

# Konservierung von Preßtrebern sowie deren Einsatz in der Rinderfütterung

## 2. Mitteilung: Einsatz von gepreßten silierten oder getrockneten Biertrebern in der Milchviehfütterung

L. Gruber, R. Stögerer, A. Steinwider und F. Lettner

### Conservation of pressed brewers grains and their utilization in cattle feeding 2. Use of pressed brewers ensiled grains or brewers dried grains in dairy cows

#### 1. Einleitung

Biertreber werden im allgemeinen in der Rinderfütterung, besonders in der Rindermast, als eiweißreiches Futter eingesetzt. Infolge der hohen Transportkosten – der T-Gehalt frischer Biertreber beläuft sich auf etwa 23 % – werden Biertreber vor allem in der näheren Umgebung von Brauereien verfüttert. Dabei werden die Biertreber in der Praxis sehr häufig in Behelfs- oder Flachsilos gelagert bzw. konserviert. Die Trocknung von Biertrebern wird auf Grund hoher Energiekosten in Österreich nur in zwei Brauereien (Schwechat, Laa/Thaya) durchgeführt. Die Herstellung von sog. Preßtrebern in big bags ermöglicht eine wandfreie Konservierung durch anaerobe Bedingungen,

macht dieses Futtermittel auch transportwürdiger sowie transportfähiger und erlaubt durch eine entsprechende Haltbarkeit auch ein kontinuierliches Angebot. Die Erzeugung von Preßtrebern wurde in Österreich von der Firma Steirerbrau in der Brauerei Göss entwickelt. Dieses Verfahren wird in der 1. Mitteilung beschrieben und auch über die Konservierungsergebnisse von Biertrebern berichtet (BUCHGRABER und RESCH, 1997). Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit dem Einsatz von silierten gepreßten bzw. getrockneten Biertrebern in der Milchviehfütterung im Vergleich zu einem praxisüblichen Proteinergänzungsfutter. Die 3. Mitteilung wird die Verwertung dieser Futtermittel in der Stiermast (STEINWIDDER et al., im Druck) behandeln.

#### Summary

In the present study the influence of pressed brewers ensiled grains on digestibility, feed intake and milk yield was tested in comparison with a conventional protein concentrate (25 % soybean meal, 25 % rapeseed meal, 25 % faba beans, 25 % peas) as well as with brewers dried grains. In the experiment 12 cows were used in a latin square design with 4 replications. One period lasted for 3 weeks. The forage was composed of 35 % hay and 65 % maize silage. The forage ration fed ad libitum was supplemented according to requirements by an energy and protein concentrate (PKF) or pressed brewers ensiled grains (BTS) or brewers dried grains (BTT).

The digestibility of OM with sheep was 59.6 % with BTS and 62.3 % with BTT. When feeding pressed brewers ensiled grains the forage and energy intake was significantly reduced from 102.3 to 93.8 MJ NEL. The milk yield of the BTS group was 0.6 kg ECM lower compared to the control group PKF (20.0 kg), but this difference was not significant. In conclusion, the present results as well as the literature data indicate that a slight reduction of feed intake has to be expected when pressed brewers ensiled grains are fed. On the one hand this is due to the lower degradation rate and digestibility of this feed stuff. On the other hand ensiling may have a negative effect. The low rate of protein degradation has to be regarded as a positive factor as it results in a higher supply of undegraded protein to the host animal and (partly) compensates for the lower energy supply.

**Key words:** Brewers grains, digestibility, dairy cow, feed intake, milk yield.

### Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden Versuch wurde der Einfluß von silierten gepreßten Biertrebern auf Verdaulichkeit, Futtermittelaufnahme und Milchleistung im Vergleich zu einem üblichen Proteinergänzungsfutter (25 % Sojaextraktionsschrot, 25 % Rapsextraktionsschrot, 25 % Ackerbohne, 25 % Erbse) sowie zu getrockneten Biertrebern geprüft. Der Versuch wurde mit 12 Kühen nach der Anordnung des lateinischen Quadrates in vierfacher Wiederholung bei einer Periodenlänge von 3 Wochen durchgeführt. Das Grundfutter wurde ad libitum verabreicht und bestand aus 35 % Heu und 65 % Maissilage. Die Energie- und Proteinergänzung erfolgte bedarfsgerecht mit einem energiereichen Kraftfutter und einem herkömmlichen Proteinergänzungsfutter (PKF) oder mit Preßtrebern (BTS) bzw. mit getrockneten Biertrebern (BTT).

Im Verdauungsversuch mit Schafen wurde eine Verdaulichkeit der OM von 59,6 % für BTS und von 62,3 % für BTT ermittelt. Durch Preßtreber ging die Grundfutter- und Energieaufnahme signifikant von 102,3 auf 93,8 MJ NEL zurück. Die um 0,6 kg ECM geringere Milchleistung von BTS gegenüber PKF (20,2 kg) war nicht signifikant.

Zusammenfassend deuten die vorliegenden Versuchsergebnisse und auch die Literaturdaten darauf hin, daß beim Einsatz von silierten Biertrebern zum Teil mit einem leichten Rückgang der Futtermittelaufnahme gerechnet werden muß. Dies ist einerseits auf die geringere Abbaurate bzw. Verdaulichkeit dieses Futtermittels zurückzuführen. Andererseits dürfen auch negative Effekte durch die Silierung wirksam werden. Positiv ist die geringe Abbaurate des Proteins hervorzuheben, die zu einem höheren Angebot an unabgebautem Futterprotein für das Wirtstier führt und die negative Wirkung der geringeren Energieversorgung (zum Teil) wieder aufhebt.

**Schlafworte:** Biertreber, Verdaulichkeit, Milchkuh, Futtermittelaufnahme, Milchleistung.

## 2. Literaturübersicht

In der Tabelle 1 sind für den Nährwert wesentliche Parameter von Biertrebern aus gängigen Tabellenwerken angeführt. Demnach beträgt der T-Gehalt von frischen, silierten bzw. getrockneten Biertrebern im Mittel 228, 253 bzw. 895 g/kg F. Der Rohproteingehalt ist in den getrockneten Biertrebern um mehr als 2 % in der T höher als in frischen Biertrebern (266 bzw. 241 g/kg T). Die Verdaulichkeit bewegt sich im Durchschnitt zwischen 62,7 (siliert), 63,2 (trocken) und 64,0 (frisch) %. Analog verhält sich auch die Energiekonzentration (10,3–10,9 MJ ME/kg T). Der Gehalt an Ca liegt im Mittel bei 3,4 und an P bei 6,0 g/kg T.

In Tabelle 2 finden sich Angaben zum Nährwert von Biertrebern im wesentlichen aus diesen Publikationen, in denen zum Einsatz von Biertrebern bei Milchkuhen berichtet wird (und wie sie auch in Tabelle 3 angeführt sind). Abgesehen von der größeren Streubreite stimmen die durchschnittlichen Gehaltswerte mehr oder weniger mit den Angaben in den Tabellenwerken überein. Es zeigt sich, daß Biertreber als eiweißreiches Futtermittel (etwa 26 bis 28 % XP) einzustufen sind. Auch der hohe Gehalt an P ist hervorzuheben. Die Verdaulichkeit (etwa 59 bis 66 %) und Energiekonzentration (etwa 10,3 bis 11,4 MJ ME) weisen dieses

Futtermittel allerdings nicht als typisches Kraftfutter aus, was sich aus dem Herstellungsprozeß erklärt.

In Tabelle 3 wird die Futtermittelaufnahme und Milchleistung beim Einsatz von Biertrebern im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot auf der Grundlage verschiedener Versuchsansteller beschrieben. Die Rationen in den 15 Publikationen weisen in den meisten Fällen sehr hohe Kraftfutteranteile von 50–60 % auf, was den österreichischen Bedingungen nicht entspricht.

RAKES und DAVENPORT (1975) stellten aus 65 % Biertrebern, 32,75 % Maisschrot sowie 2,25 % Mineralstoffen eine sog. Maltlage her und verfütterten diese in einer gemischten Ration (Maissilage, Maisschrot, Luzerneheu) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot über eine ganze Laktation. Mit steigenden Biertreberanteilen ging die Grund- und Gesamtfuttermittelaufnahme zurück. Bei der mittleren Biertrebergabe war die Milchleistung unbeeinflusst, bei der hohen dagegen waren die Milchleistung und Milchinhaltsstoffe deutlich erniedrigt.

DE BRABANDER et al. (1975) verglichen die Proteinergänzung bei einer Maissilage gegen eine Kontrollgruppe (13,6 % XP) mit der Fütterung auf der Basis von Harnstoff bzw. auf der Basis von silierten Biertrebern. Dabei verdrängten 3,0 kg T Biertreber 3,3 kg T Maissilage. Die Milchleistung war allerdings in der Gruppe mit Biertrebern in der Tendenz am höchsten.

Tabelle 1: Nährwert von Biertrebern laut verschiedener Tabellenwerke  
Table 1: Nutritive value of brewers grains according to different feed tables

Quelle	Form	T g/kg F	XP g/kg T	XF g/kg T	ADF g/kg T	dO %	ME MJ/kg T	NEL MJ/kg T	Ca g/kg T	P g/kg T
KELLNER-BECKER 1971	frisch	225	218	200	-	66	10,66 <sup>1)</sup>	6,31 <sup>1)</sup>	-	-
	siliert	260	250	188	-	62	10,09 <sup>1)</sup>	5,88 <sup>1)</sup>	-	-
	trocken	900	241	173	-	59	9,71 <sup>1)</sup>	5,63 <sup>1)</sup>	-	-
NRC 1982	frisch	210	232	153	230	-	11,18	6,70	3,3	5,5
	trocken	920	294	144	240	-	11,18	6,70	3,3	5,5
DDR 1986	frisch	245	235	200	-	66	10,69 <sup>1)</sup>	6,32 <sup>1)</sup>	2,9	6,0
	trocken	900	244	177	-	64	10,48 <sup>1)</sup>	6,16 <sup>1)</sup>	2,9	6,0
INRA 1989	frisch	205	300	150	206	64	11,34	6,55	3,3	5,7
	trocken	850	300	150	206	64	11,34	6,55	3,3	5,7
DLG 1991	frisch	240	249	183	-	63	10,35	6,06	3,8	6,7
	siliert	260	247	195	-	64	10,55	6,20	3,3	5,8
	trocken	900	264	169	-	65	10,63	6,25	4,5	7,2
MAFF 1992	frisch	250	218	-	264	61,2	11,5	6,81 <sup>1)</sup>	3,5	5,1
RAP 1994	frisch	220	234	171	-	64	10,59 <sup>1)</sup>	6,1	3,8	6,7
	siliert	240	247	179	-	62	10,36 <sup>1)</sup>	6,0	3,5	6,0
	trocken	900	252	176	-	64	10,71 <sup>1)</sup>	6,3	3,2	5,3
Mittelwert (n = 7)	frisch	228	241	176	233	64,0	10,9	6,4	3,4	6,0
Mittelwert (n = 3)	siliert	253	248	187	-	62,7	10,3	6,0	3,4	5,9
Mittelwert (n = 6)	trocken	895	266	165	223	63,2	10,7	6,3	3,4	5,9

<sup>1)</sup> ME bzw. NEL errechnet nach GEH (1986)

Tabelle 2: Nährwert von Biertrebern in verschiedenen Publikationen zum Einsatz von Biertrebern bei Milchkühen  
Table 2: Nutritive value of brewers grains in different publications dealing with the use of brewers grains in dairy cows

Quelle	Form	T g/kg F	XP g/kg T	XF g/kg T	ADF g/kg T	dO %	ME MJ/kg T	NEL MJ/kg T	Ca g/kg T	P g/kg T
NEHRING 1971	trocken	900	244	177	-	59	10,19	5,94 <sup>1)</sup>	-	-
RAKES und DAVENPORT 1975	frisch	330	330	106	-	70,1	-	-	-	-
DE BRABANDER et al. 1975	siliert	253	297	159	-	62,0	11,14 <sup>1)</sup>	6,55	-	-
COTTYN et al. 1975	frisch	226	296	133	-	66,9	10,36 <sup>1)</sup>	6,26	-	-
	siliert	250	304	160	-	62,7	9,98 <sup>1)</sup>	5,98	-	-
MURDOCK et al. 1981	frisch	256	234	-	215	-	11,82 <sup>1)</sup>	7,37	2,9	5,9
PARRASSIN et al. 1982	siliert	277	302	159	-	-	9,98 <sup>1)</sup>	5,98	-	-
	siliert	262	315	147	-	-	9,98 <sup>1)</sup>	5,98	-	-
DAVIS et al. 1983	gepreßt	313	273	-	256	-	-	-	-	-
PARRASSIN und VERITE 1985	siliert	264	328	143	-	-	10,26 <sup>1)</sup>	6,19	-	-
	siliert	239	322	194	-	-	10,26 <sup>1)</sup>	6,19	-	-
POLAN et al. 1985	frisch	246	280	-	318	-	-	-	7,9	6,4
	trocken	916	308	-	343	-	-	-	7,9	6,4
BECKHOFF 1985	siliert	259	247	174	-	-	10,00 <sup>1)</sup>	6,00	-	-
JOHNSON et al. 1987	frisch	265	316	-	291	-	-	-	-	-
	siliert	270	314	-	271	-	-	-	-	-
DE VISSER und TAMMINGA 1987	siliert	257	250	172	-	48,9	8,64 <sup>1)</sup>	5,03	-	-
BOUCQUE und FIEMS 1988	frisch	236	244	159	-	64,4	10,72 <sup>1)</sup>	6,53	-	-
	siliert	270	240	173	-	62,7	10,14 <sup>1)</sup>	6,10	-	-
	trocken	931	270	172	-	-	10,49 <sup>1)</sup>	6,36	-	-
LONSDALE 1989	frisch	220	210	170	-	62,6	11,5	6,81 <sup>1)</sup>	3,5	5,0
PINOSA und STEFANON 1990	frisch	225	249	187	244	-	-	-	-	-
	siliert	270	261	180	252	61,2	10,8	6,26	-	-
POTTHAST 1990	frisch	240	243	200	-	-	11,3 <sup>1)</sup>	7,0	-	-
DAENICKE et al. 1991	siliert	248	253	197	-	70,3	11,25 <sup>1)</sup>	6,93	-	-
WEST et al. 1994	frisch	224	296	-	227	-	-	-	6,3	7,6
BELIBASAKIS und TSIRGOGIANNI 1994	frisch	193	272	165	-	-	10,5	-	-	-
SPIEKERS und POTTHAST 1995	siliert	240	244	181	-	68	11,6	6,9	-	-
	gepreßt	280	247	165	-	66	11,4	6,7	-	-
DACCORD et al. 1997	siliert	274	236	180	246	60,7	10,75	6,34	-	-
Mittelwert (n = 11)	frisch	242	270	160	259	66,0	11,0	6,8	5,2	6,2
Mittelwert (n = 14)	siliert	260	280	171	256	62,1	10,4	6,2	-	-
Mittelwert (n = 2)	gepreßt	297	260	165	256	66,0	11,4	6,7	-	-
Mittelwert (n = 3)	trocken	916	274	175	343	59,0	10,3	6,2	7,9	6,4

<sup>1)</sup> ME bzw. NEL errechnet nach GEH (1986)

Tabelle 3: Literaturübersicht zum Einsatz von Biertrebern in der Milchviehfütterung

Table 3: Literature review on the use of brewers grains in dairy cow

Quelle	GF kg T	GES kg T	KF <sup>1)</sup> % IT	BT <sup>2)</sup> % IT	XP % T	Milch kg	Fett %	Eiw %	ECM kg
RAKES und DAVENPORT 1975	9,5	17,4	49,5	-	14,0	23,5	4,28	3,41	24,6
	7,9	15,7	53,6	16,0 f	14,5	24,0	4,30	3,44	25,2
	7,3	14,1	52,8	21,5 f	14,5	22,8	3,91	3,02	22,3
DE BRABANDER et al. 1975	13,1	14,6	11,0	-	13,6	13,7	3,40	3,20	12,7
	12,8	13,5	5,2	-	15,3	12,8	3,50	3,10	12,0
	9,5	13,0	26,9	23,1 s	15,1	14,7	3,20	3,10	13,2
MURDOCK et al. 1981	8,9	21,0	57,8	-	15,7	35,5	3,24	8,39 <sup>3)</sup>	30,6
	8,7	21,0	58,8	14,5 f	15,0	36,1	3,42	8,32 <sup>3)</sup>	31,7
	9,1	21,5	57,4	-	18,4	33,8	3,59	8,54 <sup>3)</sup>	30,9
	8,9	21,9	59,3	30,1 f	16,5	34,1	3,75	8,46 <sup>3)</sup>	31,7
PARRASSIN et al. 1982	14,8	17,7	15,1	-	13,9	22,2	4,04	3,14	22,2
	11,3	17,7	35,0	18,4 s	16,8	24,9	3,95	3,17	24,7
	11,1	16,5	31,8	-	17,9	25,8	3,93	3,18	25,6
	9,4	16,0	40,3	17,4 s	18,9	26,7	3,76	3,14	25,8
	12,7	16,4	21,5	-	15,3	24,3	4,06	3,21	24,5
	9,4	14,1	32,0	19,3 s	15,9	25,5	4,04	3,24	25,7
PARRASSIN und VERITE 1985	13,0	17,1	23,8	-	14,6	24,8	4,15	3,26	25,4
	11,5	17,3	32,8	9,6 s	15,0	25,5	3,85	3,20	25,1
	12,0	16,6	27,8	11,3 s	15,4	25,5	3,98	3,28	25,6
	9,3	15,6	40,4	23,2 s	17,4	25,0	3,91	3,21	24,8
	11,9	17,6	32,4	-	17,4	26,5	3,90	3,24	26,3
	9,9	17,1	42,4	9,8 s	16,6	27,7	3,81	3,22	27,1
	10,8	16,8	35,9	10,3 s	18,6	27,5	3,72	3,17	26,5
	9,0	16,7	45,9	20,1 s	18,5	26,9	3,73	3,16	26,0
	DAVIS et al. 1983	7,9	19,7	60	-	16,7	25,6	3,7	3,3
7,3		18,2	60	20 p	16,5	25,0	3,3	3,2	22,9
6,8		17,1	60	30 p	15,9	24,4	3,3	3,2	22,4
5,9		14,8	60	40 p	15,3	22,2	3,5	3,1	20,7
POLAN et al. 1985	12,8	20,1	36,3	-	16,3	26,2	3,45	3,44	24,9
	8,2	20,1	59,2	20,9 f	16,9	28,9	3,22	3,49	26,8
	9,9	22,3	55,6	17,5 t	15,9	29,4	3,09	3,28	26,4
JOHNSON et al. 1987	16,7	25,2	50,3	-	14,7	29,3	3,33	3,27	27,1
	11,0	21,9	49,6	25,6 f	15,4	29,4	3,17	3,20	26,5
	10,5	20,8	49,4	26,3 s	15,1	27,7	3,39	3,23	25,8
DE VISSER und TAMMINGA 1987	8,2	19,6	58,2	5,8 s	17,2	30,9	4,29	3,13	31,8
	8,4	21,1	59,7	6,0 t	17,8	31,7	4,31	3,21	32,9
DAENICKE et al. 1991	8,8	18,7	52,9	-	16,6	30,0	4,05	3,06	29,9
	9,0	18,6	51,6	21,5 s	17,5	32,2	3,65	2,98	30,4
WEST et al. 1994	6,8	13,6	50,0	-	17,7	14,6	5,19	3,95	17,4
	6,6	13,1	50,0	15,0 f	18,6	14,3	4,82	3,90	16,4
	6,5	13,0	50,0	30,0 f	19,1	14,6	4,83	3,78	16,6
COZZI und POLAN 1994	8,7	17,4	50,0	-	16,0	30,8	3,7	3,0	29,3
	7,9	18,8	58,2	16,0 t	16,4	35,0	3,4	2,9	31,8
BATAJOO und SHAVER 1994	13,1	27,6	52,5	3,4 t	19,1	40,2	3,24	3,07	36,2
	13,0	27,2	52,3	6,9 t	19,3	39,7	3,30	3,02	35,9
	12,7	26,7	52,3	9,4 t	19,8	39,7	3,33	3,02	36,1
	12,3	25,8	52,5	19,6 t	19,5	39,5	3,35	2,95	35,8
BELIBASAKIS u. TSIRGOGIANNI 1996	8,1	18,0	55,0	-	16,5	21,7	3,82	3,10	21,1
	6,9	17,8	61,0	16,0 f	16,5	24,8	4,08	3,23	25,1
MÜNGER und JANS 1997	16,3	22,3	26,9	-	14,3	34,7	4,13	3,25	35,4
	13,5	21,9	38,4	16,4 s	14,8	36,4	4,20	3,36	37,7
	15,2	19,8	23,2	-	11,9	23,6	4,10	3,42	24,3
	14,2	21,0	32,4	15,2 s	12,2	25,9	4,39	3,47	27,6
	13,8	18,2	24,2	-	13,1	23,8	4,26	3,25	24,6
	11,9	17,9	33,5	14,5 s	13,4	24,0	4,34	3,24	25,1

1) KF = Kraftfutterraufnahme, inklusive Biertreber;

2) BT = Biertreber, f = frisch, s = siliert, p = gepreßt, t = getrocknet;

3) SNF = solids non fat

MURDOCK et al. (1981) haben frische Biertreber mit Gerste/Sojaextraktionsschrot auf zwei Proteinniveaus (Norm, 118 % der Norm) verglichen. Dadurch ergaben sich Biertreberanteile von 15 bzw. 30 % der IT sowie Proteingehalte von 15,0–18,4 % der T. Weder in der Futteraufnahme noch in der Milchleistung bestanden signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Der Milchfettgehalt war im Trend bei Biertrebern um fast 0,2 % höher.

DAVIS et al. (1983) steigerten den Anteil von gepreßten Biertrebern von 0 (Mais/Sojaextraktionsschrot) auf 20, 30 und 40 % der IT in einer Mischration (TMR). Die Futteraufnahme ging mit dem Biertreberanteil hochsignifikant zurück, ebenso die Milchleistung (Menge und Inhaltsstoffe).

Umfangreiche Untersuchungen von PARRASSIN et al. (1982) sowie PARRASSIN und VERITE (1985) zeigen, daß Biertreber in hohem Ausmaß Grundfutter verdrängen. Bei gleichem Kraftfutterniveau wurde eine Verdrängung von 1,16 (0,95–1,54) festgestellt. Ein signifikanter Einfluß auf die Milchleistung und Milchinhaltsstoffe war nicht erkennbar. Die Milchleistung wird also beibehalten, auch wenn Biertreber im Austausch gegen Grundfutter oder Kraftfutter eingesetzt werden.

POLAN et al. (1985) verfütterten frische oder getrocknete Biertreber (21 bzw. 18 % der IT) ebenfalls im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot bei einer Maissilage/Luzerne-Ration auf 3 verschiedenen Proteinniveaus. Bei getrockneten Biertrebern wurde eine deutlich höhere Futteraufnahme festgestellt. Die Milchleistung beider Biertrebergruppen übertraf die Kontrollgruppe mit Sojaextraktionsschrot, allerdings bei niedrigerem Fettgehalt.

JOHNSON et al. (1987) führten die Proteinergänzung bei einer Grundfütterration von je 50 % Luzerneheu und Maissilage entweder über Sojaextraktionsschrot oder über frische bzw. getrocknete Biertreber durch. In beiden Biertrebergruppen (vor allem siliert) ging die Futteraufnahme deutlich zurück. Auch die Milchleistung war in dieser Gruppe am niedrigsten.

DE VISSER und TAMMINGA (1987) setzten bei einer Grassilage/Maissilage-Ration (40 % der IT) Kraftfutter ausschließlich auf der Basis von industriellen Nebenprodukten entweder in siliert oder getrockneter Form ein. Das Kraftfutter bestand aus 30 % Trocken- bzw. Preßschnitzeln, 20 % Maiskleberfutter trocken bzw. siliert und 10 % Biertrebern trocken bzw. siliert. Die Futter- und Energieaufnahme sowie die Milchleistung waren in der Gruppe mit nassen silierten Nebenprodukten signifikant niedriger.

DAENICKE et al. (1991) ersetzten einen entsprechenden Teil der Kraftfuttermenge durch 4 kg T Biertrebersilage bei

einer vorgegebenen Grundfuttermenge (50 % Grassilage, 50 % Maissilage). Die Milchmenge erhöhte sich durch Biertreber um 2,2 kg, während sich der Milchfettgehalt um 0,4 % verminderte. Die energiekorrigierte Milchmenge unterschied sich dadurch kaum. Die in diesem Versuch festgestellte niedrige Proteinabbaurate der Biertrebersilage resultierte in einer um 4,5 % höheren Milchproteinmengeleistung.

WEST et al. (1994) untersuchten Anteile von 15 bzw. 30 % frischen Biertrebern an Jersey-Kühen bei heißem, feuchtem Wetter im Vergleich zu Maisschrot/Sojaextraktionsschrot. Die TMR bestand aus 50 % Grundfutter (32,5 % Maissilage und 17,5 % Luzernesilage) bei einem sehr hohen Proteingehalt von 18–19 %. Bei etwas abnehmender Futteraufnahme erzielten die Biertreber-Kühe gleiche Milchleistungen. In der Tendenz waren auch die Milchinhaltsstoffe Fett und Protein geringer.

COZZI und POLAN (1994) ersetzten Sojaextraktionsschrot durch Maiskleberfutter oder getrocknete Biertreber, also Proteinquellen mit geringerer Proteinabbaurate. Der Maissilageanteil wurde vermindert, um neben gleichen Protein- auch gleiche NDF- und ADF-Gehalte in der Ration zu erhalten. Im Vergleich zu den übrigen Versuchen wurde also auch die Grundfütterration geändert. Es kam durch getrocknete Biertreber zu einer etwas höheren Gesamtfutteraufnahme und zu einer Steigerung der Milchleistung um 4,2 kg auf 35,0 kg. Der Milchfettgehalt ging um 0,3 % und der Milchproteingehalt um 0,1 % zurück, sodaß der Unterschied in der ECM-Leistung 2,5 kg betrug.

BATAJOO und SHAVER (1994) verringerten den Gehalt an Nichtfaser-Kohlenhydraten, indem sie den Anteil an Maisschrot und Sojaextraktionsschrot reduzierten und neben Sojaschalen und Weizenmühlennachprodukten (wheat middlings) den Anteil an getrockneten Biertrebern von 3 auf 20 % erhöhten. Die Futteraufnahme dieser als TMR verfütterten Ration ging mit steigendem Faseranteil (d. h. vor allem Biertreber) von 27,6 auf 25,8 kg T zurück. Der Trend von niedrigerer Milchleistung und niedrigerem Milchproteingehalt jedoch höherem Milchfettgehalt hebt sich auf, sodaß in der Leistung an ECM kaum ein Unterschied besteht.

BELIBASAKIS und TSIRGOGIANNI (1996) reduzierten den Sojaextraktionsschrot-Anteil um ein Drittel und führten die restliche Proteinergänzung über frische Biertreber durch. Die Futteraufnahme unterschied sich nicht. Dagegen erhöhten sich die Milchmenge und Milchinhaltsstoffe durch Biertreber signifikant.

MÜNGER und JANS (1997) verglichen den Einsatz von

silierten Biertreibern mit einem Kraftfutter, daß im Energie- und Proteingehalt den Biertreibern entsprach. Bei zwei von drei Kuhgruppen (Beginn der Laktation, Erstlaktierende) ging die Futterraufnahme durch Biertreber zurück. Die Grundfutterraufnahme (besonders Maissilage) verminderte sich um 0.78, 0.31 bzw. 0.73 kg T pro kg T Biertreber. Allerdings wurde auch Kraftfutter eingespart. Die Kühe mit Biertreibern wiesen tendentiell (nicht signifikant) eine höhere Milchleistung und auch einen höheren Milcheiweißgehalt auf. Daß dies besonders bei hochleistenden Kühen zu Laktationsbeginn mit einer gewissen Energieunterversorgung zu beobachten war, deutet auf einer bessere Versorgung mit unabgebautem Futterprotein durch Biertreber hin.

### 3. Material und Methoden

Der Fütterungsversuch mit Milchkühen wurde an der BAL Gumpenstein vom 17. Juli bis 30. September 1995 durchgeführt. Die Verdauungsversuche mit Hammeln erfolgten im Anschluß an den Fütterungsversuch. Während des Fütterungsversuches wurden täglich entsprechende Mengen für die Verdauungsversuche entnommen und (im Falle von Silagen) tiefgefroren.

#### 3.1 Fragestellung und Versuchsplan

Die Grundfütterration wurde so gestaltet, daß sie einen sehr niedrigen Proteingehalt aufwies und somit eine hohe Proteinergänzung, d. h. einen hohen Anteil der Versuchsfuttermittel erforderlich machte. Es wurde daher der hohe Anteil an Maissilage von 65 % der Grundfutterraufnahme festgelegt. Den übrigen Anteil von 35 % machte Heu guter Qualität aus. Die beiden Grundfutter wurden getrennt ad libitum angeboten (5–10 % Rückwaage). Die Energie- und Proteinergänzung erfolgte nach den Normen der GEH (1986) auf der Basis Rohprotein. Dazu wurde die Milchleistung aus dem Grundfutter auf der Grundlage der Aufnahme und des Energie- sowie Proteingehaltes der Grundfutter errechnet. Die Ergänzung des Fehlbetrages an Energie und Protein zwischen der sog. Grundfutterleistung und der tatsächlichen Milchleistung wurde über ein Energiekraftfutter (EKF) und je nach Versuchsgruppe über ein Proteinkraftfutter (PKF) bzw. silierte gepreßte Biertreber (BTS) oder getrockneten Biertreibern (BTT) durchgeführt (Tabelle 4).

Tabelle 4: Versuchsplan  
Table 4: Experimental design

Gruppe	Proteinkraftfutter (PKF)	Biertreber siliert (BTS)	Biertreber getrocknet (BTT)
Heu 2. Schnitt (% des Grundfutters)	35	35	35
Maissilage (% des Grundfutters)	65	65	65
Energiekraftfutter	nach Leistung	nach Leistung	nach Leistung
Proteinkraftfutter	nach Leistung	-	-
Biertreber siliert	-	nach Leistung	-
Biertreber getrocknet	-	-	nach Leistung

Zusammensetzung des EKF:

30 % Gerste  
25 % Trockenschnitzel  
15 % Mais  
15 % Weizen  
15 % Weizenkleie

Zusammensetzung des PKF:

25 % Sojaextraktionsschrot  
25 % Rapsextraktionsschrot  
25 % Ackerbohne  
25 % Erbse

Die Inhaltsstoffe der im Versuch eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 6 beschrieben. Ergab sich die Situation, daß wohl ein Protein-, jedoch kein Energieergänzungsbedarf bestand, wurde keine Ergänzung vorgenommen, da die Proteinversorgung des Wiederkäuers zum überwiegenden Teil von dessen Energieversorgung bestimmt wird (ROHR et al., 1986; LEBZIEN et al., 1996). Mit dem vorliegenden Versuch sollte der Einfluß von silierten gepreßten Biertreibern auf Verdaulichkeit, Futterraufnahme und Milchleistung im Vergleich zu einem üblichen Proteinergänzungsfutter sowie zu getrockneten Biertreibern geprüft werden.

Die Beurteilung der Versorgung des Wirtstieres mit Protein und der Pansenmikroben mit abgebautem Stickstoff erfolgte auf der Basis des Proteinbewertungssystems der BRD (Nutzbares Rohprotein am Dünndarm „nXP“; GFE, 1997) und auf der Basis des Proteinbewertungssystems in Frankreich (Proteines digestibles dans l'intestines „PDI“; INRA, 1989). Die im PDI-System erforderlichen Werte der Abbauraten des Proteins im Pansen (deg) und der Verdaulichkeit des unabgebauten Futterproteins im Darm (dsi) wurden den Schweizer Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer entnommen (RAP, 1994), da diese auf aktuellen Forschungsergebnissen beruhen und außerdem die Grundfutter den österreichischen Verhältnissen gut entsprechen dürften. Die sog. Pansenbi-

lanz an Protein ist definiert als Differenz zwischen abgebautem Futterprotein (RDP) und der Menge an Mikropoteinprotein.

### 3.2 Versuchsanordnung, Tiere und Fütterung

Der Fütterungsversuch mit Milchkühen wurde nach der Anordnung des lateinischen Quadrates durchgeführt, in dem jedes Tier in den einzelnen Perioden alle Behandlungen durchläuft (3 x 3 in vierfacher Wiederholung, 12 Kühe). Eine Periode dauerte 3 Wochen, für die Auswertung wurden die letzten 14 Tage einer Periode herangezogen.

Für den Versuch wurden je 4 Kühe der Rassen Fleckvieh (FV), Brown Swiss (BS) und Holstein Friesian (HF) verwendet. Die Rassen waren in der Laktationszahl ( $\bar{O}$  1,5) und im Laktationsstadium ( $\bar{O}$  81 Tage) sehr ähnlich (Tabelle 5). Die durchschnittliche Milchleistung zu Versuchsbeginn betrug für FV 20,0, für BS 24,7 und für HF 27,7 kg ECM ( $\bar{O}$  24,2 kg). Die Kraftfuttergabe in der Phase vor Versuchsbeginn (12 Tage) richtete sich nach der Leistung und unterschied sich daher zwischen den Tieren bzw. Rassen (0,8 – 7,4 kg T). In diesem Zeitraum erhielten die Kühe alle 3 Proteinträger (PKF, BTS, BTT) zu jeweils gleichen Anteilen (T-Basis).

Die Kühe wurden auf einem Kurzstand mit Gitterrost gehalten. Die Fütterung erfolgte morgens von 3.30 bis 7.30 Uhr und nachmittags von 14.30 bis 18.30 Uhr. Die Futtermittel wurden in der Reihenfolge Biertreber – Energiekraftfutter – Heu – Proteinkraftfutter – Maissilage verabreicht. Die Kraftfuttermenge basierte auf der Milchleistung der vorangegangenen Woche und wurde 1 Mal pro Woche angepaßt. Die Ergänzung an Mineral- und Wirkstoffen mit einer Mineralstoffmischung (92 g Ca, 126 g P, 43 g Mg, 117 g Na je kg), Wirkstoffmischung, kohlensaurem Futter-

kalk und Viehsalz erfolgte nach Bedarf (GFE, 1993). Um eine sichere Aufnahme zu gewährleisten, wurden die getrockneten Biertreber und die Mineral- und Wirkstoffmischung im Futtertrog mit dem Energiekraftfutter gemischt. Auch die bei der Periodenumstellung zum Teil festgestellte zögernde Aufnahme der Preßtreber wurde durch Vermischung mit Maissilage umgangen. Dies haben auch RAKES und DAVENPORT (1975) vorgeschlagen. Die Probleme mit der Gewöhnung der Tiere an Biertreber haben auch WEST et al. (1994) erwähnt.

### 3.3 Datenerhebung, Analysen und biometrische Auswertung

Die Futterraufnahme wurde täglich individuell durch Ein- und Rückwaage jedes Futtermittels festgestellt. Die Milchleistung wurde zu jeder Melkung (4.00 und 16.00 Uhr) mit dem Tru-Test von Westfalia ermittelt. Die Kühe wurden einmal pro Woche um die gleiche Tageszeit (14.00 Uhr) gewogen.

Der T-Gehalt der Maissilage und Preßtreber wurde täglich durch eine 24-stündige Trocknung bei 104° C festgestellt. Der T-Gehalt aller trockenen Futtermittel (Heu, Biertreber, Kraftfutter) wurde wöchentlich aus einer täglichen Sammelprobe auf gleiche Weise ermittelt. Für die chemische Analyse wurden die Proben täglich bei der Morgenfütterung gezogen und zu einer Sammelprobe pro Periode vereinigt. Die chemische Analyse erfolgte nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender Nährstoffe und Van SOEST-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten und die Milchinhaltsstoffe mit NIR-Spektroskopie (Milkoscan MSC-605, Foss Electric) analysiert.

Von den Futtermitteln Heu, Maissilage, Preßtreber und Biertreber getrocknet wurde die Verdaulichkeit in vivo mit

Tabelle 5: Kriterien der Kühe zu Versuchsbeginn  
Table 5: Criteria of the cows at the beginning of the experiment

Kriterium	Fleckvieh	Brown Swiss	Holstein Friesian	alle Rassen			
				Mittel	SD	Min	Max
Laktationszahl n	1,75	1,75	1,75	1,75	0,87	1	3
Laktationstag d	88	69	87	81	53	9	146
Milchmenge kg	18,2	22,0	23,0	21,1	3,7	14,0	27,3
Fettgehalt %	4,77	5,01	5,89	5,22	0,97	3,72	6,82
Proteingehalt %	3,30	3,08	2,94	3,10	0,39	2,69	3,88
ECM kg	20,0	24,7	27,7	24,2	5,4	15,1	31,6
Kraftfutter kg T	2,8	4,7	5,9	4,5	2,1	0,8	7,4
Lebendmasse kg	582	568	539	563	30	501	615

Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GFE, 1991) für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen durchgeführt (jeweils 14 Tage Vor- und Sammelperiode, 1 kg T pro Tier und Tag, 4 Tiere pro Futtermittel). Die Biertreber und Preßtreber wurden in einem Differenzversuch mit Heu bei einem Rationsanteil von 50 % (T-Basis) untersucht. Die Verdaulichkeiten der beiden Kraftfutter EKF und PKF wurden der DLG-Tabelle (1991) entnommen.

Die Daten wurden mit dem Programm LSMLMW PC-1 Version statistisch ausgewertet (HARVEY, 1987). Es wurde mit Model 2 mit den fixen Effekten „Gruppe“ und „Periode“ sowie dem zufälligen Effekt „Tier“ gerechnet. Der Effekt „Tier“ berücksichtigt alle durch das jeweilige Tier verursachten Streuungsursachen wie Rasse, Laktationszahl, Lebendmasse etc.:

$$y_{ijkl} = \mu + T_i + G_j + P_k + e_{ijkl}$$

$y_{ijkl}$  = Beobachtungswert der abhängigen Variablen  
 $\mu$  = gemeinsame Konstante  
 $T_i$  = zufälliger Effekt des Tieres  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, 12$   
 $G_j$  = fixer Effekt der Gruppe  $j$ ,  $j = 1, 2, 3$   
 $P_k$  = fixer Effekt der Periode  $k$ ,  $k = 1, 2, 3$   
 $e_{ijkl}$  = Restkomponente

In den Ergebnistabellen werden die Least-Squares Mittelwerte für den fixen Effekt der Gruppen, die P-Werte aus der Varianzanalyse und die Residualstandardabweichung angegeben. Die paarweisen Vergleiche zwischen den Gruppen erfolgten mit dem Bonferroni-Holm Test (ESSL, 1987). Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ( $P < 0,05$ ) werden durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Nährwert der Futtermittel

Verschiedene Parameter des Nährwertes der im Versuch eingesetzten Futtermittel finden sich in Tabelle 6.

Der T-Gehalt der Preßtreber betrug 29,8 %. Die Preßtreber und getrockneten Biertreber entstammten nicht den gleichen Brauereien. So erklären sich – neben der Art der Konservierung – auch die relativ großen Unterschiede im Gehalt an Roh Nährstoffen. Auf die Unterschiede von Biertrebern zwischen verschiedenen Brauereien hat auch POTTAST (1990) hingewiesen. SPIEKERS und POTTAST (1995) führen an, daß sich darüberhinaus der Nährstoffgehalt der Biertreber durch geänderte Mahl- und Filtertechnik in den

letzten Jahren verschoben hat. Die Preßtreber waren niedriger im Proteingehalt (25,7 % bzw. 30,7 % XP) und höher im Rohfasergehalt (16,9 % bzw. 15,0 % XF) als die getrockneten Biertreber. Dies spiegelt sich auch in den Gerüstsubstanzen wider, die für Preßtreber höhere Werte ergeben. Die Verdaulichkeit<sub>OM</sub> der BTS und BTT in der Höhe von 59,6 bzw. 62,3 % liegt etwas unter dem Mittelwert der Tabellenwerke (Tabelle 1) und entspricht in etwa dem Mittelwert der Daten der in den Publikationen zu Milchviehfütterungsversuchen angeführten Werte (Tabelle 2). POTTAST (1990), DAENICKE et al. (1991) sowie SPIEKERS und POTTAST (1995) haben gezeigt, daß die Verdaulichkeit der Biertreber von deren Rationsanteilen abhängt und mit steigenden Anteilen abnimmt. In den Verdauungsversuchen der vorliegenden Veröffentlichung wurde ein Biertreberanteil von 50 % der IT vorgegeben. Dies liegt etwas über den Empfehlungen von 40 – 45 % von SPIEKERS und POTTAST (1995). Dennoch ist festzuhalten, daß die silierten gepreßten Biertreber eine geringere Verdaulichkeit aufwiesen als die getrockneten. Ob dies vom unterschiedlichen Ausgangsmaterial oder von der Konservierungsart herrührt, kann nicht klar ausgesagt werden. Im Mineralstoffgehalt (besonders Phosphor) liegen die Biertreber dieser Untersuchung etwas unter den Werten der Futtermitteltabellen (Tabelle 1) und ganz deutlich niedriger als in entsprechenden Publikationen (Tabelle 2).

Die Verdaulichkeit<sub>OM</sub> des Heus (66,2 %) und der Maisilage betrug 70,9 % und übertraf somit beide Biertreber. Allerdings erreichten diese Futtermittel nicht die Energiekonzentration der Biertreber. Zusammenfassend kann wie bei POTTAST (1990) festgestellt werden, daß Biertreber in der Energiekonzentration „zwischen Grund- und Kraftfutter“ angesiedelt sind (Tabelle 6).

### 4.2 Futteraufnahme und Nährstoffversorgung

Die mit Preßtreber gefütterten Kühe wiesen die signifikant niedrigste Grundfutteraufnahme auf (Tabelle 7). Im Trend zeigte sich dieses Bild auch in der Gesamtfutteraufnahme. Die leichte Unterlegenheit der Biertreber getrocknet gegenüber der Kontrollgruppe war nicht signifikant. Auf Grund der niedrigeren Energiekonzentration der Biertreber ergab sich eine etwas höhere Kraftfutteraufnahme der beiden Versuchsgruppen, was die Grundfutteraufnahme zu einem gewissen Grad mitbeeinflusst.

Der Einfluß der Biertreber auf die Futteraufnahme in der vorliegenden Literatur ist nicht einheitlich (Tabelle 3).

Tabelle 6: Gehalt der Futtermittel an Nähr- und Mineralstoffen, Verdaulichkeit und Energiekonzentration  
 Table 6: Content of nutrients and minerals, digestibility and energy concentration in the feed stuffs

	Einheit	Heu 2. Schnitt	Mais- silage	Biertreber siliert	Biertreber getrocknet	Energie- kraftfutter	Protein- kraftfutter
<b>Trockenmasse</b>	g/kg F	862	289	298	956	877	872
<b>Nährstoffe</b>							
XP	g/kg T	171	79	257	307	141	376
XL	g/kg T	20	31	86	99	22	28
XF	g/kg T	268	236	169	150	82	84
XX	g/kg T	451	611	441	396	716	446
XA	g/kg T	90	43	48	48	38	65
nXP	g/kg T	129	128	176	198	164	223
PDIN	g/kg T	108	48	180	215	98	255
PDIE	g/kg T	98	68	147	168	117	169
<b>Gerüstsubstanzen</b>							
NDF	g/kg T	526	506	600	529	282	262
ADF	g/kg T	329	268	243	216	105	122
ADL	g/kg T	41	27	58	52	15	24
<b>Verdaulichkeit</b>							
dOM	%	66,2	70,9	59,6	62,3	(82,6) <sup>1)</sup>	(86,6) <sup>1)</sup>
dXP	%	68,0	56,5	79,1	81,3	(71,0) <sup>1)</sup>	(86,9) <sup>1)</sup>
dXL	%	26,2	76,3	90,3	91,1	(67,3) <sup>1)</sup>	(73,5) <sup>1)</sup>
dXF	%	64,2	57,2	38,0	15,0	(58,1) <sup>1)</sup>	(64,2) <sup>1)</sup>
dXX	%	68,6	77,6	45,1	58,3	(88,7) <sup>1)</sup>	(91,4) <sup>1)</sup>
dNDF	%	64,9	60,1	53,1	48,9	-	-
dADF	%	61,2	56,9	46,2	42,0	-	-
<b>Energiekonzentration</b>							
ME	MJ/kg T	9,16	10,41	10,15	10,90	12,39	12,87
NEL	MJ/kg T	5,35	6,24	5,91	6,41	7,77	8,00
<b>Mineralstoffe</b>							
Ca	g/kg T	8,8	2,1	3,3	3,6	3,1	4,9
P	g/kg T	3,1	1,9	4,6	5,0	4,1	7,1
Mg	g/kg T	4,0	1,7	2,0	2,1	2,6	3,1
K	g/kg T	19,8	12,8	0,9	0,9	8,3	17,9
Na	g/kg T	0,43	0,04	0,05	0,04	0,57	0,16
Mn	mg/kg T	144	39	56	57	49	38
Zn	mg/kg T	38	27	100	94	39	56
Cu	mg/kg T	12,6	7,3	11,1	35,2	7,5	13,3

<sup>1)</sup> Verdauungskoeffizienten der DLG-Tabelle (1991)

Beim Vergleich von getrockneten mit nassen Biertrebern haben auch POLAN et al. (1985) sowie DE VISSER und TAMMINGA (1987) Vorteile für die Konservierungsform der Trocknung festgestellt. Keine bzw. nur geringfügige Unterschiede in der Futtermittelaufnahme (IT) zwischen der Kontrollgruppe (Sojaextraktionsschrot) und nassen Biertrebern haben MURDOCK et al. (1981), POLAN et al. (1985), DAENICKE et al. (1991) sowie BELIBASAKIS und TSIRGOGIANNI (1996) ermittelt. In den meisten anderen Publikationen zeichnet sich ein eher negativer Einfluß von Biertrebern auf die Futtermittelaufnahme ab (DAVIS et al. (1983), JOHNSON et al. (1987), WEST et al. (1994), BATAJOO und SHAVER (1994)), was auch den vorliegenden Ergebnissen entspricht. STEINWIDDER et al. (im Druck) verfütterten die gleichen Futtermittel an Masttiere und stellten ebenfalls bei den Preßtrebern eine signifikant geringere Futtermittelaufnahme fest.

Die niedrigere Futtermittelaufnahme der BTS-Gruppe ist ein Hinweis dafür, daß durch die Silierung negative Einflüsse auf die Futtermittelaufnahme gegeben sind. Wie von MINSON (1990) beschrieben wird, ist die eingeschränkte Futtermittelaufnahme nicht auf den höheren Wassergehalt, sondern auf eine Veränderung der physikalischen Struktur, auf Proteinabbau, auf die Reduktion des pH-Wertes und insbesondere auf den Gehalt an organischen Säuren im Futter zurückzuführen. Die organischen Säuren können von den Pansenmikroben nicht als Energiequelle genutzt werden, sondern sind deren Stoffwechselprodukte (VAN SOEST, 1982). Zusätzlich steigt der osmotische Druck im Pansen an.

Wie im Versuchsplan beabsichtigt, bestanden keine signifikanten Unterschiede in der Energie- und Proteinaufnahme aus dem Kraftfutter. Die Energie- und Proteinaufnahme aus dem Grundfutter folgte dem gleichen Trend wie

Tabelle 7: Futteraufnahme und Nährstoffversorgung  
Table 7: Feed intake and nutrient supply

	Einheit	PKF	BTS	BTT	s <sub>e</sub>	P-Werte
<b>Futteraufnahme</b>						
<i>Grundfutter</i>	kg T	12,38 <sup>a</sup>	11,00 <sup>b</sup>	12,06 <sup>ab</sup>	1,25	0,033
Heu	kg T	4,05 <sup>a</sup>	3,66 <sup>b</sup>	3,85 <sup>ab</sup>	0,35	0,047
Maissilage	kg T	8,33	7,33	8,22	1,02	0,051
<i>Kraftfutter</i>						
EKF	kg T	3,67	4,14	3,90	0,72	0,300
PKF/BTS/BTT	kg T	2,30	2,17	1,62	0,89	0,163
	kg T	1,37 <sup>a</sup>	1,97 <sup>b</sup>	2,28 <sup>b</sup>	0,47	0,000
<i>Mineralfutter</i>						
Mineralstoffmischung	kg T	0,234 <sup>ab</sup>	0,224 <sup>a</sup>	0,247 <sup>b</sup>	0,020	0,036
kohlensaurer Futterkalk	kg T	0,049 <sup>a</sup>	0,045 <sup>a</sup>	0,078 <sup>b</sup>	0,016	0,000
Vihsalz	kg T	0,099	0,097	0,092	0,016	0,556
	kg T	0,086 <sup>a</sup>	0,082 <sup>a</sup>	0,076 <sup>b</sup>	0,005	0,001
<i>Gesamtfutter</i>						
Grundfutter	kg T	16,29	15,36	16,21	0,99	0,061
Gesamtfutter	g T/kg LM <sup>x</sup>	102,7 <sup>a</sup>	91,7 <sup>b</sup>	100,7 <sup>ab</sup>	9,6	0,025
	g T/kg LM <sup>x</sup>	135,6	128,6	135,9	7,3	0,036
<b>Nährstoffaufnahme</b>						
<i>aus Grundfutter</i>						
Rohprotein	g XP	1353 <sup>a</sup>	1206 <sup>b</sup>	1307 <sup>ab</sup>	125	0,028
Energie	MJ NEL	73,7 <sup>a</sup>	65,3 <sup>b</sup>	71,9 <sup>ab</sup>	7,6	0,034
<i>aus Kraftfutter</i>						
Rohprotein	g XP	842	819	921	103	0,059
Energie	MJ NEL	28,6	28,5	27,1	5,8	0,771
<i>aus Gesamtfutter</i>						
Rohprotein	g XP	2195 <sup>a</sup>	2025 <sup>b</sup>	2229 <sup>a</sup>	137	0,004
Energie	MJ ME	169,7 <sup>a</sup>	156,7 <sup>b</sup>	165,5 <sup>ab</sup>	10,0	0,015
	MJ NEL	102,3 <sup>a</sup>	93,8 <sup>b</sup>	98,9 <sup>ab</sup>	6,0	0,009

die Grundfutteraufnahme (kg T), mit einer signifikanten Unterlegenheit der Preßtreiber gegenüber der Kontrollgruppe. Die Energie- und Proteinaufnahme aus der Gesamtration war – von der Grundfutteraufnahme her beeinflusst – in der Preßtreibergruppe am niedrigsten. Die Gruppe mit getrockneten Biertreibern wies eine mittlere Energieaufnahme auf. In der Versorgung mit nutzbarem Protein im Dünndarm (nXP) wird das höhere Angebot an unabgebautem Futterprotein (geringere Proteinabbaurate der Biertreiber) sichtbar in beiden Biertreiber-Gruppen, wobei die getrockneten Biertreiber die höchste Proteinversorgung ausweisen. Einen vergleichsweise hohen Anteil an unabgebautem Futterprotein haben MERCHEN et al. (1979), DAVIS et al. (1983), ARMENTANO et al. (1986), PINOSA und STEFANON (1990), DAENICKE et al. (1991) sowie COZZI und POLAN (1994) festgestellt. Somit können Biertreiber einen überdurchschnittlich hohen Beitrag zur Proteinversorgung des Wirtstieres leisten.

#### 4.3 Zusammensetzung und Kriterien der Ration

Wie Tabelle 8 zeigt, entsprach die Zusammensetzung der Grundfütterration weitgehend den Versuchsvorgaben. Der

Anteil des Heus lag zwischen 32 und 34 % der Grundfütteraufnahme. Der Kraftfutteranteil betrug 22–26 % der Gesamtfütteraufnahme. Wie beabsichtigt, wies die Grundfütterration einen sehr niedrigen Proteingehalt und gleichzeitig eine hohe Energiekonzentration auf, was durch den hohen Maissilageanteil von 66–68 % bedingt ist.

Die Unterschiede im Proteingehalt der Biertreiber werden auch im Kraftfutter sichtbar. Ebenso weisen die Kraftfutter in den Biertreibergruppen BTS und BTT eine signifikant geringere Energiekonzentration auf.

Der Proteingehalt der Gesamtration lag bei 13,1–13,6 %, was beim Milchleistungsniveau dieses Versuches von etwa 20 kg etwa dem Bedarf entspricht (GEH, 1986). Durch die für österreichische Verhältnisse unübliche Rationsgestaltung kam es auch zu einem relativ niedrigen Rohfasergehalt von 20,7 bis 21,4 %. Dadurch wurde allerdings der von KAUFMANN (1976) angegebene Mindestgehalt von 18–20 % XF nicht unterschritten. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die Rohfaser in Biertreibern nicht strukturwirksam ist und auch die Rohfaser von Maissilage zu einer geringeren Kauaktivität führt als die von Grassilage (MENKE, 1987; DE BOEVER et al., 1993a, b).

Im Gehalt der Ration an Mengen- und Spurenelementen wiesen die Gruppen kaum nennenswerte Unterschiede auf.

Tabelle 8: Zusammensetzung und Kriterien der Ration  
 Table 8: Composition and criteria of the ration

	Einheit	PKF	BTS	BTT	s <sub>e</sub>	P-Werte
<b>Zusammensetzung</b>						
Heu	% GF	33,0	33,6	31,9	2,7	0,286
Maissilage	% GF	67,0	66,4	68,1	2,7	0,286
Krafftutter	% GES	22,1	26,0	23,1	4,4	0,099
PKF/BTS/BTT	% KF	48,1 <sup>a</sup>	55,4 <sup>a</sup>	68,3 <sup>b</sup>	12,9	0,004
<b>Kriterien der Ration</b>						
<i>Grundfutter</i>						
Rohprotein	g/kg T	109	110	108	3	0,281
Rohfaser	g/kg T	247	247	247	1	0,505
Energie (ME)	MJ/kg T	10,00	9,99	10,01	0,03	0,246
Energie (NEL)	MJ/kg T	5,95	5,94	5,95	0,02	0,325
<i>Krafftutter</i>						
Rohprotein	g/kg T	256 <sup>a</sup>	206 <sup>b</sup>	255 <sup>a</sup>	25	0,000
Rohfaser	g/kg T	83 <sup>a</sup>	130 <sup>b</sup>	128 <sup>b</sup>	11	0,000
Energie (ME)	MJ/kg T	12,56 <sup>a</sup>	11,12 <sup>b</sup>	11,35 <sup>b</sup>	0,36	0,000
Energie (NEL)	MJ/kg T	7,84 <sup>a</sup>	6,72 <sup>b</sup>	6,83 <sup>b</sup>	0,28	0,000
<i>Gesamtfutter</i>						
Rohprotein	g/kg T	134 <sup>ab</sup>	131 <sup>b</sup>	136 <sup>a</sup>	4	0,036
Rohfaser	g/kg T	207	212	214	8	0,126
NDF	g/kg T	453 <sup>a</sup>	486 <sup>b</sup>	486 <sup>b</sup>	15	0,000
ADF	g/kg T	246 <sup>a</sup>	254 <sup>ab</sup>	256 <sup>b</sup>	9	0,016
ADL	g/kg T	28 <sup>a</sup>	32 <sup>b</sup>	32 <sup>b</sup>	2	0,000
Energie (ME)	MJ/kg T	10,41 <sup>a</sup>	10,18 <sup>b</sup>	10,20 <sup>b</sup>	0,12	0,000
Energie (NEL)	MJ/kg T	6,27 <sup>a</sup>	6,09 <sup>b</sup>	6,09 <sup>b</sup>	0,10	0,000
Verdaulichkeit	%	72,7 <sup>a</sup>	70,1 <sup>b</sup>	69,8 <sup>b</sup>	1,1	0,000
Calcium	g/kg T	6,7	6,6	6,5	0,3	0,456
Phosphor	g/kg T	3,3 <sup>ab</sup>	3,2 <sup>b</sup>	3,4 <sup>a</sup>	0,1	0,003
Magnesium	g/kg T	2,6 <sup>a</sup>	2,5 <sup>b</sup>	2,6 <sup>ab</sup>	0,1	0,045
Kalium	g/kg T	14,1 <sup>a</sup>	12,2 <sup>b</sup>	12,2 <sup>b</sup>	0,5	0,000
Natrium	g/kg T	2,57	2,59	2,53	0,24	0,799
Mangan	mg/kg T	65	68	66	3	0,168
Zink	mg/kg T	33 <sup>a</sup>	40 <sup>b</sup>	39 <sup>b</sup>	2	0,000
Kupfer	mg/kg T	9,1 <sup>a</sup>	9,0 <sup>a</sup>	12,2 <sup>b</sup>	0,9	0,000

Einige Signifikanzen (z. B. Phosphor, Magnesium, Kalium, Kupfer) sind biologisch nicht bedeutsam. Größtenteils, mit Ausnahme von Zink, liegen die Konzentrationen an Mineralstoffen in dem von der GEH (1986) bzw. GFE (1993) angegebenen, d. h. bedarfsdeckenden Bereich.

#### 4.4 Milchleistung und Lebendmasse

In der Milchmengenleistung zeigten sich Unterschiede zwischen den Gruppen, die zwar nicht signifikant, jedoch an der Signifikanzschwelle ( $P = 0,089$ ) waren (Tabelle 9). Die Kühe mit Preßtrestern erbrachten die niedrigste (18,9 kg) und die Kühe mit getrockneten Biertrestern die höchste Milchleistung (20,1 kg). Im Milchfettgehalt wurden keine Unterschiede festgestellt. Dagegen war der Milchprotein-gehalt bei den mit Biertreber gefütterten Kühen (bei Preß-

trebern signifikant) geringer. Die geringere Grundfutturaufnahme der Gruppe BTS ist auch an der Milchleistung aus dem Grundfutter (nach NEL) zu erkennen, die 9,5 kg für BTS gegenüber 12,1 für PKF betrug. Die Produktion an Milchinhaltsstoffen entspricht weitgehend der Milchmengenleistung, da im Gehalt an Milchinhaltsstoffen keine bedeutenden Unterschiede vorlagen. Auch in der Lebendmasse und Lebendmassezunahme waren zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Die geringen Zunahmen von durchschnittlich 297 g/Tag deuten auf eine leicht positive Energiebilanz hin.

Auch aus dem Einfluß von Biertrestern auf die Milchleistung ergibt sich auf Grund vorliegender Literaturdaten kein einheitliches Bild (Tabelle 3). Allgemein folgt die Milchleistung dem Trend der Futteraufnahme. Wenn in den Versuchen ein negativer Einfluß von Biertrestern auf die Futteraufnahme festgestellt wurde, ging meistens auch die

Tabelle 9: Milchleistung und Lebendmasse  
Table 9: Milk yield and liveweight

	Einheit	PKF	BTS	BTT	s <sub>c</sub>	P-Werte
<b>Milchleistung</b>						
Milchmenge	kg	19,38	18,92	20,09	1,23	0,089
Fettgehalt	%	4,40	4,45	4,36	0,15	0,356
Proteingehalt	%	3,27 <sup>a</sup>	3,18 <sup>b</sup>	3,21 <sup>ab</sup>	0,07	0,011
Laktosegehalt	%	5,11	5,12	5,10	0,05	0,636
Fettmenge	g	855	834	870	59	0,340
Proteinmenge	g	632	598	642	43	0,048
Laktosemenge	g	987	1023	968	68	0,156
ECM	kg	20,16	19,55	20,61	1,31	0,159
Milch aus GF (NEL)	kg	12,11 <sup>a</sup>	9,53 <sup>b</sup>	11,60 <sup>ab</sup>	2,30	0,030
<b>Lebendmasse</b>						
Lebendmasse	kg	595	591	590	9	0,398
LM-Veränderung	g/Tag	+ 288	+ 249	+ 353	715	0,938

Milchleistung zurück (DAVIS et al., 1983; JOHNSON et al., 1987). Zum Teil wurde jedoch bei gleichbleibender Futteraufnahme eine höhere Milchleistung ermittelt (MURDOCK et al., 1981; POLAN et al., 1985; DAENICKE et al., 1991; BATAJOO und SHAVER, 1994; BELIBASAKIS und TSIRGOGIANNI, 1996).

In einigen Fällen ist die Wirkung der Biertreber auf die Leistung an energiekorrigierter Milch (ECM) noch vom Einfluß auf die Milchinhaltsstoffe überlagert. Auch diesbezüglich läßt sich aus den Publikationen keine Gesetzmäßigkeit ablesen. Es sind steigende, gleichbleibende und auch abnehmende Gehalte an Milchinhaltsstoffen anzutreffen.

#### 4.5 Beurteilung der Energie- und Proteinversorgung

In Tabelle 10 ist die Versorgung der Wirtstiere mit Protein und der Pansenmikroben mit Stickstoff auf der Basis des nXP-Systems (GFE, 1997) sowie des PDI-Systems (INRA, 1989) angeführt. Wie sich auch aus einem Vergleich der in Europa gängigsten Proteinsysteme ergibt (STEINWIDDER und GRUBER, 1997), geht das deutsche System von einer höheren Synthese an Mikrobenprotein aus und nimmt auch eine höhere Proteinabbaurate an. Dagegen hat im französischen System das unabgebaute Futterprotein eine größere Bedeutung und das Mikrobenprotein eine dementsprechend geringere Gewichtung.

Abgesehen von diesen methodischen Unterschieden zeigt sich die niedrigste Aufnahme an nutzbarem bzw. verdaulichem Protein in der Gruppe BTS, was sich aus dem geringeren Energieangebot an die Pansenmikroben und entspre-

chend geringerer mikrobieller Proteinsynthese erklärt. Aus diesem Grund sind in Tabelle 10 die für die mikrobielle Proteinsynthese maßgeblichen Parameter ME (umsetzbare Energie) bzw. FOM (im Pansen fermentierbare organische Masse) angeführt. Die beiden Biertrebergruppen waren demnach leicht mit Energie unterversorgt. Durch das relativ höhere Angebot an unabgebautem Futterprotein (UDP) infolge der niedrigeren Abbaurate des Biertreberproteins waren jedoch die Kühe aller Gruppen etwas über den Bedarf mit Protein versorgt. Die Proteinversorgung der Wirtstiere war somit auf der Grundlage beider Proteinsysteme in keinem Fall limitierend.

Bezüglich der N-Bilanz im Pansen zeigen sich Unterschiede der beiden Proteinbewertungssysteme. Da das deutsche System eine höhere mikrobielle Proteinsynthese annimmt, binden (capture) die Pansenmikroben mehr abgebautes Futterprotein (RDP). Im deutschen System ist die Pansenbilanz in allen Gruppen negativ (vor allem PKF und BTS). Nach dem PDI-System liegt in den Gruppen PKF und BTT ein leichter N-Überschuß vor, während in Gruppe BTS der Bedarf der Pansenmikroben fast genau dem Angebot an RDP entspricht. Die negativen N-Bilanzen der vorliegenden Kalkulationen liegen deutlich innerhalb des Bereiches von 20 % der N-Menge, die bei N-Mangel über den ruminohepatischen Kreislauf dem Pansen wieder zugeführt werden können (GFE, 1997). Die Berechnungen in Tabelle 10 zeigen, daß mit den Versuchsrationen sowohl der Proteinbedarf der Wirtstiere als auch der N-Bedarf der Pansenmikroben gedeckt war und daß die geringere Mikrobenproteinmenge in den Biertrebergruppen durch die höhere Menge an unabgebautem Futterprotein wieder wettgemacht wird.

Tabelle 10: Beurteilung der Energie- und Proteinversorgung  
 Table 10: Discussion of energy and protein supply

	Einheit	PKF	BTS	BTT	s <sub>e</sub>	P-Werte
<b>Aufnahme</b>						
NEL	MJ	102,3 <sup>a</sup>	93,8 <sup>b</sup>	98,9 <sup>ab</sup>	6,0	0,009
ME	MJ	169,7 <sup>a</sup>	156,7 <sup>b</sup>	165,5 <sup>ab</sup>	10,0	0,015
FOM	g	9254 <sup>a</sup>	8206 <sup>b</sup>	8467 <sup>b</sup>	536	0,000
XP	g	2195 <sup>b</sup>	2025 <sup>a</sup>	2229 <sup>b</sup>	137	0,004
nXP	g	2271 <sup>a</sup>	2116 <sup>b</sup>	2263 <sup>a</sup>	135	0,017
PDIN	g	1418 <sup>b</sup>	1322 <sup>a</sup>	1457 <sup>b</sup>	90	0,005
PDIE	g	1461 <sup>ab</sup>	1400 <sup>a</sup>	1503 <sup>b</sup>	87	0,030
<b>Bedarf</b>						
NEL	MJ	99,3	97,8	101,2	4,4	0,183
XP	g	1951	1867	1971	104	0,055
nXP	g	1998	1896	2015	117	0,045
PDI	g	1379	1323	1392	69	0,057
<b>Bedarfsdeckung</b>						
NEL	%	102,6 <sup>a</sup>	95,8 <sup>b</sup>	97,9 <sup>b</sup>	4,1	0,002
XP	%	112,6	108,7	112,6	5,4	0,155
nXP	%	114,5	112,5	113,0	3,4	0,352
PDIN	%	102,5	99,7	103,8	5,0	0,143
PDIE	%	106,0	105,7	107,6	4,3	0,519
<b>Pansenbilanz</b>						
XP/ME-Verhältnis	g/MJ	12,88	12,90	13,35	0,47	0,040
<i>System nXP (GfE 1997)</i>						
Abbaurrate des Proteins	%	78,5 <sup>a</sup>	76,0 <sup>b</sup>	75,3 <sup>c</sup>	0,8	0,000
abgebautes Futterprotein	g	1721 <sup>a</sup>	1535 <sup>b</sup>	1671 <sup>a</sup>	98	0,001
Mikrobenprotein	g	1798 <sup>a</sup>	1626 <sup>b</sup>	1705 <sup>ab</sup>	104	0,003
N-Bilanz im Pansen	g XP	-76 <sup>ab</sup>	-91 <sup>b</sup>	-34 <sup>a</sup>	53	0,043
<i>System PDI (INRA 1989)</i>						
Abbaurrate des Proteins	%	64,5 <sup>a</sup>	58,7 <sup>b</sup>	58,1 <sup>b</sup>	1,4	0,000
abgebautes Futterprotein	g	1416 <sup>a</sup>	1186 <sup>c</sup>	1285 <sup>b</sup>	80	0,000
Mikrobenprotein	g XP	1342 <sup>a</sup>	1190 <sup>b</sup>	1228 <sup>b</sup>	78	0,000
N-Bilanz im Pansen	g	74 <sup>a</sup>	-4 <sup>b</sup>	57 <sup>a</sup>	45	0,001

Zusammenfassend deuten die vorliegenden Versuchsergebnisse und auch die Literaturdaten darauf hin, daß beim Einsatz von silierten Biertrebern zum Teil mit einem leichten Rückgang der Futteraufnahme gerechnet werden muß. Dies ist einerseits auf die geringere Abbaurrate bzw. Verdaulichkeit dieses Futtermittels zurückzuführen. Andererseits dürften auch negative Effekte durch die Silierung (Proteinabbau, physikalische Struktur, pH-Wert und organische Säuren) wirksam werden. Positiv ist die geringe Abbaurrate des Proteins hervorzuheben, die zu einem höheren Angebot an unabgebautem Futterprotein an das Wirtstier führt und die negative Wirkung der geringeren Energieversorgung (zum Teil) wieder aufhebt. So erklären sich die uneinheitlichen Versuchsergebnisse und auch die Tatsache, daß in den meisten Fällen nur geringfügige Unterschiede in der Milchleistung bestehen, obwohl der Nährwert der Biertreber im Vergleich zu den in den Versuchen eingesetzten Kraftfuttern der Kontrollgruppen einigermaßen niedriger war.

## Danksagung

Die Firma Steirerbrau AG hat die Preßtreber für diese Versuche in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt und einen Teil der Analysekosten getragen. Auch die Firma Brau AG hat die getrockneten Biertreber kostenlos für die Versuche zur Verfügung gestellt. Die Autoren danken den Mitarbeitern im Versuchsstall und im Büro für die Datenerfassung und Datenaufbereitung. Ing. A. Schauer gebührt Dank für die gewissenhafte Versuchskoordination und Ing. Th. Guggenberger für die Versuchsauswertung. Dank sei auch der Abteilung Chemie für zahlreiche Analysen ausgesprochen.

## Literatur

ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten) (1983): Österreichisches Methodenbuch für

- die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- ARMENTANO, L. E., T. A. HERRINGTON, C. E. POLAN, A. J. MOE, J. H. HERBEIN and P. UMSTADT (1986): Ruminant degradation of dried brewers grains, wet brewers grains and soybean meal. *J. Dairy Sci.*, 69, 2124–2133.
- BATAJOO, K. K. and R. D. SHAVER (1994): Impact of non-fiber carbohydrate on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77, 1580–1588.
- BECKER, M. (1971): Grundzüge der Fütterungslehre. 15. Auflage (O. KELLNER, M. BECKER), Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 374 S.
- BECKHOFF, J. (1985): Zur Silierung und zum Nährstoffgehalt von Biertreber. *Das wirtschaftseig. Futter*, 31, 209–220.
- BELIBASAKIS, N. G. and D. TSIRGOGIANNI (1996): Effects of wet brewers grains on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows in hot weather. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57, 175–181.
- BOEVER, J. L. DE, A. DE SMET, D. L. DE BRABANDER and C. V. BOUCQUE (1993a): Evaluation of physical structure. 1. Grass silage. *J. Dairy Sci.*, 76, 140–153.
- BOEVER, J. L. DE, D. L. DE BRABANDER, A. M. DE SMET, J. M. VANACKER and C. V. BOUCQUE (1993b): Evaluation of physical structure. 2. Maize silage. *J. Dairy Sci.*, 76, 1624–1634.
- BRABANDER, D. L. DE, J. V. AERTS, CH. V. BOUCQUE und F. X. BUYSSE (1975): Alimentation de vaches laitières avec de l'ensilage de maïs. Quantités ingérées et production: influence de la hauteur de coupe du maïs et de la distribution d'un supplément de foin, d'urée ou de dreches de brasserie. *Revue de l'Agriculture*, 28, 593–624.
- BOUCQUÉ, CH. and L. O. FIEMS (1988): Vegetable by-products of agro-industrial origin. *Livest. Prod. Sci.*, 19, 97–135.
- BUCHGRABER, K. und R. RESCH (1997): Konservierung von Preßtrebern sowie deren Einsatz in der Rinderfütterung. 1. Mitteilung: Die Konservierung von Preßtreber mit und ohne Zusätzen. *Die Bodenkultur*, 48, 33–41.
- COTTYN, B. G., CH. V. BOUCQUÉ, J. V. AERTS und F. X. BUYSSE (1975): Digestibilité et valeur alimentaire de dreches de brasserie fraîches ou ensilées. *Revue de l'Agriculture*, 28, 1519–1525.
- COZZI, G. and C. E. POLAN (1994): Corn gluten meal or dried brewers grains as partial replacement for soybean meal in the diet of Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 77, 825–834.
- DAENICKE, R., K. ROHR und F. P. ENGLING (1991): Zum Einfluß von Biertrebersilage in Milchviehrationen auf die Verdaulichkeit und Leistungsparameter. 103. VDLUFA-Kongreß 1991, 539–544.
- DACCORD, R., Y. ARRIGIO und P. AMRHYN (1997): Nährwert von Biertreber beim Wiederkäuer. *Agrarforschung*, 4, 109–110.
- DAVIS, C. L., D. A. GRENAWALT and G. C. MCCOY (1983): Feeding value of pressed brewers' grains for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 66, 73–79.
- DDR-Futterbewertungssystem (1986): Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfes für Fütterung und Futterplanung. Autorenkollektiv, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 5. Auflage, Berlin.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (1991): DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 6. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- ESSL, A. (1987): Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar.
- GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere) – Ausschuß für Bedarfsnormen (1986): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 3: Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) – Ausschuß für Bedarfsnormen (1991): Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.*, 65, 229–234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) – 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 Aufzuchtrindern. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 6, 217–236.
- HARVEY, W. R. (1987): User's Guide for LSMLMW PC-1 Version, Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program, Ohio State University.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) (1989): Ruminant Nutrition – Recommended Allowances and Feed Tables, ed. R. Jarrige, John Libbey Eurotext, London, Paris.
- JOHNSON, C. O. L. E., J. T. HUBER and K. J. KING (1987): Storage and utilization of brewers wet grains in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 70, 98–107.
- 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.
- ELLNER, O. und M. BECKER (1971): Grundzüge der Fütterungslehre. 15. Auflage, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- LEBZIEN, P., J. VOIGT, M. GABEL und D. GÄDEKEN (1996): Zur Schätzung der Menge an nutzbarem Rohprotein am Duodenum von Milchkühen. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.*, 76, 218–223.
- MONSDALE, C. (1989): *Straights – Raw Materials for Animal Feed Compounds and Farmers*, Chalcombe Publications, Marlow, 88 S.
- OFFICE (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food – Standing Committee on Tables of Feed Composition) (1992): *Feed Composition – UK Tables of Feed Composition and Nutritive Value for Ruminants*, Chalcombe Publications, Canterbury, 2. Auflage.
- MENKE, K. H. (1987): Rinderfütterung. In: MENKE, K. H. und W. HUSS (Hrsg.): *Tiernahrung und Futtermittelkunde*, UTB Ulmer, 132.
- MERCHEN, N., T. HANSON and T. KLOPFENSTEIN (1979): Ruminal bypass of brewers dried grains protein. *J. Dairy Sci.*, 49, 193–198.
- MILNINSON, D. J. (1990): *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, San Diego, USA, S. 38–41.
- MÜLLER, A. und F. JANS (1997): Silierte Biertreber, eine Proteinkomponente für Milchkühe. *Agrarforschung*, 4, 117–119.
- MURDOCK, F. R., A. S. HODGSON and R. E. RILEY, JR. (1981): Nutritive value of wet brewers grains for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 64, 1826–1832.
- NEHRING, K. (1971): Futtermitteltabelle auf der Grundlage des NEF-Systems. In: *Energetische Futterbewertung und Energienormen* (Federführung: R. SCHIEMANN), VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 275–317.
- NRC (National Research Council) (1982): *United States-Canadian Tables of Feed Composition*, 3. Auflage, National Academy Press, Washington, D.C.
- ORRASSIN, P. R., R. VERITE and A. HODEN (1982): Utilisation des drèches de brasserie ensilées par les vaches laitières. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, INRA*, 47, 27–32.
- ORRASSIN, P. R. und R. VERITE (1985): Influence de l'incorporation de drèches de brasserie ensilées sur les performances des vaches laitières. *Bull. Tech. C.R.Z.V., Theix, INRA*, 62, 47–52.
- ORRASSIN, M. und B. STEFANON (1990): Conservabilità e valore nutritivo delle trebbie di birra. *Zoot. Nutr. Anim.*, 16, 75–86.
- POLAN, C. E., T. A. HERRINGTON, W. A. WARK und L. E. ARMENTANO (1985): Milk production response to diets supplemented with dried brewers grains, wet brewers grains, or soybean meal. *J. Dairy Sci.*, 68, 2016–2026.
- PORTER, R. M. and H. R. CONRAD (1975): Comparative nutritive value of wet and dried brewers grains for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 58, 747–748 (Abstr.).
- POTTHAST, V. (1990): Biertreber werden oft unterschätzt. *Der Tierzüchter*, 42, 112–113.
- RAKES, A. H. and D. G. DAVENPORT (1975): Brewery by-product as a feed for dairy cattle. North Carolina State University, Raleigh. Agricultural Experiment Station. Bulletin No. 450, 1–13.
- RAP (Forschungsanstalt für Nutztiere, Posieux, Schweiz (Hrsg.)) (1994): *Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer*, 3. überarb. Auflage, Zollikofen, Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale.
- ROHR, K., P. LEBZIEN, H. SCHAFFT and E. SCHULZ (1986): Prediction of duodenal flow of non-ammonia nitrogen and amino acid nitrogen in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 14, 29–40.
- SPIEKERS, H. und V. POTTHAST (1995): Bewertung von Preßtrebern – Energiegehalt und Sickersaftverluste. 107. VDLUFA-Kongreß 1995, 945–948.
- STEINWIDDER, A. und L. GRUBER (1997): Vergleich verschiedener Proteinbewertungssysteme für Wiederkäuer. Bericht 24. Tierzuchttagung BAL Gumpenstein, 6. und 7. Mai 1997, 9–24.
- STEINWIDDER, A., R. STÖGERER, L. GRUBER und K. BUCHGRABER (im Druck): *Konservierung von Preßtrebern sowie deren Einsatz in der Rinderfütterung*. 3. Mitteilung: Einsatz von gepreßten silierten oder getrockneten Biertrebern in der Stiermast. *Die Bodenkultur*.
- VAN SOEST, P. J. (1982): *Nutritional ecology of the ruminant*. Corvallis, O & B Books, OR (USA).
- VISSER, H. DE and S. TAMMINGA (1987): Influence of wet vs. dry by-product ingredients and addition of branched-chain volatile fatty acids and valerate to dairy diets. 1. Feed intake, milk production and milk composition. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 35, 163–175.
- WEST, J. M., L. O. ELY and S. A. MARTIN (1994): Wet brewers grains for lactating dairy cows during hot, humid weather. *J. Dairy Sci.*, 77, 196–204.

### **Anschrift der Verfasser**

**Dr. Leonhard Gruber** und **Dr. Andreas Steinwider**, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Abteilung Viehwirtschaft, A-8952 Irdning, Österreich.

**Dipl.-Ing. Rosemarie Stögerer** und **Univ.-Prof. Dr. Franz Lettner**, Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 Wien.

Eingelangt am 20. Februar 1997

Angenommen am 22. Mai 1997