

Einfluss von Partikellänge und Trockenmassegehalt von Grassilage bei unterschiedlichem Kraftfutterniveau auf Pansenparameter, Verdaulichkeit und Futteraufnahme von Rindern

2. Mitteilung: Ergebnis der Untersuchungen mit Milchkühen und Diskussion der Gesamtergebnisse

Von A. STEINWIDDER*), E. ZEILER**), T. GUGGENBERGER*), J. HÄUSLER*), A. SCHAUER*) und L. GRUBER*)

Einführung

In der 2. Mitteilung werden die Ergebnisse der Untersuchungen mit Milchkühen nach den in der 1. Mitteilung beschriebenen Methoden dargelegt. Die anschließende Diskussion der Gesamtergebnisse erfolgt im Rahmen der Gliederungsstruktur des Gesamtbeitrages. Die abschließenden Zusammenfassungen und das Literaturverzeichnis umfassen die 1. und 2. Mitteilung.

3.2 Untersuchungen mit Milchkühen

Futteraufnahme und Rationskriterien

In den Tabellen 8 und 9 sind die Ergebnisse der Futteraufnahme und die Rationskriterien der Untersuchungen mit Milchkühe angeführt. Wechselwirkungen zwischen den Versuchsfaktoren wurden nur vereinzelt festgestellt.

Das Ernteverfahren bzw. die Partikellänge der Grassilage beeinflusste weder die Grund- noch die Gesamtfutteraufnahme der Milchkühe signifikant. Es wurde eine mittlere tägliche Grundfutteraufnahme von 11,9 kg T und eine Gesamtfutteraufnahme von 20,8 kg T festgestellt. Die tägliche Energieaufnahme aus dem Grundfutter lag in Gruppe L mit knapp 70 MJ NEL unter den Gruppen H und K, für die sich 74 MJ NEL ergaben. Demgegenüber zeigten sich in der Gesamtfutteraufnahme (136 – 141 MJ NEL/Tag) keine statistisch gesicherten Unterschiede. Die Energiekonzentration lag jedoch in Gruppe L mit knapp 6,5 MJ NEL/kg T ebenfalls auf tieferem Niveau als in den Gruppen H und K (6,7 MJ NEL/kg T). Die Kohlenhydrataufnahme, die Nährstoffversorgung und auch die Struktur- und Kohlenhydratversorgung wurden von der Partikellänge der Grassilagen nicht beeinflusst.

Die Erhöhung des Trockenmassegehaltes der Grassilage verringerte die Grassilage- und Grundfutteraufnahme signifikant. In den Gruppen T35 bzw. T50 lag die tägliche Grassilageaufnahme bei 7,7 kg T bzw. 5,8 kg T und die Grundfutteraufnahme bei 12,5 bzw. 11,3 kg T. Im Gegensatz dazu nahmen die Tiere in T50 signifikant mehr Maissilage und Kraftfutter auf. Die tägliche Gesamtfutter- und Energieaufnahme lag daher in beiden Trockenmassestufen mit 20,9 bzw. 20,6 kg T und 138,2 bzw. 138,5 MJ NEL auf gleichem Niveau. Mit Ausnahme der Rohfaser- und ADF-Aufnahme bestanden zwischen T35 und T50 auch keine gesicherten Unterschiede in der Nährstoffaufnahme pro Tag. Die Ener-

*) Institut für Viehwirtschaft und Ernährungsphysiologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, BAL Gumpenstein, A-8952 Irdning.

**) Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien.

Tab. 8. Futter-, Nährstoffaufnahme und Milchleistung – Milchkühe (Haupteffekte)
Feed intake, nutrient intake and milk yield – dairy cows (main effects)

	n	Ernteverfahren (PL)				Trockenmasse (T)				Krautfutter (K)				P-Werte					
		H	K	L	16	36	12	18	25	55	55	55	55	PL	T	K	PL × T	PL × K	
Anzahl		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Grundfutter (GF)	kg T/Tag	12,02	11,96	11,79	11,79	12,52	11,33	14,24	9,61	30	0,57	0,669	<0,001	0,007	0,957	0,628			
Grassilage	kg T/Tag	6,53	6,58	6,33	7,16	5,80	7,70	5,26	5,26	0,50	0,011	0,974	<0,001	0,011	0,974	0,545			
Maissilage	kg T/Tag	5,49	5,38	5,46	5,36	5,36	5,52	6,53	4,35	0,21	0,431	0,049	0,005	0,410	0,929				
Krautfutter	kg T/Tag	8,79	8,49	8,73	8,23	9,11	5,35	11,99	0,42	0,294	<0,001	<0,001	<0,001	0,293	0,894				
Gesamtfutter (GES)	kg T/Tag	21,00	20,63	20,70	20,92	20,64	19,77	21,79	0,76	0,563	0,331	0,553	0,331	0,553	0,698				
Gesamtfutter	g T/Tag LM*	171,1	168,0	169,4	171,0	168,0	160,3	178,8	4,9	0,425	0,126	0,120	0,399	0,399	0,567				
Nährstoffe aus Grundfutter																			
Energie	MJ NEL/Tag	74,4	73,8	69,8	75,8	69,5	86,7	58,6	3,6	0,022	<0,001	0,007	0,398	0,398	0,498				
Robhfaser	g/Tag	2892	2841	2855	2979	2746	3390	2335	137	0,715	<0,001	0,011	0,785	0,785	0,794				
NDF	g/Tag	5572	5468	5407	5580	5384	6510	4454	256	0,396	0,056	0,008	0,887	0,887	0,714				
ADF	g/Tag	3369	3353	3309	3509	3178	3981	2706	164	0,721	<0,001	0,009	0,683	0,683	0,776				
Nährstoffe aus Gesamtfutter																			
Energie	MJ NEL/Tag	141,0	138,1	135,9	138,2	138,5	127,3	149,4	5,4	0,145	0,861	0,116	0,370	0,370	0,731				
Robhfaser	g/Tag	3157	3106	3111	3148	3101	2823	3427	139	0,695	0,385	0,063	0,780	0,780	0,619				
nXP	g/Tag	3177	3110	3092	3122	3130	2842	3411	126	0,338	0,866	0,077	0,471	0,471	0,748				
Robhfaser	g/Tag	3639	3562	3597	3682	3516	3839	3359	147	0,542	0,007	0,236	0,656	0,656	0,775				
NDF	g/Tag	7725	7548	7547	7597	7616	7820	7393	290	0,336	0,866	0,594	0,742	0,742	0,733				
ADF	g/Tag	4359	4308	4292	4436	4203	4583	4056	172	0,693	0,002	0,280	0,485	0,485	0,743				
NFC	g/Tag	8118	7974	8034	8110	7974	7114	8970	308	0,615	0,258	0,030	0,222	0,222	0,776				
N-freie Extraktstoffe	g/Tag	12204	11960	11984	12025	12073	11095	13004	457	0,469	0,787	0,119	0,411	0,411	0,781				
Milchleistung																			
Milchmenge	kg/Tag	27,44	26,77	26,19	26,40	27,21	25,67	27,94	1,10	0,070	0,065	0,581	0,401	0,401	0,411				
ECM	kg/Tag	29,12	28,56	28,06	28,40	28,76	28,07	29,09	1,31	0,246	0,491	0,811	0,641	0,641	0,335				
Fett	%	4,44	4,52	4,55	4,57	4,44	4,77	4,24	0,22	0,587	0,139	0,078	0,812	0,812	0,779				
Eiweiß	%	3,53	3,54	3,53	3,51	3,56	3,42	3,65	0,06	0,978	0,042	0,221	0,431	0,431	0,161				
Milchharnstoff	mg/100 ml	20,5	20,4	21,8	20,4	21,4	20,4	21,3	1,7	0,189	0,152	0,737	0,577	0,577	0,862				
Lebendmasse																			
Lebendmasse	kg	608	610	605	606	609	609	606	11	0,588	0,388	0,947	0,709	0,709	0,979				

Tab. 9. Rationskriterien bzw. Nährstoff-, Struktur- und Kohlenhydratversorgung – Milchkühe (Haupteffekte)
Characteristics of diets and supply with nutrients, structural and non structural carbohydrates – dairy cows (main effects)

	Ernteverfahren (PL)				Trockenmasse (T)				Kraftfutter (K)				P-Werte					
	H	K	L		35	50	55		25	55	55		PL	T	K	PL × T	PL × K	
Energie																		
ROHPROTEIN																		
g/kg T	6,70	6,68	6,54		6,59	6,69	6,85		6,43	6,43	6,85	0,03	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
ROHFASER																		
g/kg T	150	150	150		150	150	157		143	143	157	2	0,900	0,915	<0,001	0,779	0,436	
g XF _{0,0} /kg T _{max}	175	174	175		177	172	155		194	194	155	4	0,735	0,001	<0,001	0,607	0,718	
Strukturierte XF _{0,0}																		
g/kg T	85	84	86		85	85	67		103	103	67	4	0,898	<0,001	<0,001	0,536	0,763	
Strukturwirksame XF _{0,0}																		
g/kg T	129	127	130		130	127	100		157	157	100	5	0,448	0,816	<0,001	0,382	0,505	
Strukturwirksame XF _{0,0} + SW																		
g/T _{Tag}	2673	2585	2652		2688	2586	2173		3101	3101	2173	134	0,331	0,084	0,015	0,492	0,789	
Strukturwert _{0,0} + SW																		
g/kg T	1,54	1,53	1,54		1,59	1,49	1,24		1,84	1,84	1,24	0,05	0,359	0,058	0,015	0,492	0,789	
NDF aus GF																		
g/kg T	370	367	366		365	370	306		395	395	306	7	0,883	<0,001	0,191	0,499	0,733	
ADF																		
g/kg T	209	210	209		213	205	187		232	232	187	4	0,770	<0,001	<0,001	0,567	0,922	
N-freie Extraktstoffe																		
g/kg T	580	578	577		573	583	596		561	561	596	4	0,440	<0,001	<0,001	0,112	0,691	
NFC																		
g/kg T	385	385	386		386	385	411		360	360	411	5	0,816	0,684	<0,001	0,084	0,763	
Energie- u. Strukturversorgung¹⁾																		
NEL - Versorgung ²⁾																		
%	+11,8	+10,6	+10,3		+11,4	+10,4	+20,4		+1,4	+1,4	+20,4	4,9	0,781	0,610	0,031	0,126	0,706	
% v. min	109,3	108,6	109,5		110,8	107,4	96,7		121,5	121,5	96,7	2,5	0,731	0,001	<0,001	0,608	0,720	
Strukturw. XF _{0,0} + SW																		
% v. min	110,5	106,4	109,7		111,3	106,4	90,3		127,4	127,4	90,3	5,2	0,229	0,023	0,002	0,471	0,768	
Strukturierte XF _{0,0}																		
% v. min	100,4	98,5	101,0		99,7	100,1	78,7		121,1	121,1	78,7	4,3	0,448	0,816	<0,001	0,382	0,504	
Strukturwert _{0,0} + SW																		
% v. min	157,6	158,4	161,1		164,7	153,4	119,5		198,6	198,6	119,5	5,1	0,335	<0,001	<0,001	0,738	0,307	
NDF																		
% v. min	132,1	131,0	130,7		130,3	132,2	121,4		141,1	141,1	121,4	1,3	0,082	0,001	<0,001	0,188	0,878	
NDF aus Grundfutter																		
% v. min	150,0	148,9	147,3		150,4	147,0	114,4		183,0	183,0	114,4	3,7	0,322	0,026	<0,001	0,420	0,948	
ADF																		
% v. min	116,2	116,7	116,0		118,6	114,0	103,7		128,9	128,9	103,7	2,2	0,773	<0,001	<0,001	0,566	0,924	
NFC																		
% v. max	96,2	96,3	96,6		96,5	96,2	102,7		90,0	90,0	102,7	1,3	0,811	0,685	<0,001	0,085	0,766	

¹⁾ 100% entsprechen: Rohfaser 160 g/kg T; str. Rohfaser – Hoffmann 100 g/kg T; str. Rohfaser – Menke 85 g/kg T; Strukturwert – De Brabander 1/kg T; NDF 280 g/kg T; NDF aus Grundfutter 180 g/kg T; ADF 180 g/kg T; NFC 400 g/kg T.

²⁾ NEL - Versorgung = Energieangebot - Energiebedarf.

giekonzentration war jedoch in Gruppe T50 signifikant höher und die Rohfaser- und ADF-Konzentration niedriger. Die geringere Grassilage- sowie höhere Maissilage- und Kraftfutteraufnahme in Gruppe T50 führte zu einer im Vergleich zu T35 etwas geringeren Strukturversorgung (XF, strukturierte XF, Strukturwert, NDF aus Grundfutter und ADF).

Mit steigendem Kraftfutteranteil (5,4 bzw. 12,0 kg T Kraftfutter/Tag) ging die Grundfutteraufnahme von 14,2 auf 9,6 kg T/Tag zurück und stieg die Gesamtfutteraufnahme von 19,8 auf 21,8 kg T/Tag an. Unter Berücksichtigung des fixen Effektes „Tier“ sowie der Lebendmasse und Milchleistung als Regressionsvariable im statistischen Modell errechnet sich eine mittlere Verdrängung des Grundfutters von 0,85 kg T ($P < 0,05$, $R^2 = 0,95$) bzw. ein Anstieg der Gesamtfutteraufnahme von 0,17 kg T pro kg T Kraftfutterzulage ($P < 0,05$, $R^2 = 0,95$).

Auf hohem Kraftfutterniveau wurde eine signifikant geringere Aufnahme an Energie- und Strukturkohlenhydraten aus dem Grundfutter festgestellt. Demgegenüber stieg die Gesamtenergie-, Rohprotein- und nXP-Aufnahme von K25 auf K55 tendenziell und die Energie- und Rohproteinkonzentration von 6,4 auf 6,9 MJ NEL/kg T bzw. 14,3 auf 15,7%/kg T signifikant an. Bei hoher Kraftfutterergänzung wurde eine um 16% bzw. 11 MJ NEL über dem Bedarf liegende Energieversorgung festgestellt. In Gruppe K25 entsprach die Energieaufnahme mit 127,3 MJ NEL nahezu dem Bedarf (1% über Bedarf). Die Rohfaser- bzw. NDF- und ADF-Gehalte lagen in Gruppe K25 bei 19 bzw. 40 und 23%/kg T und in Gruppe K55 bei 16 bzw. 34 und 19%/kg T. Auch die Gehalte an strukturierter Rohfaser (10 bzw. 7%), an strukturwirksamer Rohfaser (16 bzw. 10%) und der Strukturwert (1,8 bzw. 1,2), gingen von Gruppe K25 auf K55 signifikant zurück. In K55 wurde der unterstellte Maximalanteil an NFC pro kg T überschritten, die Minimalmenge an Rohfaser, strukturierter XF und strukturwirksamer Rohfaser unterschritten. Auch der ADF-Gehalt lag in K55 im Grenzbereich. Die Ration K55 lag bei der Strukturbewertung mittels Strukturwert bzw. NDF-Gehalt (aus Gesamtfutter bzw. aus Grundfutter) aber noch deutlich über dem unterstellten Minimum.

Die Milchleistungsergebnisse sind auf Grund der Versuchsanlage, Leistungshöhe und Nährstoffversorgung vorsichtig zu interpretiert (Tab. 8). Mit steigender Partikellänge ging diese tendenziell zurück (27,4, 26,8 und 26,2 kg/Tag in den Gruppen H, K und L). Es zeigte sich keine signifikante Beeinflussung der Milchinhaltsstoffe durch das Ernteverfahren. Im Durchschnitt der Gruppen wurde ein Fettgehalt von 4,5%, ein Eiweißgehalt von 3,5%, ein Laktosegehalt von 4,8% und ein Harnstoffgehalt der Milch von 21 mg/100 ml festgestellt. Da der Milchfettgehalt in Gruppe L auf geringfügig höherem Niveau lag, ergab sich für die errechnete ECM-Leistung kein Unterschied zwischen den Gruppen H, K und L.

Bei hohem Trockenmassegehalt der Grassilage wurde im Vergleich zu Gruppe T35 eine tendenziell höhere Milchleistung der Kühe (26,4 bzw. 27,2 kg/Tag) festgestellt, ebenso beim Milcheiweißgehalt und bei der Eiweiß- und Laktosemenge.

In den Kraftfuttergruppen K25 bzw. K55 wurde eine Milchleistung von 25,7 bzw. 27,9 kg/Tag festgestellt. Bei einer Residualstandardabweichung von 1,1 kg war dieser Unterschied zwischen den Kraftfutterniveaus nicht gesichert. Der Rückgang des Fettgehaltes von 4,77 auf 4,24% lag an der Signifikanzgrenze. Der Milcheiweißgehalt betrug in Gruppe K25 3,42% und in Gruppe K55 3,65%. Diese Gruppendifferenz konnte, wie auch die weiteren Milchleistungsergebnisse, statistisch nicht abgesichert werden.

4 Diskussion der Gesamtergebnisse

4.1 Futterqualität

Bei niedriger Anwelkstufe (T35) beeinflusste das Ernteverfahren die Verdaulichkeit der OM und den Energiegehalt der Grassilage deutlich. Mit zunehmender Intensität der Futtermittelzerkleinerung stieg die in vivo-Verdaulichkeit der OM an (66,2, 71,3 und auf 73,1%

dO in L, K und H) an. Diese Ergebnisse werden auch von den Untersuchungen von PÖTSCH und RESCH (2002) bestätigt. In Kleinsiloversuchen mit gleichem Futtermaterial lag die in vitro-Verdaulichkeit der OM der Erntevariante L mit 65% ebenfalls auf deutlich niedrigerem Niveau als in den Varianten K (71%) und H (69%). Die Autoren führen diese Ergebnisse auf den Gärverlauf zurück. Mit zunehmender Zerkleinerung des Futters kam es zu einer rascheren Absäuerung. Ein pH-Wert unter 5,0 wurde in Gruppe H nach 7 und in K nach 21 Tagen und in L erst nach 45 Tagen erreicht. Am 150. Lagerungstag wiesen die Silagen der Gruppen H, K und L einen pH-Wert von 4,2, 4,5 und 4,6 auf (PÖTSCH und RESCH, 2002). Erklärungen für den positiven Einfluss der Zerkleinerung auf den Gärverlauf stellen einerseits die höhere Verdichtbarkeit und damit der geringere Gehalt an Restsauerstoff im Silo und andererseits der höhere Austritt von Zellsäften und die damit verbundene raschere und intensivere Gärung des Futters dar (GROSS und RIEBE, 1974).

Intensives Zerkleinern von Grundfuttermitteln kann aber auch zu einer Verdaulichkeitsdepression der organischen Substanz, der Roh Nährstoffe und insbesondere der pflanzlichen Gerüstsubstanzen führen (MILNE und CAMPLING, 1972; ALWASH und THOMAS, 1974; GREENHALGH und REID, 1974; LAREDO und MINSON, 1975; KELLNER et al., 1979; LESSARD und FISHER, 1980; BEEVER et al., 1981; ROHR et al., 1983; RODE et al., 1985; SHAVER et al., 1986; WOODFORD und MURPHY, 1988; BOURQUIN et al., 1994; CALLISON et al., 2001). Bei einer theoretischen Partikellänge der Grassilage von 17 (H), 34 (K) und 90 mm (L) wurde dieser Effekt in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht festgestellt. Wie bei Raufutter scheint auch bei Grassilagen erst eine sehr intensive Zerkleinerung deutliche Verdauungsdepressionen auszuüben (SCHWARZ et al., 1997). Um den Einfluss des Trockenmassegehaltes der Grassilagen (35 bzw. 50% T) auf die Versuchsfragen bearbeiten zu können, wurde in Gruppe T50 die Anwelkdauer am Feld verlängert und das Futter bei höherem Trockenmassegehalt geschwadet. Im Vergleich zu T35 wiesen die Silagen T50 höhere Gehalte an Strukturkohlenhydraten und geringere Konzentrationen an NFC bzw. XX auf. Diese Ergebnisse sind einerseits ein Hinweis auf höhere Bröckelverluste bei der Bereitung und Ernte von Grassilagen mit höherem Trockenmassegehalt. Andererseits dürften aber auch die verschlechterten Gärbedingungen der Silagen T50 den Nährstoffgehalt dahingehend beeinflusst haben, dass die fermentierbaren Kohlenhydrate verstärkt abgebaut wurden und sich die Strukturkohlenhydrate folglich anreicherten.

Die geringere Verdichtbarkeit der Silagen führte, insbesondere im oberen Bereich der Hochsilos, zu Schimmel- und Hefebildung. Ein beträchtlicher Teil des Futters konnte daher nicht zur Fütterung herangezogen werden. PÖTSCH und RESCH (2002) stellten in den Kleinsiloversuchen mit den Grassilagen T50 nur eine sehr geringe und langsame pH-Wertabsenkung fest. Ein pH-Wert von 5,5 wurde in der Gruppe H nach 10 und in K und L erst nach 15 Wochen erreicht. Am 150. Lagerungstag wies die Silage der Gruppe H einen pH-Wert von 5,1, die Silagen der Gruppen K und L einen pH-Wert von jeweils 5,5 auf (PÖTSCH und RESCH, 2002). In den ersten 3 Tagen war die Temperatur der Silagen T50 mit durchschnittlich 23,9°C deutlich über der der Silagen T35, die eine Temperatur von 18,3°C aufwiesen. Innerhalb von T50 zeigte sich beim Ernteverfahren H mit 26,3°C die höchste und bei L mit 20,7°C die geringste Erwärmung. Die Temperatur der Silage K lag mit 24,6°C dazwischen (PÖTSCH und RESCH, persönliche Mitteilung). Die Konservierung hoch angewelkter Silagen beruht primär nicht auf einer starken Säuerung sondern auf Basis der sich dabei ergebenden osmotischen Druckverhältnisse. Dabei muss jedoch mit höheren Atmungs- und Gärverlusten und mit einem Verlust an löslichen Kohlenhydraten (CO₂- und Wärmeproduktion) gerechnet werden (VAN SOEST, 1994).

Die mittlere Partikellänge der Grassilagen lag deutlich über der theoretischen Schnittlänge. Dieser Effekt war bei den Ernteverfahren H und K stärker als bei L ausgeprägt. Bei niedriger Anwelkstufe (T35) lag die mittlere Partikellänge bei 38, 62 und 148 mm und bei

hoher Anwelkstufe bei 32, 61 und 141 mm. Auch bei der Maissilage lag die mittlere Partikellänge, vergleichbar mit dem Häckslerverfahren bei der Grassilageernte, mit 13 mm etwa das Zweifache über der theoretischen Schnitlänge. Die mittlere Partikellänge der Grundfutter- bzw. Gesamtfutterration unterschied sich zwischen den Anwelkstufen T35 und T50 nicht wesentlich. Obwohl mit steigendem Kraftfutteranteil die mittlere Partikellänge der Gesamtration deutlich zurückging, wurde selbst bei Einsatz des Häckslers und hoher Kraftfutterergänzung (K55) noch eine mittlere Partikellänge der Gesamtration über 1 cm festgestellt. In den Gruppen H, K und L lag diese bei niedriger Anwelkstufe der Grassilage bei 13, 20 und 43 mm.

4.2 Einfluss der Partikellänge der Grassilage

In vielen Versuchen wurde mit abnehmender Schnitt- bzw. Häcksellänge eine verbesserte Grassilageaufnahme festgestellt (MURDOCH, 1965; DULPHY und DEMARQUILLY, 1975; DE BRABANDER et al., 1976; CASTLE et al., 1979; DE BRABANDER et al., 1983; DESWYSEN et al., 1984; DE BOEVER et al., 1993; MOONEY und ALLEN, 1997). Bei hohen Kraftfutteranteilen wird bei kurz gehäckseltem Grundfutter allerdings die Grenze der Wiederkäuergerechtheit rascher erreicht. In der Folge sinkt der pH-Wert im Pansen, wodurch der Abbau der Strukturkohlenhydrate zurückgeht. In solchen Fällen wurde bei intensiver Zerkleinerung des Grundfutters nur eine geringe oder keine Erhöhung bzw. sogar eine verminderte Futteraufnahme festgestellt (MURDOCH und HODGSON, 1977; LESSARD und FISHER, 1980; SANTINI et al., 1983; RODE et al., 1985; FIRKINS et al., 1986; SHAVER et al., 1986; WOODFORD et al., 1986; STOKES et al., 1987; GRANT et al., 1990; COLENBRANDER et al., 1991; POORE et al., 1993; LE LIBOUX und PEYRAUD, 1998; DE BRABANDER et al., 1999; KONONOFF et al., 2000; YANG et al., 2001).

In den vorliegenden Untersuchungen wurde weder bei den fistulierten Rindern noch bei den Milchkühen ein signifikanter Einfluss der Partikellänge der Grassilage auf die Grund- und Gesamtfutteraufnahme festgestellt. Auch die Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe der Gesamtration und die pansenphysiologischen Parameter wurden durch die Partikellänge der Grassilage nicht beeinflusst. Nur bei den Milchkühen stieg die Energieaufnahme mit abnehmender Partikellänge der Grassilage leicht an. Dementsprechend wurde tendenziell eine Zunahme der Milchleistung festgestellt (26,2, 26,8 und 27,4 kg/Tag in Gruppe L, K und H). Zwischen den Gruppen H, K und L zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Milchinhaltsstoffen.

Es ergaben sich keine Wechselwirkungen zwischen den Versuchsfaktoren „Partikellänge“ und „Kraftfutterniveau“ bzw. „Partikellänge“ und „Trockenmassestufe“ der Grassilage.

Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass durch die unterschiedliche Erntetechnik die Strukturwirksamkeit der Ration und somit der Pansenstoffwechsels, die Passagerate und Verdaulichkeit sowie Futteraufnahme, Milchleistung und Stoffwechselfparameter nicht wesentlich verändert werden. Dies deckt sich auch mit Literaturergebnissen, wonach erst bei intensiver Zerkleinerung des Grundfutters Auswirkungen auf Strukturwirksamkeit, Wiederkautätigkeit und Pansenstoffwechsel zu erwarten sind. Nach BEAUCHEMIN et al. (1994) sowie CLARK und ARMENTANO (1997) muss erst bei Unterschreitung einer mittleren Partikellänge von 0,6–1,0 bzw. 0,4–0,8 cm mit Effekten auf die Kauaktivität und Strukturwirksamkeit der Ration gerechnet werden. Dies entspricht einer theoretischen Häcksellänge von etwa 5–10 mm (BEAUCHEMIN et al., 1994). In der vorliegenden Arbeit lag die theoretische Schnitlänge der Grassilage in Gruppe H bei 17 und in Gruppe K bei 34 mm. Auch unter Berücksichtigung des Maissilageanteils von 40% (theoretische Schnitlänge von 6 mm), wurde der von BEAUCHEMIN et al. (1994) angegebene Grenzwert deutlich überschritten. Im Durchschnitt beider Anwelkstufen lag in den Gruppen H, K und L die mittlere Partikellänge der Gesamtration bei niedriger

Kraftfutterergänzung (K25) bei 20, 31 und 69 mm. Auch bei hohem Kraftfutterniveau (K55) lag die mittlere Partikellänge mit 13, 20 und 42 mm in den Gruppen H, K und L deutlich über den oben beschriebenen Grenzwerten.

4.3 Einfluss der Grassilagetrockenmasse

In den vorliegenden Versuchen wurde durch die Erhöhung des Trockenmassegehaltes die Grassilageaufnahme signifikant verringert. Dieser Effekt kann teilweise auf die höheren Gehalte an Strukturkohlenhydraten bzw. auf die geringeren Konzentrationen an NFC bzw. XX in den Grassilagen T50 zurückgeführt werden. Daneben dürften auch die verschlechterten Gärbedingungen die Futteraufnahme und Akzeptanz (Geruch, Geschmack) der Grassilagen T50 verringert haben. Dadurch kam es bei den Milchkühen in der Rationszusammensetzung auch zu einer geringfügigen Differenz zwischen den Gruppen T35 und T50. Die Kühe nahmen in T50 etwas mehr Maissilage bzw. Kraftfutter anstelle von Grassilage auf. In der Gesamtration wurde bei Einsatz der Grassilagen T50 eine signifikante Abnahme der Verdaulichkeit der OM und der XF festgestellt. Tendenziell lag auch die scheinbare Verdaulichkeit von XL, NDF und ADF in Gruppe T50 auf niedrigerem Niveau. Bei Erwärmung von Silagen muss mit einer Verringerung der verdaulichen Nährstoffe und der Verdaulichkeit des Proteins gerechnet werden (VAN SOEST, 1994). Bei herkömmlicher Lagerung ist hohes Anwelken von Grassilagen für die Praxis nicht zu empfehlen (PÖTSCH und RESCH, 2002).

Mit steigendem Trockenmassegehalt von Grundfutter wird von einer Zunahme der physikalischen Strukturwirksamkeit ausgegangen (MENKE, 1987; HOFFMANN, 1990). DE BRABANDER et al. (1999) differenzieren auch bei der Berechnung des Strukturwerts zwischen Heu und Grassilage. In der vorliegenden Arbeit zeigten sich jedoch keine Effekte der Trockenmasse der Grassilage auf die Pansenparameter. Eine Erklärung dafür dürfte auch hier die ausreichende Versorgung mit Struktur und Strukturkohlenhydraten in beiden Trockenmassestufen darstellen. Weiters muss berücksichtigt werden, dass die Tiere in T50 im Vergleich zu T35 weniger Grassilage und etwas mehr Maissilage und Kraftfutter aufnahmen. Dadurch kam es zu einer Kompensation bzw. Abschwächung des Trockenmasseeffektes.

4.4 Einfluss des Kraftfutterniveaus

Durch Erhöhung des Kraftfutteranteils von 25 auf 55 % kam es zu einem Anstieg der Gesamtfutter- und Energieaufnahme. Bei den Milchkühen betrug die tägliche Gesamtfutteraufnahme 19,8 und 21,8 kg T bzw. die Energieaufnahme 127 und 149 MJ NEL in den Gruppen K25 und K55. Es wurde mit 0,85 kg T eine hohe Grundfutterverdrängung durch Kraftfutter festgestellt. Eine Erklärung dafür stellt die deutlich über dem Bedarf liegende Energieversorgung in K55 dar. Durch physiologische Regulation muss bei einer über den Bedarf hinausgehenden Versorgung mit einer zunehmenden Grundfutterverdrängung gerechnet werden (FAVERDIN et al., 1991; GRUBER et al., 2001). Daneben kann es bei steigender Kraftfutterergänzung, infolge reduzierter Wiederkautätigkeit und Speichelproduktion sowie einer rascheren Fermentation der leichtverdaulichen Kohlenhydrate, zu einer Absenkung des pH-Wertes im Pansen kommen. Dadurch wird die Aktivität zellulolytischer Pansenmikroben vermindert, wodurch es zu einer Verringerung der Abbau- und Passagerate der Zellwandbestandteile kommen kann (KAUFMANN, 1976; LEBZIEH et al., 1981; COLUCCI et al., 1982; MOULD et al., 1984; ORSKOV, 1986; UDÉN, 1988; VAN SOEST, 1994). Ein Pansen-pH von 6,8–7,2 ist für die zellulolytische Aktivität der Mikroorganismen optimal (TERRY et al., 1969). Sinkt er unter 6,2–6,0 dann muss mit einem Rückgang der Verdaulichkeit der Strukturkohlenhydrate gerechnet werden (TERRY et al.,

1969; STEWART, 1977; VOIGT et al., 1978; SUTTON, 1979; HOOVER, 1986; BINES et al., 1988; BOURQUIN et al., 1994). Neben einer verringerten Passagerate der Zellwandbestandteile sind auch die Konzentration an flüchtigen Fettsäuren und die Pansenosmolarität wichtige kurzzeitige Faktoren, welche die Futteraufnahme bei Wiederkäuern steuern (LANGHANS et al., 1994).

In den Untersuchungen mit fistulierten Rindern wurde ein signifikanter Rückgang des mittleren Pansen-pH-Wertes von 6,4 (K25) auf 6,2 (K55) fest. Im Gegensatz zu Gruppe K25 wurden in K55 im tageszeitlichen Verlauf über ca. 7,5 Stunden auch pH-Werte unter 6,0 festgestellt. Die Verdaulichkeit der Strukturkohlenhydrate war bei hoher Kraftfutterergänzung signifikant tiefer. Diese Ergebnisse können auf eine verringerte Aktivität der zellulolytischen Pansenmikroben in Gruppe K55 zurückgeführt werden. Bei hoher Kraftfutterergänzung wurde auch eine über der Höchstgrenze liegende NFC-Konzentration in der Ration erreicht bzw. das Minimum an strukturierter XF und strukturwirksamer Rohfaser unterschritten. Auch die ADF-Versorgung lag im Grenzbereich (MENKE, 1987; HOFFMANN, 1990; HUTJENS, 1996; NRC, 2001). Demgegenüber war der Strukturwert nach DE BRABANDER et al. (1999) noch deutlich über dem Mindestwert. Dies deckt sich auch mit den Aussagen der GfE (2001), wonach die „Sicherheitsspanne“ beim Strukturwert deutlich geringer ist als bei der Strukturbewertung mittels strukturwirksamer Rohfaser.

Obwohl die Milchleistungsergebnisse auf Grund der Versuchsanlage, Leistungshöhe und Nährstoffversorgung nur vorsichtig interpretiert werden sollten, weisen die Fettgehalte in Gruppe K55 (4,2%) auf eine noch ausreichende Strukturversorgung hin. Dies wird auch durch den Anstieg der Gesamtfutteraufnahme von Gruppe K25 auf K55 bestätigt.

Schlussfolgerungen

- Weder Futteraufnahme noch Pansenparameter, Verdaulichkeit und Strukturversorgung wurden durch den Einsatz unterschiedlicher Grassilageernteverfahren, mit einer theoretischen Schnittlänge von 90 (Langschnittladewagen), 34 (Kurzschnittladewagen) bzw. 17 mm (Feldhäcksler), beeinflusst. Die verbesserten Gärbedingungen bei intensiverer Zerkleinerung der Grassilage sind in der Silagebereitung zu beachten. Die mittlere Partikellänge des Grundfutters lag deutlich (60–120%) über der theoretischen Schnittlänge.
- Durch Erhöhung des Anwelkgrades der Grassilage von 35 auf 50% T kam es zu schlechteren Gärbedingungen und einer signifikant verringerten Grassilageaufnahme.
- Die Kraftfuttermittelsversorgung (25 bzw. 55%) beeinflusste die Pansenparameter signifikant. Im Tagesmittel ging der pH-Wert des Pansensaftes von 6,4 auf 6,2 zurück und verringerte sich auch die Verdaulichkeit der Strukturkohlenhydrate signifikant. Bei einem Kraftfutteranteil von 55% war die Ration hinsichtlich der Strukturkohlenhydrat- bzw. Nichtstrukturkohlenhydratversorgung im Grenzbereich. Die Gesamtfutteraufnahme stieg jedoch von K25 auf K55 noch an. Die mittlere Partikellänge der Gesamtration lag auch bei der Ernte der Grassilage mittels Feldhäcksler und hoher Kraftfutterergänzung noch über 1 cm.
- Es wurden keine Interaktionen zwischen den geprüften Faktoren „Partikellänge der Grassilage“, „Trockenmasseniveau der Grassilage“ und „Kraftfutterniveau“ festgestellt.

Zusammenfassung

In 2 Versuchen, mit 6 ausgewachsenen pansenfistulierten Rindern bzw. 12 Milchkühen, wurde in einer 3-faktoriellen Versuchsanordnung der Einfluss der Partikellänge (H, K, L)

und des Trockenmassegehaltes von Grassilagen (T35 bzw. T50) sowie des Kraftfutteranteils der Ration (K25 bzw. K55) auf Pansenparameter, Verdaulichkeit, Futteraufnahme und Nährstoffversorgung geprüft. Die unterschiedlichen Partikellängen der Grassilagen wurde durch Einsatz verschiedener Erntetechniken (H = Feldhäcksler, K = Kurzschnittladewagen, L = Langschnittladewagen) erreicht. Die Erhöhung des Trockenmassegehaltes der Grassilage von 35 (T35) auf 50% (T50) erfolgte durch Verlängerung der Anwelkdauer am Feld. Die Grundfutterration setzte sich zu 60% Grassilage und 40% Maissilage zusammen und wurde mit 25 (K25) bzw. 55% (K55) Kraftfutter ergänzt. Die Untersuchung mit den pansenfistulierten Rindern erfolgte in Form eines unvollständigen lateinischen Quadrates über 6 Versuchsperioden zu jeweils 14 Tagen. Der Versuch mit Milchkühen wurde in zwei getrennten lateinischen Quadraten (KF 25 und KF 55) mit 12 Tieren über 6 Versuchsperioden zu jeweils 14 Tagen durchgeführt.

Die mittlere Partikellänge der Grassilage betrug in den Gruppen H, K und L bei niedriger Anwelkstufe (T35) 38, 62 und 148 mm und bei hoher Anwelkstufe (T50) 32, 61 und 141 mm. Im Durchschnitt beider Anwelkstufen lag in den Gruppen H, K und L die mittlere Partikellänge der Gesamtration bei niedriger Kraftfutterergänzung (K25) bei 20, 31 und 69 mm. Bei hoher Kraftfutterergänzung (K55) betrug diese 13, 20 und 42 mm.

In T35 wurden deutliche Effekte des Ernteverfahrens auf die Verdaulichkeit der OM (73,1, 71,3, 66,2) und den Energiegehalt (10,3, 10,1, 9,3 MJ ME/kg T) der Grassilagen festgestellt. Bei hoher Anwelkstufe (T50) ergab sich keine Einflüsse des Ernteverfahrens auf die Verdaulichkeit der OM (71%) und die Energiekonzentration (10,1 MJ ME/kg T). In Gruppe T50 kam es jedoch bei der Vergärung bzw. Lagerung zu Schimmelbildung. Die betroffenen Futterbereiche konnten nicht verfüttert werden.

In der Untersuchung mit fistulierten Rindern (Versuch 1) kam es durch das Ernteverfahren (H, K, L) zu keiner Beeinflussung der Pansenfermentation, der Verdaulichkeit der Gesamtration und der Futter- und Nährstoffaufnahme. In den Gruppen T50 wurde signifikant weniger Grassilage als in T35 aufgenommen. Der pH-Wert sowie die Konzentrationen an flüchtigen Fettsäuren und NH_3 im Pansensaft wurden durch den T-Gehalt der Grassilage nicht beeinflusst. Die Erhöhung des Kraftfutteranteils (K25 bzw. K55) führte zu einer Reduktion der Grundfutteraufnahme von 9,0 auf 6,6 kg T und zu einem Anstieg der Gesamtfutteraufnahme von 12,0 auf 14,6 kg T. In K55 wurde im Vergleich zu K25 eine signifikant geringere Verdaulichkeit der XF (67 bzw. 60%), der NDF (63 bzw. 59%) und der ADF (63 bzw. 59%) festgestellt. Der pH-Wert des Pansensaftes lag im Tagesmittel in K25 mit 6,4 signifikant über Gruppe K55, bei der ein Mittelwert von 6,2 festgestellt wurde. Im tageszeitlichen Verlauf des pH-Werts wurden die größten Differenzen zwischen den Kraftfutterniveaus etwa 4–7 Stunden nach Fütterungsbeginn festgestellt.

Auch in den Untersuchungen mit Milchkühen (Versuch 2) kam es durch das Ernteverfahren bzw. die Partikellänge der Grassilagen zu keiner Beeinflussung der Futter- und Nährstoffaufnahme, der Nährstoffversorgung und der Milchleistung der Kühe. Die Erhöhung des Trockenmassegehaltes der Grassilagen (T35 bzw. T50) verringerte die Grassilage- und Grundfutteraufnahme signifikant. Die Grundfutteraufnahme lag bei 12,5 (T35) bzw. 11,3 kg T (T50). Die Tiere nahmen in Gruppe T50 jedoch mehr Kraftfutter und Maissilage auf als in Gruppe T35. Die Erhöhung des Kraftfutteranteils (K25 bzw. K55) führte zu einer Reduktion der Grundfutteraufnahme von 14,2 auf 9,6 kg T und zu einem Anstieg der Gesamtfutteraufnahme von 19,8 auf 21,8 kg T. In der Milchleistung wurden keine statistisch gesicherten Differenzen zwischen den Kraftfutterstufen festgestellt (25,7 bzw. 27,9 kg). Der Rückgang des Fettgehaltes von 4,77 auf 4,24% lag an der Signifikanzgrenze.

In den Versuchen wurde kein Einfluss der Partikellänge der Grassilage bzw. Erntetechnik auf die Pansenfermentation, Verdaulichkeit und Futteraufnahme festgestellt. Das hohe Anwelken der Grassilage führte zu einer schlechteren Futterkonservierung und geringeren Grundfutteraufnahme. Durch Erhöhung des Kraftfutteranteils kam es zu einem

Rückgang des pH-Wertes im Pansen und zu einer Reduktion der Verdaulichkeit der Strukturkohlenhydrate. Bei einem Kraftfutteranteil von 55% war die Ration hinsichtlich der Strukturkohlenhydrat- bzw. Nichtstrukturkohlenhydratversorgung im Grenzbereich.

Literatur

- ALLEN, M. S. (1997): Relationship between fermentation acid production in the rumen and requirement for physically effective fibre. *J. Dairy Sci.* **80**, 1447–1462.
- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten) (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- ALWASH, A. H. und P. C. THOMAS (1974): Effect of the size of hay particles on digestion in the sheep. *J. Sci. Food Agric.* **25**, 139–147.
- BEAUCHEMIN, K. A., B. I. FARR, L. M. RODE und G. B. SCHAALJE (1994): Effects of alfalfa silage chop length and supplementary long hay on chewing and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **77**, 1326–1339.
- BEEVER, D. E., D. F. OSBOURN, S. B. CAMMELL und R. A. TERRY (1981): The effect of grinding and pelleting on the digestion of Italian ryegrass and timothy by sheep. *Br. J. Nutr.* **46**, 357–370.
- BINES, J. A., W. H. BROSTER, J. D. SUTTON, V. J. BROSTER, D. J. NAPPER, T. SMITH und J. W. SIVITER (1988): Effect of amount consumed and diet composition on the apparent digestibility of feed in cattle and sheep. *J. Agric. (Camb.)* **110**, 249–259.
- BOURQUIN, L. D., E. C. TITGEMEYER, N. R. MERCHEN und G. C. FAHEY jr. (1994): Forage level and particle size effects on orchardgrass digestion by steers: I. Site and extent of organic matter, nitrogen, and cell wall digestion. *J. Anim. Sci.* **72**, 746–758.
- CALLISON, S. L., J. L. FIRKINS, M. L. EASTRIDGE und B. L. HULL (2001): Site of nutrient digestion by dairy cows fed corn of different particle sizes or steam rolled. *J. Dairy Sci.* **84**, 1458–1467.
- CASTLE, M. E., W. C. RETTER und J. N. WATSON (1979): Silage and milk production: comparisons between grass silage of three different chop lengths. *Grass and Forage Sci.* **34**, 293–301.
- CLARK, P. W. und L. E. ARMENTANO (1997): Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber. *J. Dairy Sci.* **80**, 898–904.
- COLENBRANDER, V. F., C. H. NOLLER und R. J. GRANT (1991): Effect of fiber content and particle size of alfalfa silage on performance and chewing behaviour. *J. Dairy Sci.* **74**, 2681–2690.
- COLUCCI, P. E., L. E. CHASE und P. J. VAN SOEST (1982): Feed intake, apparent diet digestibility, and rate of particulate passage in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* **65**, 1445–1456.
- DE BOEVER, J. L., A. DE SMET, D. L. DE BRABANDER und CH. V. BOUCQUE (1993): Evaluation of physical structure. I. Grass silage. *J. Dairy Sci.* **76**, 140–153.
- DE BRABANDER, D. L., J. V. AERTS, C. V. BOUCQUE und F. X. BUYASSE (1976): Influence de la longueur de hachage de l'herbe ensilée sur l'ingestion chez les vaches laitières. *Revue de l'Agriculture* **29**, 341–354.
- DE BRABANDER, D. L., J. V. AERTS, C. V. BOUCQUE und F. X. BUYASSE (1983): Influence de la finesse de hachage de l'ingestion et les résultats de production chez la vache laitière. *Revue de l'Agriculture* **36**, 107–122.
- DE BRABANDER, D. L., J. L. DE BOEVER, J. M. VANACKER, C. V. BOUCQUE und S. M. BOTTERMAN (1999): Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Ed. P.C. Garnsworthy und J. Wiseman. Nottingham Univ. Press, 111–145.
- DESWYSEN, A. G., D. C. BRUYER und M. VANBELLE (1984): Circadian rumination quality and voluntary silage intake in sheep and cattle. *Can. J. Anim. Sci.* **64**, Suppl., 341–342.

- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (1997): DLG-Futterwerttabellen–Wiederkäuer. DLG-Verlag Frankfurt/Main, 212 S.
- DULPHY, J. P. und C. DEMARQUILLY (1975): Influence de la machine de récolte sur les quantités densilage ingérées et les performances des vaches laitières. *Annales de Zootechnie* **24**, 363–371.
- FAVERDIN, P., J. P. DULPHY, J. B. COULON, R. VERITE, L. P. GAREL, L. ROUEL und B. MARQUIS (1991): Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* **27**, 137–156.
- FIRKINS, J. L., L. L. BERGER, N. R. MERCHEN und G. C. FAHEY jr. (1986): Effects of forage particle size, level of feed intake and supplemental protein degradability on microbial protein synthesis and site of nutrient digestion in steers. *J. Anim. Sci.* **62**, 1081–1094.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie–Ausschuss für Bedarfsnormen) (1991): Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. u. Anim. Nutr.* **65**, 229–234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie–Ausschuss für Bedarfsnormen) (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt/Main, 136 S.
- GRANT, R. J., V. F. COLENBRANDER und D. R. MERTENS (1990): Milk fat depression in dairy cows: Role of silage particle size. *J. Dairy Sci.* **73**, 1834–1842.
- GRUBER, L., TH. GUGGENBERGER, A. STEINWIDDER, A. SCHAUER und J. HAEUSLER (2001): Prediction of feed intake of dairy cows by statistical models using animal and nutritional factors. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* **11**, 125.
- GREENHALGH, J. F. D. und G. W. REID (1974): Long- and short-term effects on intake of pelleting a roughage for sheep. *Anim. Prod.* **19**, 77–86.
- GROSS, F. und K. RIEBE (1974): Gärfutter. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, 168 S.
- HARVEY, W. R. (1987): Users guide for mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University, USA.
- HOFFMANN, M. (1990): Tierfütterung. 2. überarbeitete Auflage; VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 320 S.
- HOOVER, W. H. (1986): Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.* **69**, 2755–2766.
- HUTJENS, M. F. (1996): Practical approaches to feeding the high producing cow. *Anim. Feed Sci. Technol.* **59**, 199–206.
- KAUFMANN, W. (1976): Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livest. Prod. Sci.* **3**, 103–114.
- KELLNER, R. J., M. KIRCHGESSNER und J. PALLAUF (1979): Zur Verdaulichkeit der Zellwandbestandteile von Luzerneheu unter dem Einfluss von physikalischer Struktur, Schnittzeitpunkt und Fütterungsniveau. *Wirtschaftseig. Futter* **25**, 209–214.
- KONONOFF, P. J., A. F. MUSTAFA, D. A. CHRISTENSEN und J. J. MCKINNON (2000): Effects of barley silage particle length and effective fiber on yield and composition of milk from dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, **80**, 749–752.
- KRAUSE, K. M., D. K. COMBS und K. A. BEAUCHEMIN (2002): Effects of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. II. Ruminal pH and chewing activity. *J. Dairy Sci.* **85**, 1947–1957.
- LANGHANS, W., R. ROSSI und E. SCHARRER (1994): Relationship between feed and water intake in ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* **3**, 117–118.
- LAREDO, M. A. und D. J. MINSON (1975): The effect of pelleting on voluntary intake and digestibility of leaf and stem fractions of three grasses. *Br. J. Nutr.* **33**, 159–170.
- LEBZIEN, P., K. ROHR und H. J. OSLAGE (1981): Untersuchungen über die Abhängigkeit der Fettsäurenproduktion im Pansen von der Rationszusammensetzung. *Arch. Tierernährg.* **31**, 685–696.

- LE LIBOUX, S. und J. L. PEYRAUD (1998): Effect of forage particle size and intake level on fermentation patterns and sites and extent of digestion in dairy cows fed mixed diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* **73**, 131–150.
- LESSARD, J. R. und L. J. FISHER (1980): Alfalfa fed as formic-acid treated silage, dehydrated pellets or hay in mixed rations with corn silage for lactating cows. *Can. J. Anim. Sci.* **60**, 945–951.
- MENKE, K. H. (1987): Rinderfütterung. In: MENKE K. H. und W. HUSS. *Tierernährung und Futtermittelkunde*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 424 S.
- MERTENS, D. R. (1997): Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **80**, 1463–1481.
- MILNE, J. A. und R. C. CAMPLING (1972): Intake and digestibility by sheep of artificially dried forages in several physical forms. *J. Agric. Sci.* **78**, 79–86.
- MOONEY, C. S. und M. S. ALLEN (1997): Physical effectiveness of the neutral detergent fiber of whole linted cottonseed relative to that of alfalfa silage at two lengths of cut. *J. Dairy Sci.* **80**, 2052–2061.
- MOULD, F. L., E. R. ORSKOV und S. O. MANN (1984): Associative effects of mixed feeds. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.* **10**, 15–30.
- MURDOCH, J. C. (1965): The effect of length of silage on its voluntary intake by cattle. *J. Br. Grassld. Soc.* **20**, 55–58.
- MURDOCH, F. R. und A. S. HODGSON (1977): Cubed complete rations for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **60**, 1921–1931.
- NRC (National Research Council) (2001): *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th Edition. National Academy Press, Washington D.C., 381 S.
- ORSKOV, E. R. (1986): Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* **63**, 1624–1633.
- PIATKOWSKY, B., H. GÜRTLER und J. VOIGT (1990): *Grundzüge der Wiederkäuerernährung*. Gustav-Fischer-Verlag Jena-Stuttgart, 236 S.
- PÖLLINGER, A., E. ZENTNER und M. GREIMEL (2002): Vergleich von Verfahrenskennwerten unterschiedlicher Silierketten. 8. Alpenländisches Expertenforum, 9.–10. April 2002. Bericht BAL Gumpenstein, 39–45.
- PÖTSCH, E. M. und R. RESCH (2002): Einfluss von Futteraufbereitung und Erntetechnik auf den Gärverlauf und die Silagequalität von Grünlandfutter. 8. Alpenländisches Expertenforum, 9.–10. April 2002. Bericht BAL Gumpenstein, 11–15.
- POORE, M. H., J. A. MOORE, R. S. SWINGLE, P. ECK und W. H. BROWN (1993): Response of lactating Holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. *J. Dairy Sci.* **76**, 2235–2243.
- RODE, L. M., D. C. WEAKLEY und L. D. SATTER (1985): Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial protein synthesis. *Can. J. Anim. Sci.* **65**, 101–111.
- ROHR, K., H. HONIG und R. DAENICKE (1983): Zur Bedeutung des Zerkleinerungsgrades von Silomais. 2. Mitteilung: Einfluss des Zerkleinerungsgrades auf die Wiederkauaktivität, Pansenfermentation und Verdaulichkeit der Rohnährstoffe. *Wirtschaftseig. Futter* **29**, **2**, 73–86.
- SANTINI, F. J., A. R. HARDIE, M. 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.
- SAS/STAT™ (1987): *Language Guide for Personal Computers*. Version 6th Edition. SAS Inst. Inc. Cary, NY, USA.
- SAUVANT, D. F. MESCHY und D. MERTENS (1999): Les composantes de l'acidose ruminale et les effets acidogènes des rations. *INRA Prod. Anim.* **12**, 49–60.

- SCHWARZ, F. J., W. PREISSINGER und M. KIRCHGESSNER (1997): Zum Einfluss der Häcksellänge auf die Verdaulichkeit und den Energiegehalt von Grassilage bei Schaf und Rind. *Wirtschaftseig. Futter* **43**, 49–64.
- SHAVER, R. D., A. J. NYTES, L. D. SATTER und N. A. JORGENSEN (1986): Influence of amount of feed intake and forage physical form on digestion and passage of prebloom alfalfa hay in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **69**, 1545–1559.
- STEWART, C. S. (1977): Factors affecting the cellulolytic activity of rumen contents. *Appl. Environ. Microbiol.* **33**, 497–508.
- STOKES, S. R., A. L. GOETSCH und K. L. LANDIS (1987): Feed intake and digestion by beef steers consuming and receiving ruminal insertions of prairie hay differing in level and particle size. *J. Anim. Sci.* **66**, 1267–1274.
- SUSMEL, P., M. SPANGHERO, B. STEFANON, C. R. MILLS und C. CARGNELUTTI (1991): Effect of NDF concentration and physical form of fescue hay on rumen degradability, intake and rumen turn-over of cows. *Anim. Prod.* **53**, 305–313.
- SUTTON, J. D. (1979): Rumen function and the utilisation readily fermentable carbohydrates by dairy cows. *Trop. Anim. Prod.* **4**, 1–12.
- TERRY, R. A., J. M. A. TILLEY und G. E. OUTEN (1969): Effect on pH on cellulose digestion under in vitro conditions. *J. Sci. Food Agric.* **20**, 317–322.
- UDÉN, P. (1988): The effect of grinding and pelleting hay on digestibility, fermentation rate, digesta passage and rumen and faecal particle size in cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* **19**, 145–157.
- VAN SOEST, P. J., 1994: *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd ed. Cornell University Press, 476 S.
- VOIGT, J., B. PIATKOWSKI und R. KRAWIELITZKI (1978): Die Wirkung der Reihenfolge von Grobfutter und Konzentraten in der Fütterung auf die Kohlenhydratverdauung und bakterielle Proteinsynthese im Pansen der Milchkuh. *Arch. Tiernahrung*, **28**, 67–76.
- 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.
- WOODFORD, J. A., N. A. JORGENSEN und G. P. BARRINGTON (1986): Impact of dietary fiber and physical form on performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **69**, 1035–1047.
- WOODFORD, S. T. und M. R. MURPHY (1988): Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake and rumen function of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* **71**, 674–686.
- YANG, R. C., A. KOZAK und J. H. G. SMITH (1978): The potential of weibull-type functions as flexible growth curves. *Can. J. For. Res.* **8**, 424–431.
- YANG, W. Z., K. A. BEAUCHEMIN und L. M. RODE (2001): Effects of grain processing, forage to concentrate ratio and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cows. *J. Dairy Sci.* **84**, 2203–2216.

Eingegangen am 1. 3. 2003.

**Effect of particle size and dry matter content of grass silage at different concentrate levels on ruminal fermentation patterns, digestibility and feed intake of cattle
(1st and 2nd communication)**

by A. STEINWIDDER, E. ZEILER, T. GUGGENBERGER, J. HÄUSLER, A. SCHAUER
and L. GRUBER

In two 3 factorial experiments with 6 ruminally fistulated cattle and 12 dairy cows the effects of particle size (H, K, L) and DM content of grass silage (T35, T50) at different concentrate

levels (K25, K55) on feed intake, digestibility and ruminal fermentation patterns were examined. The different particle lengths of grass silage were achieved by using different harvesting techniques (H = crop chopper, S = short cut silage trailer, L = long cut silage trailer). The increase of the DM content of the grass silages from 35% (T35) to 50% (T50) were achieved by a longer field wilting period. The forage ration consisted of 60% grass silage and 40% corn silage and was supplemented by 25 (K25) or 55% (K55) concentrate. The experiment with the fistulated cattle followed an incomplete Latin square design of 6 periods of 14 days each. The experiment with dairy cows was conducted in two Latin squares (KF25 and KF55) over 6 periods of 14 days each.

The mean particle length of grass silage T35 was 38, 62 and 148 mm and that of T50 was 32, 61 and 141 mm in the groups H, K and L respectively. On an average the mean particle length of the total ration, regarding both grass silages (T35 and T50), was 20, 31 and 69 mm at low concentrate level (K25) and 13, 20 and 42 mm at high concentrate level (K55) in the groups H, K and L.

In group T35 the particle size (H, K, L) had a significant influence on the digestibility (73.1, 71.3, 66.2 resp.) and the energy content (10.3, 10.1, 9.3 MJ ME/kg DM resp.) of the grass silages. In T50 no effects of the particle size on the digestibility of OM (71%) and the energy content (10.1 MJ ME/kg DM) were found. During fermentation and storage parts of the grass silages of the groups T50 got mouldy—these parts had to be excluded from the feeding experiment.

In the experiment with fistulated cattle (experiment 1) feed and nutrient intake, the digestibility of the total ration and ruminal fermentation patterns were not influenced by the particle size of the grass silages. The grass silage intake in the group T50 was significantly lower than in T35. Ruminal fermentation patterns (pH, VFA, NH₃) were not influenced by the DM content of the grass silages. The increase of the concentrate content (K25, K55 resp.) reduced the forage intake from 9.0 to 6.6 kg DM and increased the feed intake from 12.0 to 14.6 kg DM. The digestibility of XF (67 and 60%), of NDF (63 and 59%) and ADF (63 and 59%) in group K25 was significantly higher than in group K55. In the daily mean the ruminal pH in group K25 (6.4) was higher than in group K55 (6.2). In the course of the day the highest differences between the concentrate groups K25 and K55 were found 4–7 hours after the beginning of feeding.

In the experiment with dairy cows (experiment 2) feed intake, nutrient supply and milk yield were not influenced by the particle size (H, K, L) of the grass silages. The increase of the dry matter content of the grass silage (groups T35 and T50) reduced the grass silage and forage intake significantly. In the groups T35 and T50 the forage intake was 12.5 and 11.3 kg DM, respectively. On the other hand the intake of concentrate and corn silage was higher in group T50 than in group T35. The increase of the concentrate level from 25 to 55% of the total ration reduced the forage intake from 14.2 to 9.6 kg DM and increased the total feed intake from 19.8 to 21.8 kg DM. Milk yield and milk composition did not significantly differ between the concentrate levels (25.7 and 27.9). The decrease of milk fat content from 4.77 to 4.24% was nearly significant.

In the experiments ruminal fermentation patterns, digestibility of the total ration, feed intake, nutrient supply, and milk yield were not influenced by the harvest techniques (H, K, L) of the grass silages. The pre-wilting of grass silage to a high DM content resulted in unfavourable forage conservation and lower forage intake. The increase of the concentrate content reduced the ruminal pH and the digestibility of the structural carbohydrates. With regard to the supply of structural and non-structural carbohydrates the ration of group K55 was nearby the limit.