

Aus der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht, Grub

Einsatz von frischem und siliertem Weidelgras bei unterschiedlicher Kraftfutterergänzung und Auswirkungen auf Milch- und Fütterungsparameter von Milchkühen im Sommer

2. Mitteilung: Effekte auf Milchinhaltsstoffe und weitere Qualitätsmerkmale

R. Maierhofer, J. Buchberger, G. Weiß, M. Svetlanska, A. Obermaier

1. Einleitung

Auftretende Schwankungen von Milchinhaltsstoffen in Abhängigkeit vom Jahresverlauf und somit von unterschiedlichen Futterrationen - frisches Gras bzw. Grassilage - sind hinlänglich bekannt.

Ein Vergleich unter gleichen äußeren Bedingungen ist dadurch allerdings nicht gegeben. Aumann et al. (1990) stellten bei ihrer Erhebung in Betrieben mit ganzjähriger Silagefütterung Schwankungen der Milchinhaltsstoffe zwischen Sommer und Winter innerhalb der Betriebe fest. Eine Übertragung der Ergebnisse der Winterfütterung auf die Sommerfütterung ist aus diesem Grund nur bedingt möglich. Als interessante Untersuchungsparameter erschienen die Milchinhaltsstoffe Fett, Eiweiß, die Milchfettsäurezusammensetzung, die Käseereitauglichkeit (Gerinnungszeit, Festigkeit der Labgallerte), der pH-Wert der Milch und die Mengenelemente Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium in der Milch. Die angeführten Parameter wurden verglichen bei Rationen mit frischem und siliertem Weidelgras als Grundfutter.

Neben diesen Milchinhaltsstoffen gewann auch der Milchharnstoffgehalt durch die Möglichkeit einer routinemäßigen Messung über den Milchprüfring in Bayern an Aktualität. Seine Reaktion auf eine unterschiedliche Rohprotein- und Energieversorgung durch vor allem frisches Gras bzw. unterschiedlichen Einsatz von energiereichem Kraftfutter wurde deswegen zusätzlich erfaßt.

2. Material und Methoden

In einem Versuch mit 36 Milchkühen wurde der Einsatz von Frischgras bzw. Grassilage und der Einsatz einer unterschiedlichen Kraftfutterergänzung über 10 Versuchswochen geprüft. Die Einteilung in 4 Fütterungsgruppen (GS/KF10, GS/KF14, Gras/KF10, Gras/KF14) erfolgte auf Grund der Milchleistung und Futterraufnahme einer 5-wöchigen Vorperiode nach dem Prinzip einer Blockbildung. Ein Block beinhaltete vier Tiere mit ähnlicher Milchleistung und Futterraufnahme, wobei die Tiere in einer Vorauswahl bereits in Erstlaktierende und Kühe ab der 2. Laktation unterteilt waren. Die Futterrationsration ist aus Übersicht 1 ersichtlich. Genauere Angaben zu den Versuchsbedingungen hinsichtlich Versorgung, als auch über die Nährstoffqualität und Haltung der Tiere, sind in der Veröffentlichung von Maierhofer et al. (1993) nachzulesen.

Übersicht 1: Rationszusammensetzung der 4 Versuchsgruppen in kg Frischsubstanz

Futtermittel	Versuchsgruppe			
	GS/KF10	GS/KF14	Gras/KF10	Gras/KF14
Maissilage	12	12	12	12
Grassilage	ad lib.	ad lib.	—	—
Frischgras	—	—	ad lib.	ad lib.
Ausgleichskraftfutter	0 - 2	—	0 - 2	—
Leistungskraftfutter	ab 14 kg Milchleistung tierindividuell			
Mineralstoffmischung	0,12	0,12	0,12	0,12

KF = Kraftfuttergruppe; 10, 14 = Kraftfutтереinsatz ab 10 kg bzw. 14 kg Milchleistung; Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung

Die Milchinhaltsstoffe Fett, Eiweiß und Harnstoff wurden am Einzeltier jeweils für das Montag- und Donnerstaggemelk in jeder Woche bestimmt. Dazu wurden auf Grund der Milchmenge, die mit einem Tru-Test-Milkmeter ermittelt wurde, aliquote Tagesproben gezogen. Die Proben wurden mit Natriumazid-Tabletten konserviert und vom Milchprüfring in München nach den Standardmethoden analysiert. Der Fett- und Eiweißgehalt wurde mit dem Milko-Scan-Gerät (IR) ermittelt, während der Harnstoffgehalt mit dem Auto-Analyzer festgestellt wurde.

Neben diesen Standardmilchinhaltsstoffen wurden zusätzlich der pH-Wert, die Gerinnungszeit (r-Wert), die Festigkeit der Labgallerte (A₂₀-Wert), der Gehalt an den Mengenelementen Na, K, Ca und Mg in der Milch aus Sammelproben eines Tagesgemelkes sowie die Fettsäurezusammensetzung aus Sammelproben, für das Morgen- und Abendgemelk getrennt, der Gruppen GS/KF10, GS/KF14, Gras/KF10, Gras/KF14

einmal pro Woche bestimmt, wobei die Probemenge in Abhängigkeit von der Milchleistung der Kuh genommen wurde. Die Fettsäurezusammensetzung für Morgen- (Mo) und Abendmelk (Ab) wurde getrennt bestimmt, um den Einfluß des unterschiedlichen Melkzeitenabstands zu überprüfen (Melkbeginn 6.00, 16.00 Uhr). Die Gerinnungseigenschaften wurden mit dem Gelographen (Gel Instrumente AG/Thalwil/CH) ermittelt. Der r-Wert gibt die Zeit in min. vom Einleiten der Milch bis zum Beginn der Koagulation an. Der A₂₀-Wert gibt die sogenannte Amplitudenbreite in mm an, die 20 Minuten nach dem Einleiten erreicht ist. Dabei gilt, daß eine Labgallerte umso fester ist, je größer der A₂₀-Wert ist. Die Fettsäuremuster wurden nach Extraktion des Milchfettes und Umesterung mit BF₃/CH₃OH gaschromatographisch (PERKIN ELMER 8400) bestimmt. Die Werte werden in Summen-% angegeben (Peakfläche x 100/Summe der Peakflächen). Na und K wurden flammenphotometrisch (Emissionsspektroskopie), Ca und Mg durch Atomabsorption (AAS) bestimmt (PERKIN ELMER 3100).

Zu den Übersichten 2 - 4 sind die Mittelwerte von 8 Untergruppen und den 4 Fütterungsgruppen angegeben. Eine Untergruppe ist die Aufteilung einer Fütterungsgruppe in Erstlaktierende und Kühe ab der 2. Laktation. Die Ergebnisse der Fütterungsgruppen sind für die Einflußgrößen Frischgras bzw. Grassilagefütterung und Fütterung mit bzw. ohne Ausgleichskraftfutter nochmals als Randmittelwerte zusammengefaßt. Die Randmittelwerte sind mit den Standardabweichungen der Einzelwerte angeführt.

Die Untersuchungen der Sammelmilchproben (Übersichten 5, 6, 7, 10) weisen dasselbe Schema auf, wobei die 8 Untergruppen nicht mehr einzeln erfaßt wurden.

Die Mittelwerte der prozentualen Milchfettsäurezusammensetzung wurden als Randmittelwerte für die Haupteinflußfaktoren Gras/GS, KF10/KF14 und Ab/Mo angegeben (Übersichten 8, 9). Signifikante Unterschiede der Randmittelwerte sind mit "*" (p < 0,05) bzw. "****" (p < 0,01) gekennzeichnet. Signifikante Unterschiede zwischen Kühen ab der 2. Laktation und Erstlaktierenden sind nur im Text erwähnt, aus den Übersichten allerdings nicht abzulesen.

Differenzen, die statistisch nicht abzusichern waren, sind bei der Beschreibung im Ergebnisteil mit dem Adverb "nominell" gekennzeichnet.

Für den Milchfett-, Milcheiweiß- und Milchnstoffgehalt wurden drei Abbildungen erstellt, die den Versuchsverlauf aufzeigen. Hierbei wurde nur noch auf den wichtigsten Versuchsfaktor Frischgras- bzw. Grassilagefütterung eingegangen.

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programmpaket SAS nach folgenden Modellen durchgeführt:

$$a) y = \mu + \text{Gras/GS} + \text{KF10/KF14} + \text{KK} + \text{BL(KK)} + \text{Wo} + \text{Gras/GS} \times \text{Wo} + \text{KF10/KF14} \times \text{Wo} + \text{Gras/GS} \times \text{KF10/KF14} + \text{Gras/GS} \times \text{BL(KK)} \times \text{KF10/KF14} \times \text{BL(KK)}$$

für Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalt, die von der Einzelkuh erhoben wurden;

$$b) y = \mu + \text{Gras/GS} + \text{KF10/KF14} + \text{Wo} + \text{Ab/Mo} + \text{Gras/GS} \times \text{Wo} + \text{KF10/KF14} \times \text{Wo} + \text{Gras/GS} \times \text{KF10/KF14}$$

für die Fettsäurezusammensetzung, die in den Sammelproben für Morgen- und Abendmelk gemessen wurden;

$$c) y = \mu + \text{Gras/GS} + \text{KF10/KF14} + \text{Wo} + \text{Gras/GS} \times \text{Wo} + \text{KF10/KF14} \times \text{Wo} + \text{Gras/GS} \times \text{KF10/KF14}$$

für den pH-Wert, die Gerinnungszeit (r-Wert), die Festigkeit der Labgallerte (A₂₀-Wert) und die Mengenelemente Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium, die in den Sammelmilchproben gemessen wurden.

Gras/GS = Frischgras bzw. Grassilagefütterung; KF10/KF14 = mit bzw. ohne Ausgleichskraftfutter; KK = Erstlaktierend bzw. Kühe ab der 2. Laktation; Ab = Abendmelk; Mo = Morgemelk; Wo = Versuchswochen; BL = Block.

3. Ergebnisse

3.1 Milchinhaltsstoffe der Einzelmilchproben

3.1.1 Fettgehalt

Der Milchfettgehalt der Frischgras-Gruppen lag nominell um 0,15 % über dem Fettgehalt der GS-Gruppen von 3,90 %. Aus der Abbildung 1 ist ersichtlich, daß die Differenz zwischen Frischgras- und GS-Fütterung in den Versuchswochen 1 - 4 gering war, sich dann auf 0,20 % in den Wochen 5 - 8 vergrößerte und sich in den letzten 2 Wochen wieder annäherte. Die Differenzen von 0,07 % zwischen KF10-Gruppen und KF14-Gruppen und von 0,06 % zwischen Erstlaktierenden und Kühen ab der 2. Laktation konnten nicht abgesichert werden.

Übersicht 2: Durchschnittlicher Milchfettgehalt (%)

Fütterungsregime		KF10		KF14		
Gras	E.L.	4,18	4,11	3,78	3,97	\bar{x} Gras = 405 ± 0,55
	Kühe	4,09		4,13		
GS	E.L.	3,97	3,89	3,85	3,92	\bar{x} GS = 3,90 ± 0,42
	Kühe	3,83		3,97		
		\bar{x} KF10 = 4,01 ± 0,56		\bar{x} KF14 = 3,94 ± 0,43		
KF = Kraftfuttergruppe; 10, 14 = Kraftfüttereinsatz ab 10 kg bzw. 14 kg Milchleistung; Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung; E.L. = Erstlaktierend; Kühe = Kühe ab 2. Laktation						

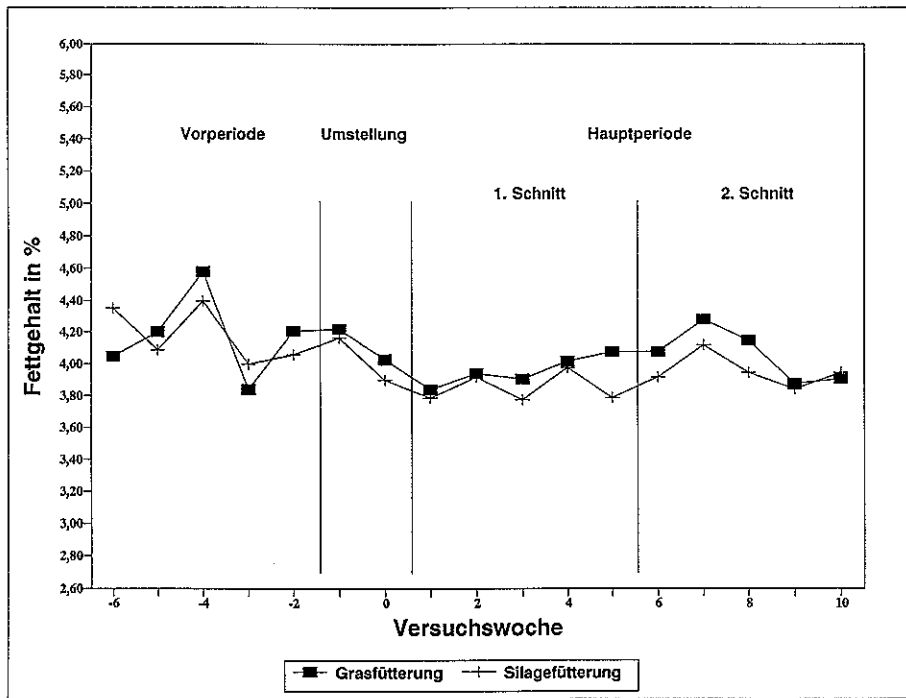


Abbildung 1: Fettgehalt (%) der Milch im Versuchsverlauf (Wochenmittelwerte der Frischgras- bzw. GS-Gruppen)

3.1.2 Eiweißgehalt

Der Eiweißgehalt lag bei den Tieren mit Frischgrasfütterung im Durchschnitt um 0,16 % über dem der Tiere mit Grassilagefütterung, was signifikant abgesichert werden konnte. Aus Abbildung 2 ist zu ersehen, daß der Milcheiweißgehalt von einer gleichen Ausgangsleistung in den letzten 3 Wochen (-4 bis -2) in der Vorperiode während der Umstellungsphase in den Frischgras-Gruppen anstieg. In den ersten Wochen der Hauptperiode lag dann der Wert um 0,20 % über dem der GS-Gruppen und fiel schließlich langsam auf eine Differenz von 0,02 % in der letzten Versuchswoche ab. Beim zweiten Untersuchungsfaktor "Krafftutereinsatz" konnte der Milcheiweißgehalt durch die höhere Krafftuterversorgung erhöht werden, was aber statistisch nicht zu sichern war. Die Erstlaktierenden erreichten einen um 0,11 % signifikant niedrigeren Eiweißgehalt als die Kühe ab der 2. Laktation.

Übersicht 3: Durchschnittlicher Milcheiweißgehalt (%)

Fütterungsregime		KF10		KF14		
Gras	E.L.	3,55	3,54	3,35	3,44	\bar{x} Gras = 3,49* ± 0,31
	Kühe	3,53		3,50		
GS	E.L.	3,24	3,34	3,25	3,32	\bar{x} GS = 3,33 ± 0,26
	Kühe	3,42		3,38		
		\bar{x} KF10 = 3,45 ± 0,36		\bar{x} KF14 = 3,38 ± 0,20		

KF = Krafftuterguppe; 10, 14 = Krafftutereinsatz ab 10 kg bzw. 14 kg Milchleistung; Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung; E.L. = Erstlaktierend; Kühe = Kühe ab 2. Laktation

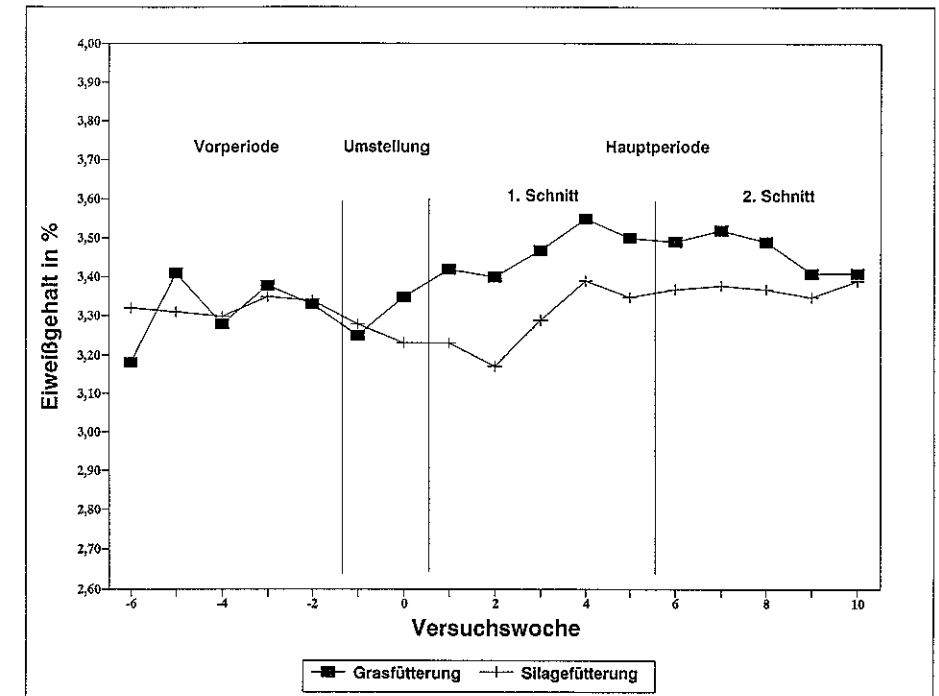


Abbildung 2: Eiweißgehalt (%) der Milch im Versuchsverlauf (Wochenmittelwerte der Frischgras- bzw. GS-Gruppen)

3.1.3 Harnstoffgehalt der Milch

Der Harnstoffgehalt der Milch war bei den GS-Gruppen um ca. 1 mg/100 ml Milch signifikant höher (siehe Übersicht 4), was aber keine Auskunft über den zeitlichen Verlauf gibt. Wie Abbildung 3 zeigt, lag der Harnstoffgehalt in den Versuchswochen 1 und 2 in den Frischgrasgruppen deutlich über den GS-Gruppen, fiel danach für 4 Wochen unter den der GS-Gruppen ab, stieg dann in der 2. und 3. Woche des 2. Schnittes wieder an und sackte schließlich in den letzten 2 Wochen des Versuches wieder deutlich unter die Werte der GS-Gruppen ab. Die Fütterung von Ausgleichskraftfutter hatte keinen Einfluß auf die Harnstoffgehalte. Der Unterschied zwischen Erstlaktierenden und Kühen ab der 2. Laktation war mit 17,8 bzw. 18,3 mg/100 ml signifikant.

Übersicht 4: Durchschnittlicher Milchwarnstoffgehalt (mg/100 ml Milch)

Fütterungsregime		KF10		KF14		
Gras	E.L.	17,3	17,6	18,0	17,8	\bar{x} Gras = 17,7* ± 6,0
	Kühe	17,9	17,6	17,7	17,8	
GS	E.L.	17,8	18,7	18,4	18,3	\bar{x} GS = 18,5 ± 2,6
	Kühe	19,4	18,7	18,2	18,3	
		\bar{x} KF10 = 18,1 ± 4,9		\bar{x} KF14 = 18,1 ± 4,4		

KF = Kraftfuttergruppe; 10, 14 = Kraftfuttermenge ab 10 kg bzw. 14 kg Milchleistung; Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung; E.L. = Erstlaktierend; Kühe = Kühe ab 2. Laktation

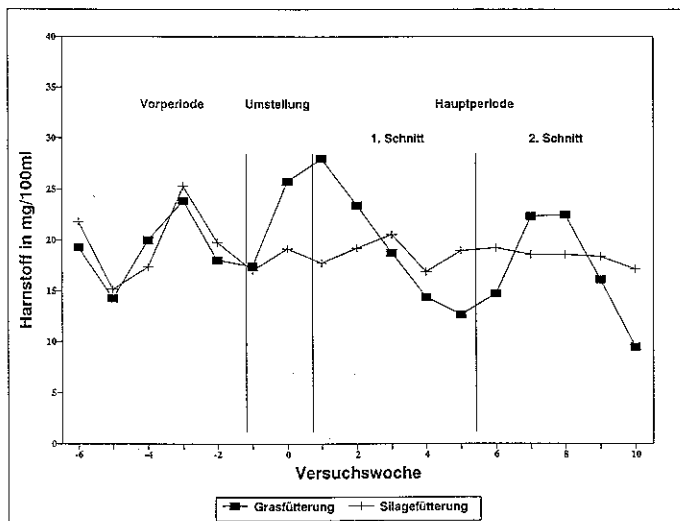


Abbildung 3: Harnstoffgehalt (mg/100 ml) der Milch im Versuchsverlauf (Wochenmittelwerte der Frischgras- bzw. GS-Gruppen)

3.2 Eigenschaften und Inhaltsstoffe der Sammelmilchproben

3.2.1 pH-Wert der Milch

Übersicht 5 zeigt die durchschnittlichen pH-Werte der Sammelmilchproben. Obwohl die pH-Werte zwischen Frischgras- bzw. GS-Fütterung absolut nur geringe Unterschiede aufweisen, konnten sie infolge der geringen Standardabweichungen hoch signifikant abgesichert werden. In der Varianzanalyse konnte nur ein geringer Teil der Streuung nicht zugeordnet werden. Ein Drittel der Streuung war durch das Grundfutter und ein Viertel der Streuung durch den Wocheneinfluß zu erklären. Der unterschiedliche Kraftfuttermenge führte zu keinen Differenzen im pH-Wert der Sammelmilch.

Übersicht 5: Durchschnittliche pH-Werte

Fütterungsregime	KF10	KF14	
Gras	6,72	6,75	\bar{x} Gras = 6,74* ± 0,03
GS	6,79	6,77	\bar{x} GS = 6,78 ± 0,02
	\bar{x} KF10 = 6,76 ± 0,04	\bar{x} KF14 = 6,76 ± 0,03	

KF = Kraftfuttergruppe; 10, 14 = Kraftfuttermenge ab 10 kg bzw. 14 kg Milchleistung; Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung

3.2.2 Gerinnungszeit (r-Wert)

Die Gerinnungszeit bei Frischgrasfütterung war hoch signifikant kürzer als bei GS-Fütterung. Die Fütterung von Ausgleichskraftfutter führt zu einer nominell kürzeren Gerinnungszeit.

Übersicht 6: Durchschnittliche Gerinnungszeit (min)

Fütterungsregime	KF10	KF14	
Gras	9'06"	11'05"	\bar{x} Gras = 10'06*** ± 1'51"
GS	12'40"	11'33"	\bar{x} GS = 12'07" ± 2'22"
	\bar{x} KF10 = 10'53" ± 2'49"	\bar{x} KF14 = 11'19" ± 1'45"	

KF = Kraftfuttergruppe; 10, 14 = Kraftfuttermenge ab 10 kg bzw. 14 kg Milchleistung; Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung

3.2.3 Festigkeit der Labgallerte (A₂₀-Wert)

Aus Übersicht 7 geht hervor, daß die Frischgrasfütterung zu einer hoch signifikant festeren Labgallerte als die GS-Fütterung führte. Die Verfütterung von Ausgleichskraftfutter und damit höheren Kraftfuttermengen ergab nur nominelle Differenzen in der Festigkeit der Labgallerte.

Übersicht 7: Durchschnittliche Festigkeit der Labgallerte (mm) in 20 Minuten

Fütterungsregime	KF10	KF14	
Gras	17,04	16,12	\bar{x} Gras = 16,58** ± 0,76
GS	15,24	16,44	\bar{x} GS = 15,84 ± 0,94
	\bar{x} KF10 = 16,14 ± 1,21	\bar{x} KF14 = 16,28 ± 0,52	
KF = Kraftfuttergruppe; 10, 14 = Kraftfutтереinsatz ab 10 kg bzw. 14 kg Milchleistung; Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung			

3.2.4 Prozentuale Fettsäurezusammensetzung

In Übersicht 8 sind die Randmittelwerte mit den Standardabweichungen der Einzelwerte für die Einflußfaktoren GS/Gras, KF10/KF14 und Ab/Mo der einzelnen Fettsäuren als prozentualer Anteil an den Gesamtfettsäuregehalten angegeben. Die einzelnen Fettsäuren sind weiterhin in Übersicht 9 nochmals als kurz-, mittel- und langkettige bzw. gesättigte und ungesättigte Fettsäuren zusammengefaßt.

Für den Einflußfaktor Frischgras- bzw. Grassilagefütterung wurde im Bereich der kurzkettigen Fettsäuren keine Veränderung festgestellt. Die mittelkettigen Fettsäuren erreichten in den GS-Gruppen einen hoch signifikant höheren Anteil, wobei die gesättigten Fettsäuren C15 und C16 den Ausschlag gaben, da die ungesättigten zugunsten der Frischgrasgruppen abwichen. Langkettige Fettsäuren kamen in Frischgras-Gruppen hoch signifikant häufiger vor, wobei sowohl die gesättigten C17, C18 als auch die ungesättigten C18:1, C18:2 in höheren Anteilen auftraten. Hoch signifikant wirkte sich die Frischgrasfütterung auch auf den Anteil an ungesättigten Fettsäuren aus, der mit Ausnahme von C10:1 und C14:1 statistisch abgesichert werden konnte.

Der Einsatz von 2 kg Ausgleichskraftfutter führte beim prozentualen Gehalt an kurzkettigen Fettsäuren zu einer hoch signifikanten Verringerung, wobei die, statistisch abgesichert, niedrigeren Gehalte der C8-, C10- und C12-Fettsäuren ausschlaggebend waren. Die mittelkettigen Fettsäuren beeinflusste in ihrer Gesamtheit der höhere Kraftfuttereinsatz nicht. Für die einzelnen Fettsäuren konnten die Differenzen jedoch statistisch abgesichert werden. Hierbei war eine Umkehr der Gehaltswerte ab C16 zu beobachten, die sich bei den langkettigen Fettsäuren entsprechend fortsetzte und mit Ausnahme von C18:3- und C20-Fettsäure für alle langkettigen Fettsäuren statistisch signifikant war. Die langkettigen Fettsäuren konnten deswegen in ihrer Gesamtheit ebenfalls abgesichert werden. In bezug auf gesättigte und ungesättigte Fettsäuren

führte die Verfütterung von Ausgleichskraftfutter zu einem hoch signifikant höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren.

Der Einfluß der unterschiedlichen Melkzeit führte bei den kurzkettigen Fettsäuren zu nicht absicherbaren Differenzen. Dagegen lag der prozentuale Gehalt der mittelkettigen Fettsäuren im Morgengemelk signifikant höher, wenngleich die Gehalte der einzelnen Fettsäuren keine einheitliche Tendenz anzeigten und das Ergebnis vor allem durch den höheren Gehalt von C16 verursacht war. Langkettige Fettsäuren kamen im Morgengemelk signifikant niedriger vor, wobei, die einzelnen Fettsäuren betrachtet, alle drei C18-Fettsäuren signifikant niedrigere Gehalte aufwiesen. Der Einfluß der Melkzeit auf gesättigte bzw. ungesättigte Fettsäuren ergab einen hoch signifikant höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren im Abendgemelk. Hierbei wies bei den Einzelwerten nur C18:3 einen nominellen niedrigeren Wert im Abendgemelk auf, alle anderen Gehalte ungesättigter Fettsäuren waren im Abendgemelk höher.

Übersicht 8: Fettsäurezusammensetzung in % der Gesamtfettsäuregehalte in Abhängigkeit von drei Haupteinflußfaktoren (Frischgras- bzw. GS-Fütterung, unterschiedliche Kraftfütterergänzung und Abend- bzw. Morgengemelk)

Fettsäuren	Gras	GS	KF10	KF14	Ab	Mo
C4	3,48	3,50	3,49	3,49	3,49	3,49
C6	3,01	3,04	2,99	3,06	3,01	3,04
C8	1,97	1,95	1,93	1,99**	1,95	1,97
C10	4,32	4,24	4,15	4,40**	4,25	4,30
C10:1	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,43
C12	4,98	4,97	4,81	5,14**	4,96	4,99
C14	13,30	13,52	13,08	13,74**	13,38	13,43
C14:1	1,17	1,15	1,18	1,15*	1,18	1,14*
C15	1,22	1,45**	1,31	1,35**	1,33	1,33
C16	29,01	33,27**	31,35	30,93	30,87	31,41**
C16:1	1,50	1,43**	1,48	1,45*	1,49	1,44**
C17	0,56	0,54	0,56	0,54**	0,55	0,55
C18	9,86	8,31**	9,22	8,94**	9,17	8,99*
C18:1	23,72	20,78**	22,48	22,02*	22,51	21,99
C18:2	0,95	0,85**	0,96	0,84**	0,91	0,89
C18:3	0,50	0,46**	0,48	0,48	0,47	0,48
C20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung; KF10 = Kraftfuttereinsatz ab 10 kg; KF14 = Kraftfuttereinsatz ab 14 kg; Ab = Abendgemelk; Mo = Morgengemelk						

Übersicht 9: Anteil kurz-, mittel-, langkettiger bzw. gesättigter und ungesättigter Fettsäuren in % der Gesamtfettsäuregehalte in Abhängigkeit von drei Haupteinflussfaktoren (Frischgras- bzw. GS-Fütterung, unterschiedliche Kraftfutterergänzung und Abend- bzw. Morgengemelk)

Fettsäuren	Gras	GS	KF10	KF14	Ab	Mo
C2 - C12	18,20	18,12	17,81	18,52 **	18,10	18,23
C14 - C16	46,19	50,82 **	48,41	48,61	48,26	48,75 *
C17 - C20	35,74	31,09 **	33,86	32,96 **	33,77	33,05 *
gesättigt	71,85	74,93 **	73,05	73,73 **	73,12	73,66 **
ungesättigt	28,28	25,11 **	27,02	26,37 **	27,01	26,38 **

C2 - C12 = kurzkettig; C14 - C16 = mittelkettig; C17 - C20 = langkettig; Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung; KF10 = Kraftfuttereinsatz ab 10 kg; KF14 = Kraftfuttereinsatz ab 14 kg; Ab = Abendgemelk; Mo = Morgengemelk

3.2.5 Gehalte der Mengenelemente Natrium, Kalium, Kalzium und Magnesium in der Sammelmilch

In der Übersicht 10 sind die Gehalte der Mengenelemente Natrium, Kalium, Kalzium und Magnesium in den Sammelmilchproben dargestellt. Analog zu den anderen Übersichten sind die Randmittelwerte mit den Standardabweichungen der Einzelwerte angegeben, wobei aus Platzgründen das Zeichen x fehlt. Ein Einfluß des Ausgleichskraftfutters auf die Mengenelemente Na, K, Ca, Mg ist nicht gegeben. Der Unterschied zwischen allen Mittelwerten ist minimal. Trotzdem führte die unterschiedliche Grundfuttermittelversorgung zu hoch signifikanten Unterschieden im Kalium-, Kalzium- und Magnesiumgehalt der Sammelmilchproben. Mit Ausnahme von Natrium konnte bei allen Mengenelementen ein großer Anteil der Streuung dem Faktor "Versuchswoche" zugeordnet werden, so daß der Anteil der Restvarianz bei diesen Elementen an der Gesamtvarianz nur noch 1 - 6 % betrug. Damit lassen sich in absoluten Zahlen geringe Differenzen absichern. Gehalte der Grundfütterungsmittel Frischgras bzw. Grassilage an Na, K, Mg, Ca wurden nicht festgestellt, da sich die Bestimmung der ständig wechselnden Gehalte im Frischgras ziemlich aufwendig gestaltet hätte. Es fielen jedoch zwei Faktoren auf, die für die unterschiedlichen Gehalte von Bedeutung sein könnten. Zum einen kamen die niedrigeren Kaliumgehalte der Frischgrasgruppen erst durch die Proben ab dem 2. Schnitt zustande und zum anderen verhielten sich die Gehalte an Kalium zu Kalzium und Magnesium in der Milch in den vier Fütterungsgruppen antagonistisch.

Übersicht 10: Mengenelemente (mg/100 ml Milch)

	KF10				KF14				\bar{x}			
	Na	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg
Gras	44	152	133	11,3	48	156	130	11,0	46 ± 4	154 ** ± 8	132 ** ± 4	11,1 ** ± 0,8
GS	49	163	127	10,7	44	156	128	10,6	46 ± 4	160 ± 9	128 ± 5	10,6 ± 0,8
\bar{x}	47 ± 4	157 ± 19	130 ± 6	11,0 ± 0,8	46 ± 4	156 ± 7	129 ± 4	10,8 ± 0,9				

KF = Kraftfuttergruppe; 10, 14 = Kraftfuttereinsatz ab 10 kg bzw. 14 kg Milchleistung; Gras = Frischgrasfütterung; GS = Grassilagefütterung

4. Diskussion

4.1 Milchfett

In der Regel liegt der Milchfettgehalt bei der Verfütterung von konservierten Grasprodukten entsprechend einer Winterfütterung höher als bei Verfütterung von Gras im Sommer. Grassilage und Heu bedürfen einer stärkeren Einspeichelung als Gras und weisen meist einen höheren Rohfasergehalt als Gras auf. Die Einspeichelung und der Rohfasergehalt fördern die Entwicklung von cellulolytischen Bakterien im Pansen, womit der Anteil von Essigsäure an den kurzkettigen Fettsäuren und dadurch der Milchfettgehalt erhöht wird. Aumann et al. (1990) konnten bei einem Betriebsvergleich zwischen Ganzjahressilagebetrieben und Betrieben mit Massilagebeifütterung zu Gras den höheren Milchfettgehalt der Ganzjahressilagebetriebe signifikant absichern. In der vorliegenden Untersuchung wiesen jedoch die Frischgras-Gruppen die höheren Milchfettgehalte auf. Eine Begründung liegt in der höheren Rohfaseraufnahme der Frischgrasgruppen, die mit den höchsten Differenzen im Milchfettgehalt korrespondierte.

4.2 Milcheiweißgehalt

Eine bessere Energieversorgung führt zu einer höheren Mikrobenproteinanflutung im Dünndarm und damit zu einer höheren intermediären Rohproteinversorgung. Die Steigerung der Milcheiweißwerte in den Frischgras-Gruppen dürfte darin begründet sein. Warum die Milcheiweißwerte in den Frischgras-Gruppen während des 2. Schnittes auf dem hohen Niveau, trotz einer niedrigeren Energieversorgung, verblieben und die Tiere eher mit einem Milchmengenrückgang reagierten, bleibt unklar. Die nominell höheren Milcheiweißwerte der Gruppen mit der Ausgleichskraftfutterfütterung kann durch die bessere Versorgungslage an Energie erklärt werden. Die höheren Gehalte der Kühe ab der 2. Laktation könnten damit zusammenhängen, daß Erstlaktierende einen Teil des Aminosäureangebots vorrangig für das Körperwachstum verwenden.

4.3 Milchharnstoffgehalt

Der Harnstoffgehalt der Milch ist sehr eng mit dem Harnstoffgehalt im Blut korreliert (Kreuzer et al., 1991). Harnstoff, kann einmal bei fehlender Energieversorgung im Pansen entstehen, wenn abgebautes Rohprotein nicht mehr zu Bakterieneiweiß aufgebaut werden kann bzw. wenn die intermediär vorhandenen Aminosäuren den Bedarf übersteigen und zur Energiegewinnung verwendet werden. Harnstoff ist ein brauchbarer Indikator, der die Rohproteinversorgung anzeigt, wobei das Verhältnis zu Energie zu beachten ist (Kirchgeßner u. Kaufmann, 1987).

In der vorliegenden Untersuchung konnte wegen der Gruppenfütterung keine eindeutige Zuordnung der Milchharnstoffwerte zu der Rohproteinaufnahme des Einzeltieres durchgeführt werden. Nimmt man jedoch die Frischgrasfütterungsgruppen heraus und vergleicht die durchschnittliche Rohprotein- und Energieaufnahme der Untergruppen pro Woche mit den durchschnittlichen Milchharnstoffgehalt pro Untergruppe und Woche, so errechnete sich ein Korrelationskoeffizient zwischen Milchharnstoffgehalt und Rohproteinaufnahme von 0,69 und zwischen Milchharnstoffgehalt und Energieaufnahme von 0,20. Eine aufgestellte Regressionsgleichung ergab folgenden Zusammenhang:

$$y = 13,09 + 0,014 \text{ RP} - 0,274 \text{ En};$$

RP = Rohproteinaufnahme (g); En = Energieaufnahme (MJ NEL).

Das Bestimmtheitsmaß betrug 0,73. Die Frischgrasgruppen wiesen eine entsprechende Spannbreite in den Milchharnstoffgehalten von 9 mg/100 ml bis 29 mg/100 ml auf. Bei den Grassilagegruppen betrug die Spannbreite 16 mg/100 ml - 21 mg/100 ml. Die Korrelationskoeffizienten betragen hier für Milchharnstoffgehalt zu Rohprotein- bzw. Energieaufnahme jeweils 0,07. Die niedrigen Korrelationskoeffizienten bei GS- Fütterung sind durch die geringe Schwankungsbreite beeinflusst.

4.4 Milchinhaltstoffe in den Sammelmilchproben

In den Übersichten der Kapitel 3.2.2 bzw. 3.2.3 wies die Frischgrasfütterung im Vergleich zur GS-Fütterung eine hoch signifikant kürzere Gerinnungszeit bzw. höhere Festigkeit der Labgallerte auf. Hierfür kann keine Erklärung gegeben werden - zudem die Versuchstiere hinsichtlich ihrer Kappa-Caseinvarianten über alle Untergruppen gleichmäßig verteilt waren (bekanntlich beeinflussen die Varianten A und B des Kappa-Caseins die Gerinnungseigenschaften der Milch (Buchberger, 1990)).

Bei den prozentualen Fettgehalten war ein Einfluß der Frischgras- bzw. Grassilagefütterung auf die kurzkettigen Fettsäuren nicht gegeben, was auf annähernd gleiche pH-Verhältnisse im Pansen und damit gleiche Essig- bzw. Buttersäureproduktion schließen läßt. Hierbei sind die niedrigen Rohfasergehalte der GS-Gruppen zu berücksichtigen, die in Rationen mit Konservenfütterung nur selten erreicht werden. Bei den mittel- und langkettigen Fettsäuren fallen vor allem die unterschiedlichen Gehalte der prozentual wichtigsten Fettsäuren C16 (Palmitinsäure) und C18:1 (Ölsäure) ins Gewicht, die durch unterschiedliche Gehalte im Futter verursacht sein dürften, was auch die Differenzen bezüglich gesättigter und ungesättigter Fettsäuren maßgeblich bestimmte. Die Ergebnisse stimmen mit den Mitteilungen zum Grundfüttereinfluß auf die Fettsäurezusammensetzung der Milch (Brandt et al., 1990) überein.

Die zusätzliche Versorgung mit Ausgleichskraftfutter in den Gruppen GS/KF10 bzw. Gras/KF10 dürfte zu einer Erhöhung des Propionsäureanteiles an den kurzkettigen Fettsäuren im Pansen und einer gleichzeitigen Verringerung des Anteiles an Essig- und Buttersäure geführt haben. Der geringere Anteil an kurzkettigen Fettsäuren in der Milch bei Verfütterung von Ausgleichskraftfutter kann damit begründet werden.

Die höheren Gehalte an langkettigen Fettsäuren bei der höheren Kraftfuttermittelsversorgung sind zum einen durch eine allgemeine Verschiebung der prozentualen Gehalte, wenn die Neusynthese von kurzkettigen Fettsäuren geringer ist, und zum anderen durch eine höhere Versorgung an Futterfett durch die höhere Futteraufnahme der KF10-Gruppen zu erklären. Der Milchfettanteil, der aus Körperfett gebildet wird, dürfte wegen der positiven Energiebilanz aller Versuchsgruppen keine Differenzen zwischen den Gruppen erzeugt haben. Die unterschiedlichen Gehalte an gesättigten bzw. ungesättigten Fettsäuren dürften ebenfalls auf die unterschiedliche Futterfettaufnahme zurückgeführt werden.

Die Differenzen zwischen Morgen- und Abendmelk, die bei den mittel- und langkettigen Fettsäuren auftraten, waren auch von den unterschiedlichen Gehalten an C16- bzw. C18:1-Fettsäuren verursacht. Der höhere Gehalt von C16 im Morgemelk ist durch eine längere Melkzwischenzeit erklärbar, was erstens einen längeren Zeitraum für die Neusynthes bedingt und zweitens auch eine höhere Anflutung von Essig- bzw. Buttersäure bedeutet, wenn man von einem gleichmäßigen Abbau der Cellulose im Pansen ausgeht. Der Übergang von ungesättigten Fettsäuren, wie C18:1, kann in einem kürzeren Zeitraum von statten gehen. Der Anteil an gesättigten bzw. ungesättigten Fettsäuren ist analog dazu von diesen beiden Fettsäuren bestimmt.

In 3.2.5 wurde bereits erläutert, daß sich die Gehalte an Mengenelementen in der Milch vor allem wegen der geringen Restvarianz im Hinblick auf Frischgras- bzw. GS-Fütterung absichern ließen. Dies steht in gewissem Widerspruch zur gängigen Lehrmeinung, daß sich die Mengenelemente nicht durch eine Fütterung beeinflussen lassen (Renner, 1974; Kirchgeßner et al., 1965). Ob nun der niedrigere Kaliumgehalt im 2. Schnitt und die Antagonismen (s. 3.2.5) durch zufällige, individuelle Schwankungen entstanden bzw. von der Fütterung beeinflusst sind, kann nicht abschließend geklärt werden, da die Einzelwerte fehlen. Der starke Einfluß der einzelnen Versuchswochen auf den Gehalt an Mengenelementen hängt nicht mit Eutererkrankungen zusammen, die Renner (1974) als möglichen Einflußfaktor auf die Mengenelemente erwähnt.

Interesse an den Ergebnissen ruft der hohe Streuungsanteil der Versuchswoche hervor, der bei Grassilagefütterung nicht durch die Zusammensetzung des Futtermittels erklärt werden kann. Der gleichgerichtete Verlauf aller vier Fütterungsgruppen läßt jedoch auf gerichtete Einflüsse schließen. Aus diesem Grund wurden die Gehalte an Mengenelementen versuchsweise mit Witterungsdaten, wie der maximalen Temperatur bzw. dem Dampfdruck in Korrelation gesetzt, wobei sich für die Temperatur Korrelationskoeffizienten von -0,62; -0,36; -0,45; -0,08 und für den Dampfdruck -0,59; -0,25 ; -0,44; -0,14; für die Elemente K, Ca, Mg und Na ergaben.

5. Zusammenfassung

In einem Versuch mit 36 Milchkühen der Rasse Fleckvieh wurde der Einfluß von Frischgras- bzw. Grassilagefütterung bei unterschiedlichem Kraftfuttereinsatz auf die Milchhaltsstoffe über 10 Versuchswochen untersucht. Die Futterration bestand in allen 4 Gruppen aus 12 kg Maissilage. In zwei Gruppen wurde Frischgras bzw. Grassilage ad libitum verfüttert. Bei je einer wurden 2 kg Ausgleichskraftfutter ab einer Milchleistung von 10 kg eingesetzt. Ab einer Milchleistung von 14 kg erhielten alle Gruppen Leistungskraftfutter.

Gemessen wurden die Milchhaltsstoffe (Fett, Eiweiß, Harnstoff) von Einzelkuhproben bzw. der pH-Wert, die Gerinnungszeit, die Festigkeit der Labgallerte, die Fettsäurezusammensetzung und der Gehalt an Mengenelementen (Na, K, Ca, Mg) in Sammelmilchproben der vier Fütterungsgruppen.

Es waren keine Auswirkungen des Grundfutters bzw. der unterschiedlichen Kraftfütterversorgung auf den durchschnittlichen Milchfettgehalt gegeben. Beim Milcheiweißgehalt waren die Frischgras- den Grassilage-Gruppen signifikant überlegen, die höhere Kraftfütterversorgung führte ebenfalls zu einem nominell höheren Gehalt. Signifikant höhere Harnstoffwerte der Milch waren bei Grassilagefütterung zu verzeichnen, der Einsatz von Ausgleichskraftfutter (Getreide) führte zu keiner Absenkung des Harnstoffgehaltes. Ein Vergleich der einzelnen Wochenmittelwerte führte bei Frischgrasfütterung hierbei jedoch zu erheblichen Schwankungen. Hoch signifikante Einflüsse auf die Sammelmilchproben durch Frischgrasfütterung gegenüber Grassilagefütterung waren beim pH-Wert der Milch, bei der Gerinnungszeit, bei der Festigkeit der Labgallerte und bei den Mengenelementen K, Ca, Mg gegeben, wobei die Signifikanz hier zum Teil durch geringe Abweichungen der Einzelproben zustande kam und die Abweichung absolut nur einige Prozentpunkte betrug. Die unterschiedliche Kraftfütterversorgung führte in keinem der genannten Parameter bei Sammelproben zu signifikanten Unterschieden.

Die Versorgung mit Frischgras verursachte bei der prozentualen Fettsäurezusammensetzung einen nominell höheren Anteil an kurzkettigen, einen hoch signifikant niedrigeren Anteil an mittelkettigen und einen hoch signifikant höheren Anteil an langkettigen Fettsäuren. Eine Aufteilung nach "gesättigt" und "ungesättigt" ergab einen hoch signifikant höheren Gehalt an ungesättigten Fettsäuren in den Frischgrasgruppen. Beim Einflußfaktor "Kraftfutter" führte die zusätzliche Versorgung mit Ausgleichskraftfutter zu jeweils hoch signifikant niedrigeren Gehalten an kurzkettigen und gesättigten Fettsäuren und höheren Gehalten an langkettigen und ungesättigten Fettsäuren. Eine Differenzierung der Fettsäuregehalte nach Abend- bzw. Morgengemelk ergab signifikant niedrigere Gehalte bei mittelkettigen und signifikant höhere Gehalte an langkettigen Fettsäuren im Abendgemelk. Die Differenzen zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren konnten hoch signifikant abgesichert werden, wobei die Gehalte an ungesättigten Fettsäuren im Abendgemelk höher waren.

Summary

Feeding of fresh and ensiled ryegrass with different concentrate supplementation and effects on milk and feeding parameters of dairy cows in summer **2. Effects on milk constituents and additional quality criteria**

In a trial with 36 dairy cows of the Simmental breed, the influence of feeding fresh grass versus grass silage with different concentrate supplementation on milk constituents was studied for a 10-week experimental period. The daily ration consisted of 12 kg maize silage in all four groups. In two groups each, fresh grass or grass silage was fed ad libitum. Within these groups, one each was supplied with 2 kg of a complementary concentrate when milk production exceeded 10 kg. For milk yields exceeding 14 kg, cows of all groups were given a high-yield concentrate.

Milk constituents (fat, protein, urea) were analyzed in samples from individual cows, whereas pH, coagulation time and consistency of the rennin-formed curd, fatty acid composition, and concentration of minerals (Na, K, Ca, Mg) were analyzed in samples of pooled milk from the four feeding groups.

There were no effects of the forage or the different concentrate supplementation on the mean milk fat content. Milk protein content was significantly higher in the fresh-grass groups than in the grass-silage groups; the higher concentrate supplementation also resulted in a nominally higher content. Significantly higher milk urea values were recorded with the feeding of grass silage; supplementation with the complementary concentrate (grain) did not lead to a reduction of the urea content. However, a comparison among the mean values for individual weeks revealed a considerable variation during the feeding of fresh grass. Highly significant effects on pooled milk samples of feeding fresh grass as opposed to grass silage were found for the milk pH, coagulation time, consistency of the rennin curd, and for the minerals K, Ca and Mg, whereby significance was reached in part because of small variations among individual samples, and deviations amounted to merely a few percentage units in absolute terms. The different concentrate supplementation did not significantly affect any of the aforementioned parameters in the pooled milk samples.

In the case of percent fatty acid composition, the feeding of fresh grass caused a nominally higher portion of short-chain, a highly significantly lower portion of medium-chain and a highly significantly higher portion of long-chain fatty acids. Classification into "saturated" and "unsaturated" showed a highly significantly lower contents of unsaturated fatty acids for the fresh-grass groups. For the factor concentrate, the additional supply of the complementary concentrate brought about highly significantly lower contents of short-chain and saturated fatty acids and higher contents of long-chain and unsaturated fatty acids. A differentiation of the fatty acid composition between evening and morning milk yielded significantly lower contents of medium-chain and significantly higher contents of long-chain fatty acids in evening milk. The differences between saturated and unsaturated fatty acids were highly significant, the contents of unsaturated fatty acids being higher in evening milk.

Literatur

- Aumann, J., Nutz, L., Duda, J., 1990: Einfluß des Grundfuttersystems auf die Leistung in Milchviehbetrieben. Schule und Beratung 12/90, IV 1 - 6.
- Brandt, M., Philipczyk, D., Strache, M., 1990: Fütterungsempfehlungen zur Verbesserung der Streichfähigkeit der Butter. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 42, 329 - 338.
- Buchberger, J., 1990: Beeinflußt die Züchtung den technologischen Wert der Milch? Deutsche Milchwirtschaft 41, 1420 - 1423.
- Kirchgeßner, M., Friesecke, H., Koch, G., 1965: Fütterung und Milchzusammensetzung. BLV-Verlag, München, Basel, Wien.
- Kirchgeßner, M., Kaufmann, T. E. G., 1987: Harnstoff und Allantoin in der Milch von Kühen während und nach energetischer Überversorgung. 5. Mitteilung. J. of Animal Physiology and Animal Nutrition 58, 147 - 156.
- Kreuzer, M., Kirchgeßner, M., Blum, J. W., 1991: Konzentration von Hormonen und Stoffwechselparametern im Blutplasma von Kühen während und nach unterschiedlicher Rohproteinzufuhr. J. Animal Physiology and Animal Nutrition 65, 11 - 20.
- Maierhofer, R., Obermaier, A., Svetlanska, M., Aumann, J., 1993: Einsatz von frischem und siliertem Weidelgras bei unterschiedlicher Kraftfutterergänzung und Auswirkungen auf Milch- und Fütterungsparameter von Milchkühen im Sommer. 1. Mitteilung: Futter-, Nährstoff-, Energieaufnahme und Milchleistung. Wirtschaftseigenes Futter 1, 1993, 36 - 51.
- Renner, E., 1974: Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen. 1. Auflage, Volkswirtschaftlicher Verlag, Kempten.

Anschrift der Autoren

Dr. R. Maierhofer, A. Obermaier
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht
Prof.-Dürnwächter-Platz 1
82418 Grub