

Vergleich zwischen biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise im Grünlandbetrieb

2. Mitteilung: Futterraufnahme, Milchleistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit

L. Gruber, R. Steinwender, T. Guggenberger, J. Häusler und A. Schauer

Comparison of organic and conventional farming on a grassland farm

2nd Communication: Feed intake, milk yield, health and fertility parameters

Summary

In a grassland farm at BAL Gumpenstein, organic (BE) and conventional farming (KE) were compared in an interdisciplinary experiment lasting 11 years. The experimental groups differed in the treatment of slurry (aeration and addition of rock-meal in BE), the level of fertilization (147 kg/ha mineral N in KE in addition to slurry), in the method of weed control (only mechanical in BE) and the origin of the concentrate for the dairy cows (from organic farms in BE, *Table 1*). Each experimental group comprised 7 Brown Swiss and Holstein Friesian cows until their withdrawal from the group became necessary. In that case they were replaced with pregnant heifers or young cows (*Table 2*). The feed intake was measured in 12 feeding trials (6 in the summer and 6 in the winter period), each lasting 2 to 3 weeks (n = 83 per group). At the same time the digestibility of the individual forages was tested *in vivo* using 4 wethers each. The milk yield was determined daily for the whole experimental group and also individually for each cow every 42 days by the official milk recording.

On a DM basis, the forage ration consisted of 95 % fresh grass and 5 % hay in summer and 56 % grass silage and 44 % hay in winter (*Table 6*). The forage intake was nearly the same in groups BE and KE (13.4 and 13.1 kg DM per cow and day, *Table 5*). In total 1,203 and 1,285 kg concentrate were fed per cow per year in groups BE and KE, respectively. The OM digestibility of the forages did not differ significantly between the experimental groups (65.8 and 64.5 % in hay, 69.3 and 71.8 % in grass silage and 72.2 and 71.4 % in fresh grass in groups BE and KE, *Table 3*).

The milk yield per cow and year was identical (5,867 and 5,877 kg ECM in groups BE and KE), however the milk production per unit area was 2,000 kg ECM lower in group BE due to the smaller DM yield of grassland and therefore lower stocking rate per hectare (7,516 and 9,507 kg ECM in BE and KE, *Table 7*).

There were no significant differences in any of the health parameters (treatment by the veterinary surgeon, reasons for withdrawal of the cows) between the experimental groups (*Table 8*). However, there was a slight tendency for unfavourable values in group BE (e.g. 5.7 and 4.8 treatments by the

veterinarian per lactation as well as 28 and 23 % replacements per lactation in groups BE and KE, respectively). In the fertility parameters, group BE was in part significantly lower (2.3 and 1.9 services per conception in BE and KE, Non Return Rate 29 and 48 %).

From the present results it can be concluded that organic farming on a grassland farm does not lead to differences in the feed value of the forages, feed intake or milk yield, when compared to conventional farming. However, a lower stocking rate per hectare due to lower DM yield of the grassland has to be taken into account. As a consequence milk production per unit area will be reduced.

Key words: Organic farming, grassland farm, feed intake, milk yield, health and fertility parameters

Zusammenfassung

In einem Mähweidebetrieb der BAL Gumpenstein wurde in einem 11-jährigen interdisziplinären Versuch (1982-1992) die organisch-biologische (BE) mit der konventionellen Wirtschaftsweise (KE) verglichen. Die Versuchsgruppen unterschieden sich in der Behandlung der Gülle (Belüftung und Zusatz von Steinmehl in BE), dem unterschiedlichen Düngungsniveau (zusätzlich zu Gülle 147 kg/ha min. N in KE), der Unkrautbekämpfung (in BE nur mechanisch) und dem Kraftfutter der Kühe (aus biologischem Anbau in BE, Tabelle 1). Pro Versuchsgruppe wurden 7 Kühe der Rassen Brown Swiss und Holstein Friesian bis zu ihrem Ausscheiden gehalten und danach durch Jungkühe ersetzt (Tabelle 2). Die Futteraufnahme wurde durch 12 Futteraufnahmeversuche mit einer Dauer von 2-3 Wochen (6 im Sommer, 6 im Winter) festgestellt (n = 83 je Gruppe). Parallel dazu wurde von den Grundfuttermitteln die Verdaulichkeit *in vivo* mit je 4 Hammeln getestet. Die Milchmenge wurde täglich für jede Versuchsgruppe und alle 42 Tage individuell über die amtliche Leistungskontrolle erhoben.

Die Grundfutterration bestand im Sommer aus 95 % Grünfutter und 5 % Heu, im Winter aus 56 % Grassilage und 44 % Heu (T-Basis, Tabelle 6). Die Grundfutteraufnahme war mit 13,4 und 13,1 kg T in Gruppe BE bzw. KE nahezu gleich (Tabelle 5). Die Kraftfuttermenge betrug 1.203 und 1.285 kg pro Kuh und Jahr in Gruppe BE und KE. Auch die Verdaulichkeit der OM der Grundfutter unterschied sich zwischen den Gruppen nicht signifikant (65,8 und 64,5 % bei Heu, 69,3 und 71,8 % bei Grassilage sowie 72,2 und 71,4 % bei Weidefutter in BE und KE, Tabelle 3).

Die Milchleistung pro Kuh und Jahr war identisch (5.867 bzw. 5.877 kg ECM in Gruppe BE und KE), die Milcherzeugung pro Flächeneinheit dagegen in Gruppe BE wegen des geringeren Grünlandertrages und damit kleinerer Kuhzahl pro Hektar um 2.000 kg niedriger (7.516 bzw. 9.507 kg ECM in BE und KE, Tabelle 7).

In keinem der Gesundheitsparameter (Behandlungen durch Tierarzt, Abgangsursachen) zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (Tabelle 8), allerdings ein leichter Trend zu ungünstigeren Werten in Gruppe BE (z.B. 5,7 und 4,8 Tierarztbehandlungen pro Laktation sowie 28

und 23 % Abgänge je Laktation in Gruppe BE und KE). In den Fruchtbarkeitsparametern war die Gruppe BE zum Teil signifikant unterlegen (Besamungsindex 2,3 und 1,9 in BE und KE, Non Return Rate 29 und 48 %).

Aus den vorliegenden Ergebnissen kann der Schluß gezogen werden, daß die im Versuch angewandte biologische Wirtschaftsweise eines Grünlandbetriebes im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung zu keinen Unterschieden im Futterwert des Wiesenfutters, der Futteraufnahme und der Milchleistung führt. Allerdings ist wegen des geringeren Mengenertrages im Grünland mit einer kleineren Kuhzahl pro Hektar und damit niedrigeren Milcherzeugung pro Flächeneinheit zu rechnen.

Schlagworte: Biologische Bewirtschaftung, Grünlandbetrieb, Futteraufnahme, Milchleistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit.

1. Einleitung und Fragestellung

Um 1960 begannen in Österreich einzelne Betriebe mit der organisch-biologischen Bewirtschaftung. Ab etwa 1975 wurden einige Informationsveranstaltungen (Wintertagung 1974, Universität für Bodenkultur 1976, Naturschutzbund-Tagung 1976) durchgeführt, bei welchen die Anerkennung des biologischen Landbaues und die Notwendigkeit von Forschungsprojekten massiv gefordert wurde. Als Vorteile der biologischen gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung wurden neben grundsätzlichen Unterschieden im Landbau (MATILE 1973) die Verhinderung der Überschussproduktion (STEINKOHL et al. 1990), eine bessere Tiergesundheit und Fruchtbarkeit (AEHNELT und HAHN 1973) und die höhere Qualität der Produkte (MEIER-PLOEGER und VOGTMANN 1989) genannt. Konkrete Forschungsergebnisse insbesondere im viehwirtschaftlichen Bereich waren bis etwa 1980 nur spärlich vorhanden.

An der BAL Gumpenstein wurde daher 1982 ein Forschungsprojekt zum Vergleich der organisch-biologischen mit der konventionellen Wirtschaftsweise im Grünlandbetrieb begonnen und 11 Jahre hindurch bis Ende 1992 durchgeführt. Dazu wurde der Betrieb in eine biologisch (BE) und in eine konventionell bewirtschaftete Einheit (KE) mit vollständig getrennter Bewirtschaftung unterteilt. Die biologische und konventionelle Bewirtschaftung unterschieden sich in der Behandlung des Wirtschaftsdüngers (Gülle), der mineralischen Düngung, der Unkrautbekämpfung und dem Kraftfutter der Kühe (*Tabelle 1*).

Tabelle 1: Versuchsplan

Table 1: Experimental design

Wirtschaftsweise	Biologische Einheit (BE)	Konventionelle Einheit (KE)
Wirtschaftsdüngerbehandlung	Belüftung der Gülle Zusatz von Steinmehl	keine Belüftung kein Güllezusatz
Mineraldüngung	ca. 350 kg/ha Steinmehl	Kalkammonsalpeter (140 – 168 kg/ha NAC)
Unkrautbekämpfung	mechanisch	chemisch und mechanisch
Kraftfutter	Zukauf aus Bio-Betrieben	handelsübliche Kraftfutter- komponenten

Die Zielsetzung des Versuches war, beide Wirtschaftswesen hinsichtlich wichtiger Parameter in Boden und Gülle, Pflanzenbestand, Nährstoffgehalt des Wiesenfutters, Grünlandertrag, Futteraufnahme und Milchleistung sowie Gesundheit und Fruchtbarkeit der Tiere vergleichend zu untersuchen. Die vorliegende Arbeit behandelt Futteraufnahme und Milchleistung der Kühe sowie deren Gesundheits- und Fruchtbarkeitssituation. Der Einfluß der Bewirtschaftung auf Ertrag, Futterqualität und Gülleanfall wird in der 1. Mitteilung beschrieben (STEINWENDER et al. 1999), die Pflanzenbestände und Bodenparameter in der 3. Mitteilung (SOBOTIK et al. 1999).

2. Material und Methoden

2.1 Tiere

In jeder Versuchseinheit standen je 7 Milchkühe. Eine – aus statistischen Gründen erforderliche – höhere Tieranzahl war wegen der begrenzten Flächenausstattung und Personalkapazität sowie des vorhandenen Stallraumes nicht möglich. Zu Versuchsbeginn am 1. Jänner 1982 wurden in jeder Versuchseinheit je 4 Kühe der Rasse Holstein Friesian (HF) und 3 Kühe der Rasse Brown Swiss (BS) eingestellt. Die Laktationszahl lag im Durchschnitt beider Gruppen zu Versuchsbeginn bei 2,3 (BE) bzw. 2,4 (KE). Die Abgänge wurden sofort und vorwiegend durch hochträchtige Kalbinnen oder Jungkühe ersetzt, um den Tierbesatz von 7 Kühen möglichst lückenlos zu erhalten. Über die gesamte Versuchsperiode standen in Gruppe BE 26 Kühe mit 5879 kg und in KE 22 Kühe mit 5988 kg ECM in der Erstlaktation im Versuch. Die Mutterleistung in der ersten Laktation dieser Kühe lag in BE bei 6362 kg, in KE bei 5895 kg ECM (*Tabelle 2*). Von den 26 Kühen in BE gehörten 11 zur Rasse HF und 15 zu BS, in KE 9 zu HF und 13 zu BS. In BE standen die Kühe durchschnittlich 1.077 (76 – 3607) Tage in Versuch, in KE 1.221 (147 – 2177) Tage. Im Gehalt an Milch Inhaltsstoffen waren sowohl bei den Versuchskühen selbst als auch bei deren Müttern zwischen den Versuchsgruppen keine nennenswerten Unterschiede festzustellen. Die Milchleistung der Versuchskühe in der ersten Laktation unterschied sich nur um 109 kg ECM. Der Gesamtzuchtwert Milch und die Mutterleistung war jedoch in Gruppe KE höher als in BE.

Tabelle 2: Kriterien der Versuchskühe und deren Mütter in der 1. Laktation

Table 2: Criteria of experimental cows and their mothers in first lactation

		Biologische Einheit				Konventionelle Einheit			
		x	± s	min	max	x	± s	min	max
<i>Kriterien der Mütter</i>									
Milchmenge	kg	6.098	1.561	3.593	8.316	5.877	1.383	3.296	9.190
Milchmenge	kg ECM	6.362	1.634	3.592	8.865	5.895	1.358	3.150	9.528
Milchfett	%	4,35	0,32	3,82	4,91	4,08	0,36	3,43	4,64
Milcheiweiß	%	3,23	0,25	2,90	3,82	3,12	0,18	2,75	3,49
<i>Versuchskühe in 1. Laktation</i>									
Milchmenge	kg	5.821	1.082	3.933	7.426	5.986	1.311	3.792	9.788
Milchmenge	kg ECM	5.879	1.092	4.080	7.700	5.988	1.323	3.646	9.187
Milchfett	%	4,13	0,26	3,53	4,63	4,06	0,38	3,43	4,84
Milcheiweiß	%	3,12	0,20	2,77	3,46	3,11	0,23	2,77	3,51
Gesamtzuchtwert		93,2	18,5	55,1	117,2	99,3	21,2	46,9	131,9
Tage im Versuch		1.077	910	76	3.607	1.221	639	147	2.177

2.2 Versuchsdurchführung

2.2.1 Fütterung und Futteraufnahme

In der Winterfütterung wurden in beiden Versuchseinheiten Heu und Grassilage aus allen Aufwüchsen verwendet. Maissilage zum Energieausgleich kam aus der Sicht der biologischen Wirtschaftsweise nicht in Betracht. In der Grundfütterration betrug der Anteil an Heu etwa 45 % und an Grassilage etwa 55 % der IT. Wegen des Überhanges an Rohprotein im Grundfutter (GF) wurde das Kraftfutter (KF) nur aus Getreidekomponenten zusammengesetzt. In Gruppe BE wurde Getreide aus organisch-biologischem Anbau eingesetzt und in Gruppe KE handelsübliches Getreide. Kraftfutter wurde im Winter ab einer Milchleistung von 12 kg und im Sommer ab 14 kg eingesetzt (0,5 kg KF pro kg Milch).

Die Untersuchung auf Rückstände von Organochlorverbindungen ergab beim Getreide aus biologischem Anbau bei Hexachlorbenzol (HCB) vereinzelt Werte unter 1 mg je kg Getreide, bei Lindan (γ -HCH) bei den meisten Proben Werte zwischen <1 und 4, bei je 2 Proben 6 bzw. 9 und bei einer Probe 14 mg/kg. Das Getreide aus konventionellem Anbau hatte bei HCB vereinzelt Werte von <1 bis 1 und bei Lindan bei 14 Proben Werte zwischen <1 bis 3, bei 2 Proben 18 bzw. 20 mg/kg und bei einer Gerstenprobe 70 mg/kg. Bei α -HCH und Heptachlor wurden in den untersuchten Proben keine nachweisbaren Rückstände gefunden.

Das Kraftfutter bestand aus 33 % Gerste, 33 % Hafer, 32,5 % Futterweizen (BE) bzw. 32,5 % Mais (KE), 1 % kohlenstoffreichem Futterkalk und 0,5 % Viehsalz. In der Futterfolge erhielten die Kühe zuerst Kraftfutter, dann Rauhfutter und zum Schluß Grassilage zur Sattfütterung. Kraftfutter-Mengen ab 4 kg pro Kuh und Tag wurden in je 2 Teilgaben morgens und abends verabreicht, um einer zu starken pH-Absenkung im Pansen vorzubeugen. Die Hauptfresszeit pro Mahlzeit betrug 4 Stunden. Die Grassilage-Menge wurde so bemessen, daß bis zur nächsten Mahlzeit noch etwas Futter im Barn war und die Kühe auch tagsüber fressen konnten. Die Fütterung richtete sich annähernd an die von STORHAS (1988) zusammengefaßten Ziele einer naturgemäßen Fütterung (in HAIGER/STORHAS/BARTUSSEK 1988). Aus dem Selbstverständnis des naturgemäßen Landbaues resultiert eine grundsätzliche Beschränkung der Viehwirtschaft auf die Möglichkeiten des einzelnen Betriebes. Die Ernährung der Tiere ist daher wesentlich aus dem wirtschaftseigenen Futter zu bestreiten. Das erfordert hohe Qualität der Futtermittel und eine angepaßte Fütterungstechnik. Das wirtschaftseigene Grundfutter ist so zu erzeugen und einzusetzen, daß damit eine möglichst hohe Grundfutterleistung erreicht wird. Zudem ist große Artenvielfalt und die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit anzustreben.

Im Sommer erhielten die Kühe 1 kg Heu als Weidebeifutter, Kraftfutter und zur Sättigung Weidegras. Weidebeginn war je nach Witterung im Frühjahr zwischen 7. und 17. Mai mit etwa 1 Woche Angewöhnungszeit. Die tägliche Weidezeit wurde langsam gesteigert und der Anteil Winterfutter dementsprechend reduziert. Am Morgen betrug die Weidezeit 4 und am Abend 2 Stunden. Weidebeifutter, Kraftfutter, Salz, Mineralstoffmischung und Wasser erhielten die Kühe im Stall. Etwa ab 20. September wurde nur noch einmal am Tag 8 Stunden geweidet. Die Weideführung erfolgte in Form der Portionsweide mit täglicher Vorgabe der benötigten Weidefläche. Zur Weideführung waren je Einheit 6 Koppeln fix eingezäunt. Die weitere Unterteilung erfolgte mit Elektrozaun, ebenso die Ausgrenzung der nicht für die Beweidung vorgesehenen Steilflächen.

Um Daten über die Futterraufnahme der Kühe in beiden Bewirtschaftungssystemen zu erhalten, wurden in den 11 Versuchsjahren während der Winter- und der Sommerperioden insgesamt je 6 Fütterungsversuche mit einer Dauer von jeweils 2 bis 3 Wochen durchgeführt. Von den in diesen Versuchen eingesetzten Grundfuttermitteln wurden Verdauungsversuche mit Hammeln nach den Leitlinien der GfE (1991) durchgeführt. Dazu wurden alle Kühe unabhängig von ihrem Laktationsstadium herangezogen, wobei die übliche Fütterung (Rationsanteile, Futterreihenfolge) beibehalten wurde. Eine durchgehende Erhebung der Futterraufnahme war wegen begrenzter Personalkapazität nicht möglich. Die Fütterungsversuche wurden aus versuchstechnischen und arbeitswirtschaftlichen Gründen in beiden Versuchseinheiten gleichzeitig durchgeführt. Dadurch waren jedoch die Gruppen hinsichtlich Laktationsstadium, Milchleistung, Trockenperiode und Alter teilweise sehr unterschiedlich. Bei der statistischen Auswertung wurden diese Faktoren daher berücksichtigt.

Es muß in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß dieser Versuch die ganzheitliche Betrachtung des Systems BODEN - PFLANZE - TIER in einem weitgehend geschlossenen Nährstoffkreislauf eines Grünlandbetriebes als Zielsetzung hatte. Einzelfragen können daher in einem solchen Vergleichsversuch nicht ohne weiteres für sich isoliert, sondern nur in Zusammenschau des ganzheitlichen Systems gesehen werden.

2.2.2 Milchleistung

Die Milchleistung wurde täglich, für beide Versuchsgruppen getrennt, im Milchtank als Gruppenmittelwert festgestellt. Daneben standen auch die Ergebnisse der amtlichen Milchleistungskontrolle zur Verfügung. Die Ergebnisse der Milchleistungskontrolle ergaben absolut höhere Werte (im Durchschnitt 847 kg ECM), die Relation der Milchleistung zwischen den Versuchsgruppen war jedoch gleich. Da die täglich erhobene Milchleistung den tatsächlichen Ergebnissen entspricht, wurde diese zur Auswertung herangezogen. Die Gehalte an Milchinhaltsstoffen wurden aus der amtlichen Milchleistungskontrolle errechnet.

2.2.3 Fruchtbarkeit und Gesundheit

Zur Erfassung möglicher systembedingter Unterschiede in der Fruchtbarkeit und Gesundheit der Tiere war Grundbedingung, daß die Kühe so lange wie möglich im Versuch blieben. Die Tiere wurden daher nur wegen nicht heilbarer Sterilität, Mastitis, schweren Zitzenverletzungen und sonstigen die Gesundheit und Leistung schwer beeinträchtigenden oder lebensbedrohenden Krankheiten aus dem Versuch genommen und durch hochträchtige Kalbinnen oder Jungkühe ersetzt. Alle erforderlichen tierärztlichen Behandlungen wurden individuell, zahlenmäßig und krankheitsspezifisch festgehalten.

2.2.4 Chemische Analysen und statistische Auswertung

Die chemischen Analysen erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender Nährstoffe wurden mit Tecator®-Geräten analysiert. Für die Energiebewertung (GE, ME, NEL) wurden die Formeln der GEH (1986) und die Verdauungskoeffizienten der DLG (1991) herangezogen. Die *in vivo* an Hammeln erarbeiteten Verdaulichkeiten wurden nur an den in den Fütterungsversuchen verfütterten Grundfuttermitteln angewendet. Die Proteinbewertung wurde nach dem System „Nutzbares Rohprotein am Dünndarm“ (nXP) der GfE (1997) durchgeführt.

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm LSMLMW PC-1 Version durchgeführt (HARVEY 1987). Für die statistische Auswertung wurden folgende Modelle angewandt:

Futteraufnahme:

$$y = \text{Gruppe} + \text{Tier} + \text{Saison} + \text{Laktationszahl} + \text{Lakt./Trocken} + \text{Gruppe} * \text{Saison} + \text{KF} + \text{ECM} + \text{Laktationstag}$$

Milchleistung:

$$y = \text{Gruppe} + \text{Jahr} + \text{Zuchtwert-Milch}$$

Fruchtbarkeit und Gesundheit:

$$y = \text{Gruppe} + \text{Tier} + \text{Laktationszahl}$$

Die Ergebnisse sind als LS-Mittelwerte zusammen mit der Standardabweichung innerhalb Gruppen und den dazugehörigen P-Werten angeführt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Futteraufnahme

3.1.1 Nährstoffgehalt der Grundfutter in den Fütterungsversuchen

Die Nährstoffgehalte der in den Fütterungsversuchen verwendeten Futtermittel sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Sie entsprechen weitgehend den in der 1. Mitteilung angeführten Werten (STEINWENDER et al. 1999). Insgesamt betrachtet, wiesen die Grundfutter aus konventioneller Bewirtschaftung (KE) signifikant höhere Proteingehalte auf. Es besteht auch ein Trend zu einem höheren Gehalt an Rohfaser und Gerüstsubstanzen. Beide Ergebnisse lassen sich mit der höheren N-Versorgung der Pflanzen in Gruppe KE erklären (MINSON 1990).

Im Durchschnitt wiesen Heu, Grassilage und Grünfutter eine Verdaulichkeit der OM (dO) von 65.2, 70.5 und 71.8 % auf. Im Durchschnitt aller Grundfuttermittel wurde in BE eine Verdaulichkeit von 69.1 und in KE von 69.2 % dO ermittelt, also nahezu eine Gleichwertigkeit. In den einzelnen Rohnährstoffen zeigten sich leichte, jedoch nicht signifikante Unterschiede der Verdaulichkeit, die sich gegenseitig aufhoben. Die höhere Verdaulichkeit des Proteins in Gruppe KE kommt durch den höheren Proteingehalt zustande, ist jedoch nicht von physiologischer Aussagekraft, da bei hohem Proteingehalt N-Verluste im Pansen zu erwarten sind (GEH 1986, GfE 1997).

Tabelle 3: Nährstoffgehalt der Futtermittel in den 12 Fütterungsversuchen ^{1), 2)}
 Table 3: Nutrient content in the 12 feeding trials

		Heu		Grassilage		Weidefutter		Krafftutter	
		BE	KE	BE	KE	BE	KE	BE	KE
Anzahl Analysen		12	12	6	6	6	6	12	12
Rohnährstoffgehalt									
T	g/kg F	870	872	303	335	171	163	880	880
XP	g/kg T	121 ^A	134 ^B	157 ^a	164 ^b	173 ^A	186 ^B	108 ^A	112 ^B
XL	g/kg T	23	23	39 ^a	41 ^b	26	27	24 ^A	31 ^B
XF	g/kg T	296	301	251	257	237	240	77 ^A	69 ^B
XX	g/kg T	464 ^A	447 ^B	412	424	452 ^a	437 ^b	750	749
XA	g/kg T	96	96	141 ^A	115 ^B	112	111	40 ^a	39 ^b
Gerüstsubstanzen									
NDF	g/kg T	522	549	445	463	484	504	-	-
ADF	g/kg T	329	346	315	299	303	303	-	-
ADL	g/kg T	37	39	37	33	43	45	-	-
Verdaulichkeit									
OM	%	65,8	64,5	69,3	71,8	72,2	71,4	-	-
XP	%	62,7	65,3	64,4	69,5	68,3	69,7	-	-
XL	%	33,1	33,6	54,9	61,5	29,9	29,8	-	-
XF	%	65,2	63,9	74,1	75,3	74,0	74,0	-	-
XX	%	68,9	66,1	68,8	71,5	75,3	73,6	-	-
Energiegehalt									
ME	MJ/kg T	9,17 ^a	8,96 ^b	9,39 ^A	9,96 ^B	9,66	9,65	11,95 ^A	12,54 ^B
NEL	MJ/kg T	5,40 ^a	5,25 ^b	5,55 ^A	5,93 ^B	5,74	5,72	7,50 ^A	7,91 ^B
Mengenelemente									
Ca	g/kg T	6,2	6,1	8,5 ^A	7,5 ^B	9,6	9,2	5,2	5,2
P	g/kg T	3,2	3,2	3,7 ^a	3,6 ^b	4,1	4,1	3,7	3,6
Mg	g/kg T	2,5	2,6	3,7 ^A	3,2 ^B	3,6	3,7	1,4	1,3
K	g/kg T	20,8	20,8	23,0 ^a	21,8 ^b	23,4 ^A	21,1 ^B	4,3	4,1
Na	g/kg T	0,28 ^a	0,31 ^b	0,60 ^A	1,63 ^B	0,59	0,64	2,3	2,4
Spurenelemente									
Mn	mg/kg T	83 ^a	89 ^b	143 ^A	116 ^B	95 ^a	111 ^b	61 ^A	42 ^B
Zn	mg/kg T	28 ^a	30 ^b	45 ^A	39 ^B	40 ^A	45 ^B	36	35
Cu	mg/kg T	8,1 ^A	8,8 ^B	12,6 ^A	11,2 ^B	11,5	11,9	6,3	6,7

¹⁾ Mittelwerte mit unterschiedlichen Großbuchstaben unterscheiden sich hochsignifikant ($P < 0,01$)

²⁾ Mittelwerte mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$)

3.1.2 Nährstoffgehalt der Krafftutterkomponenten und Krafftuttermischungen

Im Nährstoffgehalt der Krafftuttermischungen für die Gruppen BE und KE ergaben sich leichte Unterschiede. Das Krafftutter in BE wies einen höheren Protein- und Rohfasergehalt auf. Dies ist vor allem auf die Verwendung von Weizen in BE und Mais in KE zurückzuführen (Tabelle 4). Auch die beiden Haferkomponenten aus biologischer bzw. konventioneller Erzeugung unterschieden sich entsprechend.

Tabelle 4: Nährstoffgehalt der Kraftfutterkomponenten und Kraftfuttermischungen
Table 4: Nutrient content of concentrate components and concentrate mixes

		Gerste		Hafer		Weizen	Mais	KF-Mischung	
		BE	KE	BE	KE	BE	KE	BE	KE
Anzahl Analysen		16	9	15	9	17	7	24	48
Rohnährstoffgehalt									
XP	g/kg T	110	120	119	110	127	105	117	109
XL	g/kg T	20	19	46	43	17	41	24	31
XF	g/kg T	60	62	149	140	38	49	77	69
XX	g/kg T	784	773	655	673	795	786	742	752
XA	g/kg T	26	26	31	33	23	19	40	39
Energiegehalt									
ME	MJ/kg T	13,35	13,28	11,50	11,52	13,92	14,22	11,95	12,54
NEL	MJ/kg T	8,57	8,50	7,01	7,04	9,03	9,22	7,50	7,90
Mengenelemente									
Ca	g/kg T	0,7	0,8	1,2	1,2	0,5	0,5	4,6	4,6
P	g/kg T	3,8	3,8	3,7	3,6	3,8	3,3	3,7	3,5
Mg	g/kg T	1,2	1,2	1,4	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2
K	g/kg T	4,9	4,2	4,1	3,6	4,1	3,1	4,3	4,1
Na	g/kg T	0,09	0,07	0,06	0,11	0,05	0,03	1,89	1,89
Spurenelemente									
Mn	mg/kg T	18	20	56	50	44	14	39	26
Zn	mg/kg T	30	27	34	28	34	24	32	25
Cu	mg/kg T	5,7	5,1	5,3	4,7	5,0	2,9	5,3	4,0

3.1.3 Futter- und Nährstoffaufnahme

Die Futter- und Nährstoffaufnahme der Kühe bei Sommer- und Winterfütterung ist in Tabelle 5 angegeben. In der statistischen Auswertung werden die P-Werte für den Effekt der Wirtschaftsweise „W“ (BE, KE), der Saison „S“ (Sommer, Winter) und der Wechselwirkung Wirtschaftsweise * Saison (W * S) angeführt. In keinem der Futter- und Nährstoffaufnahmekriterien zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen Wirtschaftsweise und Saison, d.h. der Einfluß der Wirtschaftsweise wirkte sich in beiden Saisonen gleich aus.

Die Kühe der beiden Versuchsgruppen BE und KE unterschieden sich zum Zeitpunkt der Futteraufnahmeversuche, wie in 2.2.1 angeführt, hinsichtlich Laktationsstadium (179 bzw. 159 Laktationstage), Milchleistung (17,1 bzw. 19,8 kg ECM) und folglich auch Kraftfutterniveau (1,8 bzw. 2,0 kg T). Daher wurden diese Parameter in der statistischen Auswertung als Kovariable berücksichtigt. Auch der Anteil trockenstehender Kühe war nicht gleich verteilt (17 bzw. 7 % im Sommer, 10 bzw. 34 % im Winter). Neben dem zufälligen Effekt „Tier“ wurden im statistischen Modell als fixe Effekte „Wirtschaftsweise“, „Saison“, „Laktationszahl“ und „Laktierend/Trocken“ verwendet.

Mit Ausnahme des Proteins waren in der Futter- und Nährstoffaufnahme keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festzustellen. Sowohl im Sommer als auch im Winter zeigte sich ein leichter Trend einer höheren Grund- und Gesamtfutteraufnahme in Gruppe BE

verglichen mit KE (13,4 bzw. 13,1 kg T Grundfutter). Bezogen auf metabolische Lebendmasse lagen die Unterschiede an der Signifikanzgrenze ($P = 0,08$). Vom Grünfutter nahmen die Kühe hochsignifikant mehr auf als vom konservierten Winterfutter ($P < 0,000$). Dies steht im Einklang mit Ergebnissen einer Erhebung in Praxisbetrieben Österreichs (GRUBER und STEINWENDER 1992). Bedingt durch die Least Squares-Analyse (HARVEY 1987) ergaben sich geringfügige Aufnahmen von Grünfutter im Winter bzw. Grassilage im Sommer, die tatsächlich nicht verfüttert und in Tabelle 5 daher auch nicht angegeben werden. Da die übrigen Parameter (z.B. Aufnahme an Grundfutter, Energie, Protein etc.) jedoch direkt aus der statistischen Analyse übernommen wurden, können sich bei von einander abhängigen Variablen bei Summenbildung etc. leichte Abweichungen zu den Werten in Tabelle 5 und 6 ergeben. Insgesamt ist das Futterniveau mit 2,4 APL (animal production level = Vielfaches des Erhaltungsbedarfes) auf Grund der relativ niedrigen Milchleistung und fortgeschrittenen Laktation bzw. Mitberücksichtigung trockenstehender Kühe relativ niedrig. Die Milchleistung aus dem Grundfutter betrug 15,1 kg im Sommer und 9,4 kg im Winter. Die tatsächliche Kraftfutteraufnahme betrug 1.203 kg in Gruppe BE und 1.285 in KE pro Jahr, dies sind im Durchschnitt 3,30 bzw. 3,52 kg pro Tier und Tag.

Die Tiere waren deutlich mit Protein übertversorgt, sowohl wenn das frühere Proteinbewertungssystem nach Rohprotein (GEH 1986) als auch das aktuelle System nach nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (GfE 1997) zu Grunde gelegt wird. Dies wird auch an der positiven N-Bilanz im Pansen im Ausmaß von 27 – 101 g/Tag sichtbar (Tabelle 5). Solche N-Überschüsse im Pansen ergeben sich in reinen Grünlandrationen ohne Maissilage und bei einem niedrigen Kraftfutterniveau wie im vorliegenden Versuch. Die insgesamt ungünstigen Fruchtbarkeitsdaten dieses Versuches sind auch vor diesem Hintergrund zu sehen (siehe Abschnitt 3.3). BUTLER (1998) berichtet von negativen Einflüssen hoher Proteingehalte auf die Fruchtbarkeit. Über das ganze Jahr betrachtet waren die Kühe energetisch leicht übertversorgt, was auch an den Lebendmassezunahmen sichtbar ist (Tabelle 5). Allerdings reichte im Winter die Energieaufnahme nicht zur Bedarfsdeckung (93 %), während im Sommer eine rechnerische Energiebilanz von 118 % auftrat.

Auf dem Versuchsgut Chamau in der Schweiz haben BIERI und LEUENBERGER (1982) mit Kühen der Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein Friesian Futtermittelverzehrerhebungen im Sommer und Winter durchgeführt. Im Mittel aller Rassen wurden 12,0 kg T Grundfutter aufgenommen. Eine norwegische Untersuchung gibt nach Umstellung einer Milchviehherde auf ökologische Milchproduktion die Grundfutteraufnahme im Winter mit 11 - 13 kg T pro Kuh und Tag an (OLESEN et al. 1997).

JANS (1981) fand Grundfutteraufnahmen von 12,3 – 14,2 kg T. Auf beste Grundfutterqualität mit hohem Energiegehalt und niedrigem Rohfasergehalt sowie einem Gräseranteil möglichst unter 60 % des Pflanzenbestandes wird besonders hingewiesen. Nach Untersuchungen von GFRÖRER (1983) kann unter praxisüblichen Bedingungen im Herdendurchschnitt von einer mittleren täglichen Grundfutteraufnahme von etwa 12 kg T ausgegangen werden. Eine grundlegende Übersicht der

Einflußfaktoren auf die Grundfutteraufnahme bei Milchkühen wird von KIRCHGESSNER und SCHWARZ (1984) gegeben. Neben physiologischen und nutritiven Einflußfaktoren auf die Grundfutteraufnahme spielt auch die Fütterungstechnik eine Rolle.

Von Praktikern der biologischen Wirtschaftsweise wird häufig der Standpunkt vertreten, den ersten Grünlandaufwuchs erst relativ spät zu mähen. Begründet wird dies damit, daß durch das Aussamen der Pflanzenbestand des Dauergrünlandes besser und artenreicher erhalten werden kann. Diese Auffassung widerspricht aber gänzlich den Forderungen einer hohen Grundfutteraufnahme und Grundfutterleistung, da derartiges Wiesenfutter zu niedrigen Futteraufnahmen führt. Außerdem müßte bei Rationen mit schlechter Grundfutterqualität der Kraftfuttereinsatz deutlich erhöht oder starke Leistungseinbußen in Kauf genommen werden. Es muß vielmehr für die biologisch wirtschaftenden Betriebe gefordert werden, bestes Grundfutter in der Milchviehfütterung einzusetzen, um eine hohe Futteraufnahme und damit eine hohe Grundfutterleistung zu erzielen. Dies kann nur durch einen abgestuften Wiesenbau erreicht werden, bei dem auf jedem Betrieb wenig, mittel und sehr intensiv genutzte Flächen vorhanden sind (DIETL 1989).

Die Ursache für niedrige Grundfutterleistungen in biologisch geführten Betrieben liegt sehr oft in einer zu späten Ernte des Wiesenfutters (TIEB und KALLAGE 1991). Dieses Problem ist jedoch auch in konventionell geführten Betrieben anzutreffen. WÜST und SCHWARZ (1994) fanden in ökologisch wirtschaftenden Betrieben einen relativ hohen Heuanteil und hohe Grundfutteraufnahmen, die aber eine beträchtliche Schwankungsbreite von 12,5 bis 20,5 kg T zeigten. Als Konsequenz für die Praxis werden ein angepaßter Schnittzeitpunkt und sorgfältige Erntetechnik gefordert, um eine hohe Futterqualität und Verzehrtrate bei optimaler Fütterungstechnik zu erreichen. Unter Berücksichtigung dieser Punkte sind hohe Laktationsleistungen von 5.000 – 6.000 kg Milch pro Jahr aus dem Grundfutter möglich. Der Nähr- und Mineralstoffgehalt im Grundfutter ist keine konstante Größe, sondern unterliegt vielen Einflüssen (GRUBER und STEINWENDER 1992, GRUBER et al. 1994). Für eine bedarfsgerechte und ökologisch orientierte Fütterung werden den Praxisbetrieben die Untersuchung des wirtschaftseigenen Grundfutters, die Futteraufnahme-Erhebung und die daraus resultierende Mineralstoffergänzung in der richtigen Menge und Zusammensetzung empfohlen.

Das Futterangebot auf der Weide beeinflußt die Futteraufnahme sehr stark (KIRCHGESSNER und ROTH 1972). Der Verzehr an Weidegras betrug bei dem relativ hohen Futterangebot von 21 bis 24 kg T je Kuh und Tag im Durchschnitt 14,3 kg T. Vom angebotenen Futter sind nur etwa 65 % aufgenommen worden. Auch nach Untersuchungen von MOTT (1981) steigt die Futteraufnahme mit steigendem Futterangebot an. Ab einem Futterangebot von 19 kg T bleibt sie auf annähernd 15 kg T konstant und die Weidereste nehmen bei hohem Futterangebot überproportional zu. Daneben haben die Verdaulichkeit und andere Faktoren wie z.B. vorherige Mähnutzung großen Einfluß auf die Futteraufnahme. Bis etwa Juli ist mit 13 - 15 kg T-Aufnahme je Kuh und mit 18 - 20 kg Milch zu rechnen. Später nehmen Futteraufnahme und Milchleistung aus dem Weidegras deutlich ab. Auch auf

den negativen Einfluß von regennassem Weidefutter wird hingewiesen. Bei der Beurteilung der vorliegenden Futteraufnahmen im Sommer ist zu berücksichtigen, daß diese aus Gründen der einfacheren Versuchsdurchführung im Stall erhoben wurden, während die Kühe ansonsten geweidet wurden. MANUSCH et al. (1993) geben an, daß Kühe bei Weidegang gegenüber Stallfütterung etwa 1,0 kg T mehr Grundfutter aufnehmen, weil die Tiere bei entsprechendem Futterangebot die Möglichkeit der Selektion von nährstoffreicherem Futter haben. Dies führte zu einer signifikant höheren Energieaufnahme und Milchleistung (SCHWARZ et al. 1993). STEINWIDDER et al. (2001) fanden dagegen keine wesentlichen Unterschiede zwischen Stall- und Weidefütterung, wobei allerdings in deren Untersuchung der Anteil des Grünfutters bzw. der Weide nur etwa 60 % des Grundfutters betrug und auch der Krafffutteranteil mit 28 % des Gesamtfutters deutlich höher war als bei MANUSCH et al. (1993). Die Untersuchungen von STEINWIDDER et al. (2001) wurden erst ab dem 2. Aufwuchs durchgeführt. Besonders der 1. Aufwuchs bietet durch den hohen Stängelanteil – in weit stärkerem Ausmaß als die weiteren Aufwüchse – die Möglichkeit zur Futterselektion, was die unterschiedlichen Versuchsergebnisse hauptsächlich erklärt.

Nach GFRÖRER (1967) wird die T-Aufnahme auf der Weide vielfach überschätzt. Insbesondere bei schlechten Winterfütterationen kommt es nach Weideaustrieb zu einem kompensatorischen Leistungsanstieg. Eine Schwachstelle ist die Übergangsfütterung, die im allgemeinen zu rasch erfolgt. Nach Erhebungen in bayerischen Betrieben war die Futteraufnahme bei hohem Gräser- und niedrigem Kleeanteil (86 bzw. 2 %) wesentlich schlechter als bei mäßigem Gräser- und hohem Kleeanteil (53 bzw. 28 %). ELSÄSSER und KUNZ (1988) fanden große Ertragsunterschiede zwischen Schnittnutzung und Mähweide und führen die Unterschiede auf die Zerstörungen an der Grasnarbe durch die Weidetiere zurück. Das Futter von den Parzellen mit ausschließlicher PK-Düngung wurde augenscheinlich lieber gefressen als das von Parzellen mit zusätzlicher N- oder Gülledüngung.

Die mittlere tägliche Mineralstoffaufnahme reichte nach ROTH und KIRCHGESSNER (1972) im Mittel bei den unterstellten Bedarfsnormen für Ca, P und Mg aus. In 43 bzw. 45 % reichte die Aufnahme an Ca bzw. P aber nicht aus, um Milchleistungen bis etwa 15 – 20 kg abzudecken. Viehsalzgaben zur Na-Versorgung sind in allen Fällen erforderlich. Magnesium wird bei Weide deutlich schlechter verwertet. Im vorliegenden Versuch war aber in keinem Fall ein Verdacht auf Weidetetanie gegeben und der Mg-Gehalt im Weidegras war mehr als ausreichend. Beim Übergang von der Winter- auf die Sommerfütterung können sich auch Schwierigkeiten bei der Vitamin-A-Versorgung ergeben. ROHR (1976) weist auf den Rückgang der Futteraufnahme bei regennasser Weide und auf die Notwendigkeit entsprechender Weidefutter-Ergänzung in solchen Fällen hin. Bei der Versuchsdurchführung erwies sich der Übergang vom 1. zum 2. Aufwuchs in Jahren mit verzögertem Vegetationsbeginn besonders schwierig.

Tabelle 5: Futteraufnahme und Nährstoffversorgung

Table 5: Feed intake and nutrient supply

Saison (S)		So und Wi		Sommer		Winter		s _e	P-Werte		
Wirtschaftsweise (W)		BE	KE	BE	KE	BE	KE		W	S	W * S
Anzahl Kühe	n	83	83	41	42	42	41				
Lebendmasse	kg	608	622	596	614	621	629	30	0,363	0,009	0,416
LM-Zunahme	g/Tag	1.217	630	1.766	1.116	668	144	1.423	0,024	0,004	0,818
Futterraufnahme pro Tag											
Grundfutter	kg T	13,41	13,13	14,75	14,49	12,07	11,77	1,29	0,352	0,000	0,947
Heu	kg T	2,95	2,57	0,75	0,59	5,14	4,54	1,92	0,127	0,000	0,555
Grassilage	kg T	3,19	3,33	-	-	6,24	6,45	1,64	0,532	-	-
Weidefutter	kg T	7,28	7,23	13,88	13,69	-	-	1,07	0,814	-	-
Mineralstoffe	g T	98	96	93	89	103	104	1	0,755	0,039	0,529
Gesamtfutter	kg T	15,06	14,78	16,40	16,13	13,73	13,43	1,28	0,354	0,000	0,956
Grundfutter	g T/LM ^x	110	106	123	118	97	94	11	0,077	0,000	0,502
Gesamtfutter	g T/LM ^x	124	120	137	131	111	108	11	0,083	0,000	0,447
Nährstoffaufnahme je Tag											
Grundfutter											
XP	g	2.103	2.225	2.467	2.619	1.738	1.832	280	0,026	0,000	0,592
nXP	g	1.724	1.729	1.934	1.926	1.514	1.532	172	0,887	0,000	0,692
NEL	MJ	75,4	74,7	84,6	82,8	66,2	66,5	7,8	0,686	0,000	0,476
Gesamtfutter											
XP	g	2.270	2.400	2.642	2.799	1.897	2.001	280	0,016	0,000	0,620
nXP	g	1.949	1.970	2.168	2.169	1.729	1.772	172	0,585	0,000	0,522
rum. N-Bilanz	g	51	69	76	101	27	37	29	0,000	0,000	0,171
NEL	MJ	86,8	86,7	96,4	94,8	77,1	78,5	7,8	0,956	0,000	0,329
Nährstoffversorgung											
Milch aus GF	kg	12,48	12,06	15,56	14,72	9,40	9,39	2,49	0,424	0,000	0,391
Milch aus GES	kg	16,06	15,84	19,27	18,52	12,85	13,16	2,47	0,672	0,000	0,263
Futterniveau	APL	2,43	2,40	2,74	2,63	2,12	2,16	0,23	0,419	0,000	0,095
Bedarfsdeckung											
XP	%	229,9	230,2	264,5	261,6	195,4	198,8	33,8	0,961	0,000	0,628
nXP	%	179,6	182,4	190,0	189,1	169,3	175,6	11,5	0,305	0,000	0,104
NEL	%	105,8	104,9	119,4	116,8	92,3	92,9	13,5	0,690	0,000	0,541

Der 2. Aufwuchs war erst zu einem Zeitpunkt weidereif, als der 1. Aufwuchs schon überständig war. Das kann vorkommen, wenn der 1. Aufwuchs zu tief abgefressen oder zu spät mit dem Weiden begonnen wird. Die Folge war eine schlechtere Futterraufnahme, eine nicht mehr ausreichende Energiekonzentration im Weidefutter und der plötzliche Übergang vom alten zum sehr jungen Weidefutter.

3.1.4 Zusammensetzung und Kriterien der Ration

Im Sommer bestand die Grundfutterration aus 95 % Wiesen gras und dem Rest Heu. Im Winter war die Grundfutterration zu 56 % aus Grassilage und 44 % Heu (38 % 1. Schnitt, 62 % 2. Schnitt) zusammengesetzt. Der Kraftfutteranteil an der Gesamtration lag unter 10 % und war im Sommer niedriger als im Winter. In der Zusammensetzung der Ration waren keine signifikanten Unterschiede

zwischen den Versuchsgruppen und auch keine Wechselwirkung zwischen Wirtschaftsweise und Saison festzustellen.

Wie sich schon aus den Einzelfuttermitteln abzeichnete, war der Proteingehalt der Grund- und Gesamtfuttermitteln in Gruppe KE signifikant höher und über dem Bedarf (GEH 1986). In der Energiekonzentration war die Gruppe KE tendenziell höher. Signifikante Unterschiede der Grundfuttermitteln traten vor allem bei den Mineralstoffen auf. Dies ist durch die unterschiedliche Düngung und botanische Zusammensetzung zu erklären (SOBOTIK et al. 1999). In Gruppe BE wurden höhere Konzentrationen im Grundfutter an Calcium und auch Kalium festgestellt. Gemessen am Bedarf sind die Gehalte an Mineralstoffen als sehr hoch zu beurteilen (GfE 1993, GRUBER et al. 1994).

Tabelle 6: Zusammensetzung und Kriterien der Ration (in der T)

Table 6: Composition and characteristics of the ration (in DM)

Saison (S)		So und Wi		Sommer		Winter		s _e	P-Werte		
Wirtschaftsweise (W)		BE	KE	BE	KE	BE	KE		W	S	W * S
Anzahl Kühe	n	83	83	41	42	42	41				
Zusammensetzung der Ration											
Grundfutter											
Heu	% GF	24,7	21,8	4,9	3,5	44,5	40,1	14,5	0,135	0,000	0,581
Grassilage	% GF	27,0	29,8	-	-	53,8	58,2	14,0	0,147	-	-
Weidefutter	% GF	48,3	48,4	95,0	95,0	-	-	2,3	0,928	-	-
Kraftfutter	% GES	8,4	8,6	7,4	7,1	9,5	10,0	1,7	0,727	0,000	0,259
Kriterien der Ration											
Grundfutter											
XP	g	154	167	167	180	142	154	13,0	0,000	0,000	0,762
XL	g	29	30	26	26	33	35	3	0,025	0,000	0,276
XF	g	261	262	253	255	269	270	22	0,768	0,008	0,883
XX	g	444	433	448	428	439	439	23	0,006	0,866	0,023
XA	g	111	106	106	111	116	102	23	0,115	0,865	0,033
ME	MJ	9,50	9,60	9,67	9,62	9,32	9,57	0,43	0,063	0,058	0,074
NEL	MJ	5,62	5,68	5,74	5,70	5,49	5,65	0,30	0,118	0,040	0,098
Ca	g	8,0	7,6	9,2	8,9	6,7	6,4	1,3	0,038	0,000	0,850
P	g	3,7	3,7	3,9	3,9	3,4	3,4	0,4	0,893	0,000	0,895
Mg	g	3,0	3,0	3,2	3,5	2,8	2,6	0,7	0,484	0,000	0,120
K	g	22,9	21,4	24,0	22,2	21,7	20,7	2,7	0,000	0,006	0,420
Na	g	0,40	0,79	0,47	0,53	0,34	1,04	0,29	0,000	0,010	0,000
Mn	mg	95	101	86	104	104	99	26	0,008	0,339	0,016
Zn	mg	38	40	39	44	37	36	7	0,054	0,005	0,053
Cu	mg	10,4	10,7	10,9	11,7	9,8	9,6	1,7	0,154	0,000	0,119
Gesamtfutter											
XP	g	150	162	162	175	138	149	13	0,000	0,000	0,635
XL	g	28	30	25	26	32	34	3	0,000	0,000	0,059
XF	g	238	240	233	235	243	244	22	0,625	0,097	0,855
XX	g	480	469	479	459	481	479	24	0,004	0,073	0,047
XA	g	104	100	101	105	107	94	21	0,098	0,682	0,042
ME	MJ	9,61	9,76	9,78	9,76	9,44	9,76	0,41	0,004	0,097	0,032
NEL	MJ	5,72	5,81	5,84	5,82	5,60	5,81	0,29	0,009	0,081	0,042
Ca	g	8,4	8,1	9,4	9,2	7,3	7,0	1,3	0,059	0,000	0,823
P	g	4,6	4,6	4,7	4,7	4,5	4,5	0,5	0,965	0,068	0,964
Mg	g	2,9	2,9	3,1	3,3	2,6	2,5	0,6	0,446	0,000	0,170
K	g	21,0	19,7	22,3	20,5	19,7	18,8	2,6	0,000	0,001	0,405
Na	g	1,35	1,71	1,30	1,40	1,40	2,02	0,35	0,000	0,000	0,000
Mn	mg	92	97	84	101	101	93	25	0,060	0,477	0,006
Zn	mg	38	40	40	44	37	36	7	0,085	0,001	0,056
Cu	mg	10,2	10,5	11,0	12,0	9,3	9,0	1,7	0,138	0,000	0,051

3.2 Milchleistung

Die durchschnittliche Milchleistung pro Jahr und pro Flächeneinheit ist in Tabelle 7 angeführt. Die Milchleistung pro Kuh und Jahr war mit 5.867 bzw. 5.877 kg ECM in Gruppe BE bzw. KE nahezu identisch. Im Gehalt an Milchinhaltsstoffen bestanden geringe Unterschiede zwischen den Gruppen, die jedoch eher auf genetische Unterschiede der Kühe als auf Fütterungseinflüsse zurückzuführen sein dürften (*Tabelle 2*).

Bei gleicher Milchleistung der Einzelkühe sind die signifikanten Unterschiede der Milcherzeugung pro Flächeneinheit ausschließlich auf den geringeren Mengenertrag des Grünlandes und damit der Kuhanzahl pro Hektar in Gruppe BE zurückzuführen. Die Milchmenge pro ha Grundfutterfläche betrug in Gruppe BE 8.430 und in KE 10.078 kg ECM.

Im biologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb muß eine hohe Grundfutterleistung angestrebt werden. Dies umso mehr, da sich der Kraftfuttereinsatz unter Praxisbedingungen nicht unmittelbar an der Individualleistung der Kühe orientiert und eher niedrig gehalten wird. Versuchsergebnisse und Praxiserhebungen zeigen teils beachtliche Grundfutterleistungen, allerdings auch eine große Schwankungsbreite. Praxiserhebungen in Bayern ergaben zum Zeitpunkt der Futteraufnahmeerhebung eine mittlere Milchmenge von 17,8 kg mit einer Streuung zwischen den Betrieben von 12,1 - 25,8 kg (WÜST und SCHWARZ 1994). Nach WEBER et al. (1993) erzielten Hochleistungskühe (HF) bei ökologischer Wirtschaftsweise und nur 5 bzw. 3 kg Kraftfutter in den ersten 100 Tagen p.p. durchschnittliche 305-Tageleistungen von 5.126 kg Milch je Tier. Die Grundfutterleistung lag über 4.000 kg je Kuh. Pro GVE wurden durchschnittlich 0,78 ha an Futterfläche benötigt. Diese war um etwa die Hälfte größer als bei der konventionellen Wirtschaftsweise. AUGSTBURGER et al. (1988) fanden beim Vergleich biologisch bzw. konventionell bewirtschafteter Betriebe durchschnittliche Milchleistungen von 4.470 bzw. 5.196 kg. Auch SCHULZE PALS (1994) kommt in Betrieben nach der Umstellung auf ökologischen Landbau auf eine Erhöhung der Hauptfutterfläche von vorher 0,63 auf 0,78 ha pro Kuh und damit eine um 21 % niedrigere Milchproduktion pro ha Hauptfutterfläche. Im eigenen Versuch war die Milchproduktion (kg ECM/ha LN) in Gruppe BE ebenfalls um 21 % reduziert. Der Flächenbedarf pro Kuh betrug in Gruppe BE 0,79 und in KE 0,62 ha LN. Deutlich größere Differenzen stellten ERNST und HEITING (1992) bei Weideversuchen fest. Für den praktischen Betrieb mit einer vorhandenen Flächenausstattung bedeutet die Umstellung auf biologische Wirtschaftsweise die Reduzierung des Viehbestandes, eventuell auch die Nichtausnutzung eines Teiles des Milchkontingents. Zur Erfüllung des vorhandenen Kontingents müßte die Futterfläche aufgestockt und/oder über höheren Kraftfuttereinsatz die Individualleistung der Kühe gesteigert werden. Dänische Versuche (KRISTENSEN und KRISTENSEN 1998) ergaben in biologisch geführten Betrieben eine Minderung von durchschnittlich 1,4 kg Milch (ECM) pro Kuh und Tag bei gleichzeitig verbesserter Persistenz.

Tabelle 7: Milchleistung
Table 7: Milk yield

		BE	KE	s_e	P-Wert
Milchleistung pro Kuh und Jahr					
Milchmenge	kg/Kuh	5845	5936	601	0,730
ECM-Menge	kg/Kuh	5867	5877	545	0,965
Fettgehalt	%	4,11	3,98	0,12	0,025
Proteingehalt	%	3,06	3,10	0,05	0,064
Milchleistung pro Flächeneinheit					
Milchmenge	kg/ha LN	7490	9608	1144	0,002
Milchmenge	kg/ha RLN	8401	10185	1223	0,007
ECM-Menge	kg/ha LN	7516	9507	1025	0,001
ECM-Menge	kg/ha RLN	8430	10078	1098	0,006

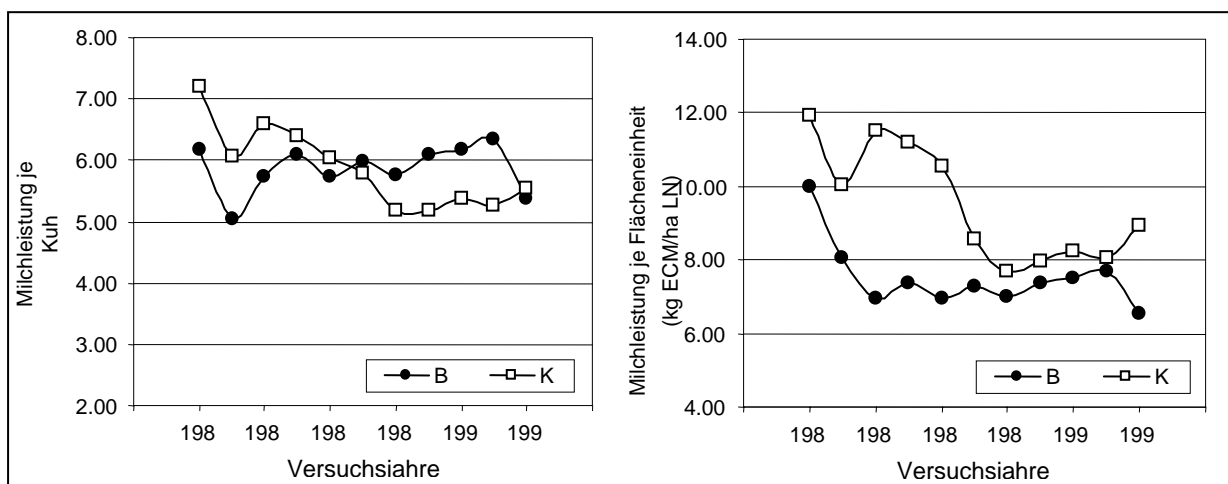


Abbildung 1: Milchleistung pro Kuh und Flächeneinheit während der Versuchsjahre
Figure 1: Milk yield per cow and unit area during the experimental years

3.3 Gesundheit und Fruchtbarkeit

Die Gesundheitssituation der Kühe wird in der vorliegenden Arbeit durch die Anzahl der Tierarztbehandlungen und den Anteil abgegangener Tiere beschrieben. In keinem der angeführten Gesundheitsparameter zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen (Tabelle 8). Der deutlichste Unterschied wurde beim Anteil der wegen Unfruchtbarkeit tierärztlich behandelte Kühe festgestellt (88 bzw. 78 % aller Kühe pro Laktation in Gruppe BE bzw. KE; $P = 0,07$). Insgesamt wurde jede Kuh durchschnittlich 5,7 bzw. 4,8 mal pro Laktation vom Tierarzt behandelt. Diese Behandlungen teilten sich im Durchschnitt zu 34, 28, 22, 8 und 8 % auf Probleme der Fruchtbarkeit, des Euters, des Stoffwechsels, der Verdauung und sonstige auf. In Gruppe BE bzw. KE wurden insgesamt 96,4 bzw. 93,3 % der Kühe mindestens ein Mal pro Laktation tierärztlich behandelt. In den Versuchsgruppen BE und KE schieden je Laktation 28 bzw. 23 % der Kühe aus, d.h. die Kühe mußten nach 3,5 bzw. 4,3 Laktationen ersetzt werden. Die Abgangsursachen verteilten sich zu 50, 15, 3 und 32 % auf Fruchtbarkeit, Euter, Stoffwechsel und sonstige. Insgesamt zeigte sich bei den

Gesundheitsparametern ein leichter Trend zu ungünstigeren Werten in Gruppe BE. Wegen sehr großer Streuungen waren die Unterschiede jedoch nicht signifikant (*Tabelle 8*).

In den Fruchtbarkeitsparametern wurden zum Teil signifikant schlechtere Werte in Gruppe BE festgestellt (*Tabelle 8*). So betrug der Besamungsindex 2,3 bzw. 1,9 ($P = 0,10$) und die Non Return Rate 29 bzw. 48 % ($P = 0,04$) in den Gruppen BE und KE. In den übrigen Parametern waren die Unterschiede nicht signifikant, wobei auch in diesem Fall auf die großen Streuungen hinzuweisen ist.

Der Versuch wurde über einen relativ langen Zeitraum durchgeführt und die Kühe wurden nur bei Vorliegen einer maßgeblichen Abgangsursache wie Unfruchtbarkeit oder schwerer Krankheit durch junge Kühe oder hochträchtige Kalbinnen ersetzt. In Gruppe BE fanden 80 und in KE 79 Abkalbungen statt. In beiden Versuchsgruppen standen im gesamten Prüfzeitraum in Gruppe BE 26 und KE 22 Kühe im Versuch. Obwohl die Tieranzahl pro Jahr sehr niedrig ist, sind die Versuchsergebnisse im Bereich tierische Leistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit durch die lange Versuchsdauer und die beachtliche Anzahl an Laktationen dennoch von einiger Aussagekraft. Der Besamungsindex ist zweifellos als ungünstig zu beurteilen. WEBER et al. (1993) haben in einer Untersuchung einen ähnlich hohen Besamungsindex gefunden und die Serviceperiode war gleich der im vorliegenden Versuch. Es ist in einem Langzeitversuch stets das Bestreben, Tiere möglichst lange zu halten. Dadurch werden Kühe öfter nachbesamt als in der Praxis.

Auch AUGSTBURGER et al. (1988) fanden in organisch-biologischen Betrieben eine schlechtere Fruchtbarkeitssituation (Herden-Fruchtbarkeitsindex) als in konventionell geführten Betrieben. Aufgrund der Resultate des Schalmtestes schnitten die biologisch geführten Betriebe schlechter ab als die konventionellen. Begründet wird dies damit, daß in diesen Betrieben mehr Lehrlinge und Praktikanten eingesetzt sind. Die niedrigeren Tierarztkosten und Abgänge wegen Eutererkrankungen lassen auf eine andere Form der Tierpflege schließen. Wegen Unfruchtbarkeit gingen in den biologischen Betrieben 33,8 % und in den konventionellen Betrieben 48,8 % der Kühe ab, wegen geringer Leistung 26,2 % bzw. 11,1 %. WEBER et al. (1993) wiesen in einem Vergleichsversuch über 5 Jahre bei biologischer Wirtschaftsweise einen geringfügig besseren Besamungsindex und eine kürzere Serviceperiode nach, es waren aber mehr Behandlungen wegen Mastitis, Sterilität und Stoffwechselerkrankungen erforderlich als bei konventioneller Bewirtschaftung.

Eine von WINCKLER und STEINBACH (1991) durchgeführte Untersuchung der Fruchtbarkeits- und Stoffwechselsituation von Milchkühen in ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben ergab bei konventioneller Wirtschaftsweise ein signifikant höheres Leistungsniveau, höheren Kraftfutteraufwand, höhere Tierarztkosten und eine höhere Abgangsrate. Im Grundfutter der biologischen Betriebe war der Gehalt an Rohprotein höher und an Energie niedriger. Bezüglich der Grundfutterleistung wiesen sie einen höheren relativen Energiemangel auf als die konventionellen Vergleichsbetriebe. Im Blutharnstoffgehalt ergaben sich keine Unterschiede, dafür zeigten sich in den

biologischen Betrieben Hinweise auf eine Leberparenchymschädigung, die mit Energiemangel in Zusammenhang gebracht wurden. Der Vergleich der Fruchtbarkeitssituation ergab aber eine günstigere Fertilitätslage in den biologisch geführten Herden. HAIGER und SÖLKNER (1995) fanden bei Kühen mit unterschiedlichem Fütterungsniveau (mit und ohne Kraftfutter) im Fruchtbarkeitsgeschehen und bei den Tierarztkosten keine wesentlichen Unterschiede. In einer Untersuchung zur Umstellung auf ökologische Milcherzeugung fand WEBER (1993), daß die extensive, ökologische Wirtschaftsweise zu höheren Azeton- und Harnstoffgehalten in der Milch als Folge der energieärmeren bzw. proteinhaltigeren Futtermitteln in dieser Gruppe führte. Im Vergleich von Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparametern waren keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

AEHNELT und HAHN (1973) fanden an Kaninchen in Fütterungsversuchen mit intensiv gedüngten Futtermitteln, u.a. auch mit hohem Kaliumgehalt, deutlich ungünstigere Fruchtbarkeitsergebnisse und vermehrte Belastungen der Nebenniere. Nach KRUTZINNA et al. (1996) läßt die Gesundheitssituation der Milchkühe in den ökologischen Betrieben keine grundsätzlichen Unterschiede zu konventionellen Herden erkennen. In der Behandlung von Erkrankungen sind ökologisch wirtschaftende Betriebe um Alternativen bemüht, wie der verbreitete Einsatz von Naturheilmitteln verdeutlicht. OLESEN et al. (1997) berichten, daß nach der Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise bei den Kühen Mastitis relativ häufig auftrat, während Ketose und Milchfieber selten beobachtet wurden. KRISTENSEN und KRISTENSEN (1998) fanden dagegen bei organischen Wirtschaftssystemen eine niedrigere Mastitishäufigkeit. Insgesamt gesehen sind die Beobachtungen im Gesundheits- und Fruchtbarkeitsgeschehen - bedingt durch die komplexen Einflüsse und Zusammenhänge - sehr uneinheitlich und teils sogar widersprüchlich. Weitere Exaktversuche auf diesem Gebiet wären daher dringend erforderlich.

Tabelle 8: Gesundheits- und Fruchtbarkeitsparameter
Table 8: Health and fertility parameters

		BE	KE	s_e	P-Wert
Anzahl Laktationen	n	80	79	-	-
Ø Laktationszahl	n	3,44	3,53	1,74	0,795
Gesundheitsparameter					
Behandlungen durch Tierarzt (n)					
Fruchtbarkeit	je Laktation	1,93	1,67	1,33	0,381
Euter	je Laktation	1,72	1,23	2,43	0,352
Stoffwechsel	je Laktation	1,26	1,01	1,57	0,492
Verdauungsstörungen	je Laktation	0,43	0,40	0,86	0,880
Sonstige	je Laktation	0,40	0,50	0,85	0,456
Gesamt	je Laktation	5,74	4,81	3,71	0,320
Anteil tierärztlich behandelter Kühe (je Laktation)					
Fruchtbarkeit	% der Kühe	88,2	77,8	37,0	0,070
Euter	% der Kühe	47,7	44,4	46,2	0,728
Stoffwechsel	% der Kühe	47,3	40,8	45,0	0,484
Verdauungsstörungen	% der Kühe	27,7	23,5	41,1	0,596
Sonstige	% der Kühe	26,8	31,5	42,9	0,579
Gesamt	% der Kühe	96,4	93,3	21,1	0,427
Abgang der Kühe					
Fruchtbarkeit	% je Laktation	13,8	11,9	30,0	0,757
Euter	% je Laktation	6,3	1,6	12,9	0,305
Stoffwechsel	% je Laktation	1,5	0,0	7,8	0,261
Sonstige	% je Laktation	6,9	9,8	24,1	0,531
Gesamt	% je Laktation	28,4	23,2	36,4	0,526
Fruchtbarkeitsparameter					
Anteil fruchtbarer Kühe	%	74,2	80,8	35,3	0,369
Besamungsindex		2,27	1,90	1,15	0,100
Non Return Rate		28,8	47,7	47,1	0,036
Zwischenkalbezeit	Tage	398	382	52	0,093
Rastzeit	Tage	69	64	15	0,347
Güstzeit	Tage	110	97	59	0,209
Zeit 1. Besamung bis Konzeption	Tage	43	34	57	0,317
Trächtigkeitsdauer	Tage	287	283	36	0,603

Aus den vorliegenden Ergebnissen kann der Schluß gezogen werden, daß die im Versuch angewandte biologische Wirtschaftsweise eines Grünlandbetriebes im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung zu keinen Unterschieden im Futterwert des Wiesenfutters, der Futteraufnahme und der Milchleistung führt. Allerdings ist wegen des geringeren Mengenertrages im Grünland mit einer kleineren Kuhzahl pro Hektar und damit niedrigeren Milcherzeugung pro Flächeneinheit zu rechnen.

4. Literatur

- AEHNELT, E. und J. HAHN (1973): Fruchtbarkeit der Tiere - eine Möglichkeit zur biologischen Qualitätsprüfung von Futter- und Nahrungsmitteln? Tierärztliche Umschau, 28, 155-160.
- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten) (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- AUGSTBURGER, F., J. ZEMP und H. HEUSSER (1988): Vergleich der Fruchtbarkeit, Gesundheit und Leistung von Milchkühen in biologisch und konventionell bewirtschafteten Betrieben. Landwirtschaft Schweiz, 1, 427-431.
- BIERI, P. und H. LEUENBERGER (1982): Fütterungserhebungen bei Milchvieh auf dem Versuchsgut der ETH, Chamau, Schweiz. Landw. Monatshefte, 60, 196-204.
- BUTLER, W.R. (1998): Review: Effect of protein nutrition for reproduction and lactation. J. Dairy Sci., 81, 2533-2539.
- DIETL, W. (1989): Abgestufte Nutzung und Düngung der Naturwiesen. Landfreund Nr. 6, 16.3.1989.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (1991): DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. 6. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- ELSÄSSER, M. und H.G. KUNZ (1988): Auswirkungen unterschiedlicher Düngung auf Dauergrünland im Vergleich von konventioneller mit biologischer Bewirtschaftung. Das wirtschaftseig. Futter, 34, 107-116.
- ERNST, P. und N. Heiting (1992): Weideleistung bei konventioneller und alternativer Weidewirtschaft. Lebendige Erde 1/1992, 14-18.
- 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 Aufzuchttrindern. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 6, 217-236.
- GFRÖRER, F. (1967): Erfahrungen mit der Milchviehfütterung im Sommer. Bayer. Landw. Jahrb., 44, 979-983.
- GFRÖRER, F. (1983): Wie die Fleckviehkuh füttern? Tierzüchter, 35, 17-18.
- GRUBER, L. und R. STEINWENDER (1992): Nähr- und Mineralstoffversorgung von Milchkühen aus dem Grundfutter. Ergebnisse einer Praxiserhebung in landwirtschaftlichen Betrieben Österreichs. Die Bodenkultur, 43, 65-79.
- GRUBER, L., G. WIEDNER, A. VOGEL und Th. GUGGENBERGER (1994): Nähr- und Mineralstoffgehalt von Grundfuttermitteln in Österreich. Auswertung und Interpretation der Grundfutteranalysen des Futtermittellabors Rosenau der Nö. Landes-Landwirtschaftskammer. Die Bodenkultur, 45, 57-73.
- HAIGER, A., R. STORHAS und H. BARTUSSEK (1988): Naturgemäße Viehwirtschaft - Zucht, Fütterung, Haltung von Rind und Schwein. Ulmer Verlag Stuttgart.
- HAIGER, A. und J. SÖLKNER (1995): Der Einfluß verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe: 2. Mitteilung: 2. bis 8. Laktation. Züchtungskde., 67, 263-273.
- HARVEY, W.R. (1987): User's guide for LSMLMW PC-1 version. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University.
- JANS, F. (1981): Die moderne Kuh im intensiven Futterbaubetrieb. Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft Nr. 5, 132-140.
- KIRCHGESSNER, M. und F.X. ROTH (1972): Futterangebot und Futteraufnahme von Milchkühen auf der Weide. Das wirtschaftseig. Futter, 18, 23-31.
- KIRCHGESSNER, M. und F.J. SCHWARZ (1984): Einflußfaktoren auf die Grundfutteraufnahme bei Milchkühen. Übers. Tierernährg., 12, 187-214.
- KRISTENSEN, T. und E.S. KRISTENSEN (1998): Analysis and simulation modelling of the production in Danish organic and conventional dairy herds. Livest. Prod. Sci., 54, 55-65.
- KRUTZINNA, C., E. BOEHNCKE und H.J. HERRMANN (1996): Die Milchviehhaltung im ökologischen Landbau. Ber. Ldw., 74, 461-480.
- MANUSCH, P., F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER (1993): Vergleichende Untersuchungen zur Nährstoffversorgung von Milchkühen bei Weidegang oder Grasfütterung im Stall. 1. Mitteilung: Versuchsplan, Futterqualität und Futteraufnahme. Das wirtschaftseig. Futter, 39, 87-100.
- MATILE, P. (1973): Biologie und Landwirtschaft. Tierärztliche Umschau, 28, 102-108.
- MEIER-PLOEGER, A. und H. VOGTMANN (1989): Ökologischer Landbau und Lebensmittelqualität. Ökologie und Landbau, 69, 9-15.
- MINSON, D.J. (1990): Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego, California, USA, 483 S.
- MOTT, N. (1981): Wovon hängt die Futteraufnahme auf der Weide ab? Der Tierzüchter, 32, 167-169.

- OLESEN, I., E. LINHARDT und M. EBBESVIK (1997): Studies of a dairy herd during conversion to ecological milk production and low concentrate ration. 1. Feed intake, milk yields, milk compounds, body weight changes, health and fertility traits. 48. EVT Jahrestagung, Wien 1997.
- ROHR, K. (1976): Futteraufnahme und Nährstoffversorgung von Milchkühen bei Weidegang bzw. Grünfütterung. Übers. Tierernährg., 4, 133-154.
- ROTH, F.X. und M. KIRCHGESSNER (1972): Zur Aufnahme an Mengenelementen (P, Ca, Mg, Na, K) von Milchkühen auf der Weide. Das wirtschaftseig. Futter, 18, 205-212.
- SCHULZE PALS, L. (1994): Öko-Landbau: Ohne staatliche Hilfe wird es schwierig. Der Tierzüchter, 46, 23-27.
- SCHWARZ, F.J., P. MANUSCH und M. KIRCHGESSNER (1993): Vergleichende Untersuchungen zur Nährstoffversorgung von Milchkühen bei Weidegang oder Grasfütterung im Stall. 2. Mitteilung: Energie- und Proteinaufnahme sowie Milchleistung. Das wirtschaftseig. Futter, 39, 146-156.
- SOBOTIK, M., G. EDER, C. POPPELBAUM, R. STEINWENDER und G. PLAKOLM (2001): Vergleich zwischen biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise im Grünlandbetrieb. 4. Mitteilung: Pflanzenbestand und Bodenparameter. Die Bodenkultur, 52, in Vorbereitung.
- STEINKOHL, K., A. HEISSENHUBER und H. Steinhauser (1990): Abgrenzung, Bedeutung und Entwicklung des alternativen Landbaues. Bayer. Landw. Jahrbuch, 67, 513-529.
- STEINWENDER, R., L. GRUBER, A. SCHAUER, T. GUGGENBERGER, J. HÄUSLER und M. SOBOTIK (2000): Vergleich zwischen biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise im Grünlandbetrieb. 1. Mitteilung: Ertrag, Futterqualität und Gülleanfall. Die Bodenkultur, 51, 267-281.
- STEINWIDDER, A., M. EHM-BLACH, E. ZEILER, L. GRUBER und F. LETTNER (2001): Einfluss von Tag- oder Nachtweidehaltung auf Futteraufnahme und Fressverhalten von Milchkühe. Züchtungskunde 73, im Druck.
- TIEX, S. und C. KALLAGE, (1991): Untersuchungen zur Winterfütterung im ökologischen Landbau 1990/91 auf acht Milchviehbetrieben. Ökologie und Landbau, 80/1991, 14-16.
- WEBER, S.H. (1993): Untersuchungen zur Umstellung auf ökologische Milcherzeugung. Institut für Milcherzeugung der Bundesanstalt für Milchforschung in Kiel. Dissertation Christian Albrecht Universität zu Kiel, 150 S.
- WEBER, S., K. PABST, D. ORDOLFF und H.O. GRAVERT (1993): Fünfjährige Untersuchungen zur Umstellung auf ökologische Milcherzeugung. 2. Mitteilung: Milchqualität und Tiergesundheit. Züchtungskde., 65, 338-347.
- WINCKLER, Ch. und J. STEINBACH (1991): Nutztierökologische Untersuchungen in Milchviehbetrieben: Fütterung, Gesundheit und Fruchtbarkeit. Ökologie und Landbau, 80/1991, 12-14.
- WÜST, H. und F.J. SCHWARZ (1994): Kühe gut versorgt: Futterqualität und Futteraufnahme von Milchkühen in ökologisch bewirtschafteten Grünlandbetrieben während der Winterfütterung. Ökologie und Landbau, 22 (Heft 91), 50-52.

Danksagung: Dem Bundesamt für Agrarbiologie Linz danken wir für die Untersuchung der Kraftfutterkomponenten auf Rückstände von Organochlorverbindungen.