzen zwischen 1. und 2. Vegetationsstadium einerseits und 3. und 4. Vegetationsstadium andererseits. Für die Grundfutterrationstypen GM und GHM ergaben sich eine höhere mögliche Milchleistung als für die Gruppen G und GH.

Durch die Zulage von Kraftfutter zum Grundfutter wurde die Milchleistung, der Eiweiß- und Laktosegehalt sowie die Leistung an ECM signifikant verbessert und der Milchfettgehalt verringert. Pro 1 kg T Kraftfutter stieg die Milchleistung um 0,68 kg ECM. Die geringe Kraftfuttermehrwirkung spiegelt sich auch in der Veränderung der Lebendmasse wider. Ohne Kraftfutter verloren die Tiere an Lebendmasse (66 g/Tag) und mit Kraftfutter wurden Zunahmen (409 g/Tag) festgestellt. Eine höhere Kraftfuttermehrwirkung wurde von GRUBER et al. (1995) sowie HAIGER und SÖLKNER (1995) festgestellt. Die geringe Kraftfütterwirkung kann versuchsbedingt (20 % KF der Gesamtfutteraufnahme) auf nicht leistungsgerechte Zuteilung, auf das Milchleistungspotential der Kühe und auch auf die in einigen Versuchsgruppen teilweise geringe Strukturwirksamkeit der Rationen zurückgeführt werden.

3.4 Energie- und Proteinversorgung

Die Versorgung der Kühe mit Energie und Protein ist in der Tabelle 8 beschrieben. Bezüglich des Proteins wird die Versorgung der Wirtstiere mit Protein und der Pansenmikroben mit Stickstoff auf der Basis des nXP-

Systems (GfE 1997) angeführt. Die Zusammenhänge in bezug auf die Futter- und Nährstoffaufnahme, die unter 3.3 beschrieben wurden, spiegeln sich auch in der Nährstoffversorgung der Tiere wider.

In allen Versuchsgruppen waren die Tiere unter dem Bedarf (-24,0 bis -12,2 %) mit Energie versorgt. Der geringe Energiegehalt des Grünfutters, die in einigen Versuchsgruppen durch pansenphysiologische Probleme schlechte Grünfutteraufnahme, die botanische Zusammensetzung des Grünfutters sowie der geringe Nährstoffgehalt des Heues und die nicht bedarfsgerechte Kraffutterergänzung stellen Ursachen dafür dar.

Auf der Basis nutzbares Rohprotein (GfE 1997) ergab sich eine Unterversorgung der Wirtstiere an Protein und ein beachtlicher Überschuß an abgebautem Stickstoff (25 bis 118 g RNB) im Pansen. Neben der Belastung des Stoffwechsels führt ein RNB-Überschuß auch zu einem erhöhten Energiebedarf. Nach BLAXTER (1962) muß bei einem RNB-Überschuß von 80 g mit einem rund 4,1 MJ NEL erhöhten Energiebedarf des Tieres gerechnet werden. PIATKOWSKI et al. (1981) untersuchten die Auswirkungen der Proteinversorgung (niedrig 14,5 % XP und hoch 19,1 % XP in der T) auf die Milchleistung und Fruchtbarkeit. In der Milchleistung ergab sich keine signifikante Differenz zwischen den Versuchsgruppen, der Milchnährstoffgehalt hingegen war bei hoher Proteinversorgung erhöht (16,8 bzw. 33,8 mg/100 ml). Die Fruchtbarkeitsmerkmale Erstbesamungsprozentsatz und Zwischenkalbezeit waren bei überhöhter Proteinversorgung signifikant verschlechtert. Auch KAUFMANN (1979) stellte bei einem Vergleich von 16 und 19 % XP in der T eine Verschlechterung der Fruchtbarkeit fest. FERGUSON et al. (1986) verweisen darauf, daß der Anteil an im Pansen abbaubarem Protein (NH₃-Überschuß) Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit von Kühen hat. Untersuchungen von BRUCKENTAL et al. (1989) und Praxiserhebungen von SONDEREGGER und SCHÜRCH (1976) bestätigen diese Ergebnisse. NH₃-Überschüsse im Pansen führten in Untersuchungen von WEEKES et al. (1979) zu einer Leberbelastung und reduzierter Glukoseproduktion. Ein Absinken des Glukosespiegels im Blutplasma wurde bei N-Überschuß im Futter von LEONARD et al. (1977) festgestellt. Nach ROSSOW (1980) muß bei überhöhtem N-Gehalt und zu geringer Energieversorgung neben sinkender Futteraufnahme, Belastung des Energiehaushaltes, Erhöhung der Glukoneogenese aus Aminosäuren auch mit einem Anstieg an subklinischen Ketosen gerechnet werden.

Im Vergleich zum 1. Aufwuchs zeigte sich im 2. eine höhere Energie- und Rohproteinaufnahme sowie eine bessere Energieversorgung und es bestand im 2. Aufwuchs ein signifikant höherer N-Überschuß im Pansen. Mit fortschreitendem Vegetationsstadium ging dieser Überschuß deutlich zurück. Einen deutlichen Einfluß auf die Energie- und nXP-Versorgung übte der Rationstyp aus. In den Gruppen GM und GHM wurde die höchste Energie- und nXP-Bedarfsdeckung festgestellt und es ergab sich der geringste RNB-Überschuß. Bei Vergleich der Kraftfuttergruppen 0 und 20 konnte eine um 11,8 % höhere Energiebedarfsdeckung und eine signifikante Verringerung des Überschusses an abbaubarem N im Pansen festgestellt werden.

4. Zusammenfassung

Mit 16 Milchkühen wurde ein Fütterungsversuch in Form eines lateinischen Quadrates (8 x 8) in zweifacher Wiederholung durchgeführt. Die Grundfütterrationen setzte sich aus 100 % Grünfutter (G), 80 % Grünfutter und 20 % Heu (GH), 80 % Grünfutter und 20 % Maissilage (GM) sowie 60 % Grünfutter, 20 % Heu und 20 % Maissilage (GM) zusammen. Das Grünfutter des 1. und 2. Aufwuchses (A1, A2) wurde in 4 Versuchsperioden bei fortschreitendem Vegetationsstadium (V1 - V4) geerntet. Je die Hälfte der Kühe erhielten kein Kraftfutter (KFO) oder 20 % Kraftfutter der Futteraufnahme (KF20).

Im Versuch wurde eine schlechte Grünfutteraufnahme festgestellt, wodurch keine bedarfsgerechte Energieversorgung erreicht wurde. Die eingeschränkte Grünfutteraufnahme kann auf pansenphysiologische Probleme (Strukturwirksamkeit, N-Überschuß) in einigen Versuchsgruppen zurückgeführt werden. Mit steigendem Rohfasergehalt bzw. sinkender Verdaulichkeit des Futters wurde in der multiplen Regressionsanalyse kein Rückgang der Grünfutteraufnahme festgestellt. Auch die botanische Zusammensetzung des Grünfutterbestandes, die an einigen Tagen unvermeidbare Erwärmung des Grünfutters bei der Fütterung und Lagerung und die teilweise starke Futtermverschmutzung könnten die Futteraufnahme verringert haben.

Die Grünfutter-, Energie- und nXP-Aufnahme lag im 2. Aufwuchs signifikant über dem des 1. Die Energieaufnahme lag im 1. und 2. Vegetationsstadium über dem des 3. und 4. Stadiums. In der Rationsgestaltung zeigte sich, daß durch die Zulage von Heu mit schlechter Qualität keine Steigerung der Futter- und Energieaufnahme erreicht werden kann. Eine signifikante Erhöhung (0,96 kg T, 7,8 MJ NEL) wurde durch Maissilage erreicht. Keine weitere Steigerung ergab sich durch gemeinsame Zulage von Heu und Maissilage. Durch die Kraftfütterergänzung stieg die Gesamtfutteraufnahme signifikant von 13,1 auf 14,8 kg T an und es wurde eine Grundfütterverdrängung von 0,34 festgestellt.

Schlagworte:

Milchkühe, Grünfutter, Rationsgestaltung, Schnittzeitpunkt, Futteraufnahme

Summary

Effects of ration composition and date of cutting on intake of fresh forage and nutrient supply of dairy cows

A feeding trial with 16 milk cows was conducted in a twice repeated 8 x 8 Latin square. The forage ration consisted of 100 % fresh forage (G), 80 % fresh forage and 20 % hay (GH), 80 % fresh forage and 20 % corn silage (GM) or 60 % fresh forage, 20 % hay and 20 % corn silage (GHM). Fresh forage of the first and second growth (A1, A2) was harvested in four stages of vegetation (V1 - V4). Half of the cows received no (KFO) or 20 % concentrate (KF20) of the total feed intake. In this study fresh forage intake was low and energy requirements were not met. The reduced forage intake can in some groups be explained by physiological problems in the rumen (structure, N surplus). Multiple regression analysis showed no decrease in fresh forage intake when the crude fibre content increased and the digestibility of fresh forage decreased. Additionally the botanical composition as well as the increase in temperature of fresh forage during feeding and storage which cannot be avoided on some days and the partly highly soiled condition of the fresh forage may have influenced the feed intake negatively.

Fresh forage, energy and nXP intake were significantly higher in A2 than in A1. Energy intake in V1 and V2 was higher than in V3 and V4. The feeding of hay with a high crude fibre content did not increase feed and energy intake (GH) in comparison to G. A significant increase (0.96 kg T, 7.8 MJ NEL) was found when corn silage was fed (GM). No further increase was found when feeding both hay and corn silage (GHM). Concentrate increased feed intake significantly from 13.1 to 14.8 kg T and the intake of forage ration was decreased by 0.34 kg per kg concentrate.

Key words: dairy cow, fresh forage, ration composition, date of cutting, feed intake

5. Literatur

ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983:
Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln,
Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.

BLAXTER, K.L., 1962:

The energy metabolism of ruminants. Hutchinson & Co., London. S. 522. -
zitiert nach VALK et al. (1990).

BÖHM, M., M. KIRCHGESSNER und F.J. SCHWARZ, 1985:

Maissilage als energiereiches Grundfutter für hochlaktierende Kühe. Züchtungs-
skde. 57, 58-68.

BRUCKENTAL, I., D. DRORI, M. KAIM, H. LEHRER und Y. FOLMAN, 1989:
Effect of source and level of protein on milk yield and reproductive perfor-
mance of high-producing primiparous and multiparous dairy cows. Anim.
Prod. 48, 319-329.

BUCHGRABER, K. und R. RESCH, 1997:

Der Futterwert und die Grundfutterbewertung des alpenländischen Grün-
landfutters in Abhängigkeit vom Pflanzenbestand, von der Nutzungsfrequenz
und der Konservierungsform. Bericht über das alpenländische Expertenforum
"Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung". BAL Gumpenstein, 21.-22.
Jänner 1997, 7-25.

BUTRIS, G.,Y. und C.J.C. PHILLIPS, 1987:

The effect of herbage surface water and the provision of supplementary
forage on intake and feeding behaviour of cattle. Grass and Forage Sci. 42,
259-264.

DACCORD, R., U. WYSS, J. KESSLER, Y. ARRIGO, M. ROUEL, J.
LEHMANN und B. JEANGROS, 1994:

Nährwert des Rauhfutters. Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirt-
schaftliche Produktion. Verlag Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, CH-
3052 Zollikofen, 211-254.

DEMARQUILLY, C. und R. JARRIGE, 1971:

The digestibility and intake of forages from artificial and natural grassland.
Proc. 4th Gen. Meet. Europ. Grassland Federation, Lausanne 1971, 91-106.

DEMARQUILLY, C. und R. JARRIGE, 1973:

The comparative nutritive value of grasses and legumes. Proc. 5th Gen. Meet.
Europ. Grassland Federation, Uppsala 1973, Växtodling 28, 33-41.

- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1991:
DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 6. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 112 S.
- ESSL, A., 1987:
Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar, 316 S.
- FERGUSON, J.D., T.L. BLANCHARD, D. HOSHALL, D. und W. CHALUPA, 1986:
High rumen degradable protein as a possible cause of infertility in a dairy herd. ADSA Annual Meeting and Divisional Abstracts, 23-26 Juni 1986, Davis-Kalifornien, J. Dairy Sci. 69, 120 (Abstr.)
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) - Ausschuß für Bedarfsnormen, 1991:
Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern. J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr. 65, 229-234.
- GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere) - Ausschuß für Bedarfsnormen, 1993:
Überarbeitete Empfehlungen zur Versorgung von Milchkühen mit Calcium und Phosphor. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 1, 108-113.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) - Ausschuß für Bedarfsnormen, 1997:
Zum Proteinbedarf von Milchkühen und Aufzuchttrindern. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 217-236.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER und W. BAUMGARTNER, 1995:
Einfluß von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. Bericht über die 22. Tierzuchttagung "Aktuelle Forschungsergebnisse und Versorgungsempfehlungen in der Rindermast und Milchviehfütterung." BAL Gumpenstein, 9-10. Mai 1995, 1-49.
- GRUBER, L., G. WIEDNER, A. VOGEL und TH. GUGGENBERGER, 1994:
Nähr- u. Mineralstoffgehalt von Grundfuttermitteln in Österreich. Die Bodenkultur 45, 57-73.
- GRUBER, L. und G. WIEDNER, 1994:
Auswertung und Interpretation der Grundfutteranalysen des Futtermittelabors Rosenau der Niederösterreichischen Landeslandwirtschaftskammer. 1. Nähr- und Mineralstoffgehalt von Grundfuttermitteln in Österreich. BAL Veröffentlichung 21, 1-31.
- GRUBER, L., 1994:
persönliche Mitteilung.

- HAIGER, A. und J. SÖLKNER, 1995:
Der Einfluß verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. 2. Mitteilung: 2. bis 8. Laktation. Züchtungskde. 67, 263-273.
- HARVEY, W R., 1987:
User's Guide for LSMLMW PC-1 Version, Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program, Ohio State University, 59 S.
- HOLDEN, L.A., L.D. MULLER und S.L. FALES, 1994:
Estimation of intake in high producing Holstein cows grazing grass pasture. J. Dairy Sci. 77, 2332-2340.
- KAUFMANN, W., 1969:
Futtermittelaufnahme, Regulation und Bedeutung für einen Futterwertindex. Bericht des 3. Kongresses der europäischen Grünlandvereinigung. Braunschweig 1969, 259-265.
- KAUFMANN, W. und E. ZIMMER, 1970:
Berechnungsschlüssel für Halmfutter. Wirtschaftseig. Futter 16, 269-276.
- KAUFMANN, W., 1979:
Zur Eiweißverdauung bei Wiederkäuern im Hinblick auf die faktorielle Berechnung des Eiweißbedarfes. Z. Tierphysiol., Tierernähr. U. Futtermittelkd. 42, 326-333.
- LEONARD, M.C., P.J. BUTTERY und D. LEWIS, 1977:
The effects on glucose metabolism of feeding a high-urea diet to sheep. Br. J. Nutr. 38, 455-462.
- MANUSCH, P., 1991:
Untersuchungen zur Futtermittelaufnahme und Milchleistung von Kühen bei Weidgang bzw. Grasfütterung im Stall. Dissertation. Institut für Ernährungsphysiologie der TU München. S 144.
- MENKE, K.H., 1987:
Rinderfütterung. In: Menke K.H. und W. Huss. Tierernährung und Futtermittelkunde. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. S. 424.
- MENKE, K.H. und H. STEINGASS, 1987:
Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. II. Regressionsgleichungen. Übers. Tierernährung. 15, 59-94.
- MINSON, D. J., 1990:
Forage in ruminant nutrition. Academic Press. San Diego, USA, S. 483.

- MOTT, N., 1981:
Wovon hängt die Futteraufnahme auf der Weide ab? Der Tierzüchter 33, 167-169.
- PIATKOWSKI, B., J. VOIGT und H. GIRSCHEWSKI (1981): Einfluß des Rohproteinniveaus auf die Fruchtbarkeit und den Harnstoffgehalt in Körperflüssigkeiten bei Hochleistungskühen. Arch. Tierernährung 31, 497-504.
- ROHR, K., 1976:
Futteraufnahme und Nährstoffversorgung von Milchkühen bei Weidegang bzw. Grünfütterung. Übers. Tierernährg. 4, 133-154.
- ROHR, K. und W. KAUFMANN, 1967:
Untersuchungen zur Trockensubstanzaufnahme von Milchkühen bei Weidegang. Wirtschaftseig. Futter 13, 85-93.
- ROSSOW, N., 1980:
Störungen der N-Verwertung beim Wiederkäuer. Mh. Vet.-Med. 35, 338-342.
- ROTH, F.X und M. KIRCHGESSNER, 1972:
Zum Einfluß der chemischen Zusammensetzung des Weidegrases auf die Futteraufnahme von Milchkühen. Wirtschaftseig. Futter 18, 194-204.
- SCHWARZ, F.J., 1995:
Verwertung des Grünlandaufwuchses bei intensiver und extensiver Nutzung. 107. VDLUFA-Kongreß, 18.-23. Sept. 1995 Garmisch-Partenkirchen. VDLUFA-Schriftenreihe 40, 47-64.
- SCHWARZ, F.J, P. MANUSCH und M. KIRCHGESSNER, 1993:
Vergleichende Untersuchungen zur Nährstoffversorgung von Milchkühen bei Weidegang oder Grasfütterung im Stall. 2. Mitteilung: Energie- und Proteinaufnahme sowie Milchleistung. Wirtschaftseig. Futter 39, 146-156.
- SONDEREGGER, H. und A. SCHÜRCH, 1976:
Der Einfluß der Ernährung auf die Fruchtbarkeit der Milchkuh. Schweiz. Landwirtsch. Monatsheft 11, 373-384.
- STÄHLIN, A., 1971:
Gütezahlen von Pflanzenarten in frischem Grundfutter. Sonderheft der Zeitschrift "Das wirtschaftseigene Futter" DLG-Verlag, Frankfurt, S. 152.
- STEHR, W. und M. KIRCHGESSNER, 1977:
The relationship between the intake of herbage grazed by dairy cows and it's digestibility. Anim. Feed Sci. Technol. 1, 53-60.
- VALK, H., 1994:
Effects of partial replacement of herbage by maize silage on N utilization and milk production of dairy cows. Livest. Prod. Sci. 40, 241-250.

VALK, H., H.W. KLEIN POELHUIS und H.J. WENTNIK, 1990:
Effect of fibrous and starchy carbohydrates in concentrates as supplements
in a herbage-based diet for high-yielding dairy cows. Neth. J. of Agric. Sci. 38,
475-486.

WEEKES, T.E.C., J.R. RICHARDSON und N. GEDDES, 1979:
The effect of ammonia on gluconeogenesis by sheep liver cells. Proc. Nutr.
Sci. 38, 3A.

WEISSBACH, F. und S. KUHLA, 1995:
Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen
und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übers.
Tierern. 23, 189-214.

WITT, M. und F.W. HUTH, 1966:
Untersuchungen über den Weidegrasverzehr von Milchkühen bei Stallhal-
tung. Wirtschaftseig. Futter 12, 84-109.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Ing. Anton Schauer, Ing. Thomas Guggenber-
ger und Johann Häusler für die Betreuung des Versuches sowie die Daten-
verarbeitung. Unser Dank gebührt auch der Abteilung für Chemie an der BAL
Gumpenstein für die exakte Durchführung der chemischen Analysen.

Anschrift der Autoren:

Dr. Andreas Steinwider und Dr. Leonhard Gruber
Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein,
Institut für Viehwirtschaft und Ernährungsphysiologie der landwirtschaftlichen
Nutztiere

Univ. Prof. Dr. Franz Lettner und DI Felix Hissek
Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften,
Abteilung Tierernährung, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien