

Erhebungen zur Futteraufnahme und Nährstoffversorgung von Milchkühen sowie Nährstoffbilanzierung auf Grünlandbetrieben in Österreich

A. Steinwider und T. Guggenberger

Investigations on feed intake and nutrient supply of dairy cows as well as nutrient balance studies on farms in grassland regions of Austria

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des multidisziplinären Man & Biosphere-Projektes (MAB) „Landschaft und Landwirtschaft im Wandel – Das Grünland im Berggebiet Österreichs“ der UNESCO durchgeführt. In diesem Projekt wird die Situation bzw. die Veränderung der Landwirtschaft und der Landschaft im Grünland- und Berggebiet im Sinne einer umfassenden ökologischen und sozio-ökonomischen Betrachtung studiert.

In der vorliegenden Arbeit sollten an Hand von aktuellen Praxiserhebungen Aussagen zur Futtergrundlage, zur Füt-

terungssituation, zum Kraftfuttereinsatz und zur Nährstoffversorgung von Milchkühen auf ausgewählten Grünlandbetrieben gewonnen werden. Daneben sollten aber auch Berechnungen zur Nährstoffbilanz auf Betriebsebene erfolgen. Da die Wirtschaftsweise (biologisch bzw. konventionell) den Einsatz von Betriebsmitteln und auch das Betriebsmanagement beeinflussen, wurde dieser Effekt bei der Erhebung und Auswertung berücksichtigt. Die vorliegenden Ergebnisse werden im Zuge des Gesamtprojektes (MAB), mit Hilfe von umfassenden Erhebungen und Befragungen (Boden, Pflanze, Tier, Management etc.), bei einer wesentlich größeren Betriebsanzahl, evaluiert.

Summary

In the present paper the results of an investigation on 30 dairy farms in mountainous grassland regions in Austria are presented. From these farms 11 were managed organically and 19 conventionally. Feed intake, milk yield and nutrient supply as well as nutrient excretion data concerning the dairy cows were collected. Due to the ecological principles on an agricultural farm, where nutrients are moving in a cycle between soil – plant – animal – soil, the N, P and K balances were calculated per farm and per area also.

The average forage intake was 14.9 and 13.8 kg DM and the milk yield was 16.5 and 19.4 kg on organic and conventional farms, respectively. The amount of concentrate differed significantly with 2.5 and 3.7 kg DM per day between the two farm management systems. The energy concentration of the ration was 6.1 and 6.3 MJ NEL kg DM⁻¹ on organic and conventional farms respectively. A surplus of energy intake was measured in both cases.

The yearly N-, P- and K-excretion was on an average in both farm management systems 96, 14 and 159 kg cow⁻¹, respectively. On farm basis the total amount of N, P and K was approximately at the same level on organic as well as on conventional farms. The calculated amount of available N (without unavoidable losses) was 78 kg in organic and 101 kg ha⁻¹ grassland in conventional farms. The calculated amount of P was 16 and 25 kg and that of K was 176 and 215 kg ha⁻¹ grassland on organic or conventional farms, respectively.

If the nutrient supplies per ha grassland are compared with the nutrient requirements – calculated on the basis of the codes of Good Agricultural Practice – a minimal deficit of N (about 15 % of requirements; -15 kg N ha⁻¹) and a marked deficit of P (about 25 % of requirements; -7 kg P ha⁻¹) were found on an average of all investigated farms. These results did not differ significantly between organic and conventional farms.

Key words: dairy cows, feeding, nutrient excretion, organic farming, conventional farming.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse einer Praxiserhebung auf 30 österreichischen Milchviehbetrieben des Grünlandgebiets dargestellt. Davon wurden 11 Betriebe biologisch und 19 Betriebe konventionell bewirtschaftet. Es wurden Daten zur Futtermittelaufnahme, Milchleistung und Nährstoffversorgung sowie zu den Nährstoffausscheidungen der Milchkühe erhoben. Im Sinne einer auf ökologische Zusammenhänge ausgerichteten Kreislaufwirtschaft erfolgte auch eine N-, P- und K-Nährstoffbilanzierung auf Gesamtbetriebsebene.

Bei einer Milchleistung von 16,5 bzw. 19,4 kg wurde eine Grundfütteraufnahme der Kühe von durchschnittlich 14,9 kg bzw. 13,8 kg T auf den biologisch bzw. konventionell wirtschaftenden Betrieben festgestellt. Der Kraftfüttereinsatz unterschied sich mit 2,5 bzw. 3,7 kg T signifikant zwischen den Wirtschaftsweisen. Bei einem durchschnittlichen Energiegehalt der Gesamtration von 6,1 bzw. 6,3 MJ NEL wurde für die Kühe beider Wirtschaftsweisen eine energetische Überversorgung festgestellt.

Im Durchschnitt wurden pro Kuh und Jahr 96 kg N-, 14 kg P- und 159 kg K-Ausscheidungen errechnet. Der Anfall an N, P und K auf Gesamtbetriebsebene war im Mittel beider Wirtschaftsweisen auf vergleichbarem Niveau. Der auf dem Grünland anrechenbare (feldfallende) N betrug im Durchschnitt bei den Biobetrieben 78 kg und bei den konventionellen Betrieben 101 kg ha⁻¹. Für Phosphor ergab sich bei biologischer bzw. konventioneller Wirtschaftsweise ein errechneter Anfall von 16 bzw. 25 kg und für Kalium 176 bzw. 215 kg ha⁻¹ Grünlandfläche. Bei der Gegenüberstellung von Nährstoffangebot und Nährstoffbedarf der Grünlandflächen, entsprechend den Richtlinien für die sachgerechte Düngung, zeigte sich im Durchschnitt aller Betriebe bei N eine leichte (ca. 15 % unter Bedarf; 15 kg/ha) und bei P eine deutlichere negative (ca. 25 % unter Bedarf, -7 kg ha⁻¹) Versorgungsbilanz. Diese Ergebnisse unterschieden sich nicht signifikant zwischen den biologisch bzw. konventionell bewirtschafteten Betrieben.

Schlagergebnisse: Milchkühe, Fütterung, Nährstoffausscheidungen, biologische Wirtschaftsweise, konventionelle Wirtschaftsweise.

2. Durchführung der Erhebungen

2.1 Betriebsstruktur und Betriebsauswahl

Mit der vorliegenden Untersuchung sollte auf ausgewählten landwirtschaftlichen Grünlandbetrieben in Österreich die Rationsgestaltung und Futtermittelaufnahme sowie die Nährstoffversorgung von Milchkühen überprüft werden. Mit Hilfe von Futtermittel- und Betriebserhebungen wurde auch eine Nährstoffbilanzierung auf Betriebsebene angestrebt. Der Versuchsplan sah auch einen Vergleich von konventionell und biologisch wirtschaftenden Betrieben vor. Da die arbeitsaufwendigen Erhebungen nur unter Mithilfe von interessierten Lehrern und Schülern an landwirtschaftlichen Fachschulen durchgeführt werden konnten, war eine nach statistischen Normen angelegte und balancierte Betriebsauswahl nicht möglich. Nach Kontaktaufnahme mit den Lehrern wurden in den 2. bzw. 3. Jahrgängen ein Einführungsvortrag mit Erläuterungen zu den Erhebungsanforderungen gehalten. Die Schüler konnten sich anschließend freiwillig zur Teilnahme am Projekt melden. Dabei musste jedoch der Erwerbsschwerpunkt des elterlichen Betriebes vorwiegend in der Milchviehhaltung lie-

gen. Zusätzlich war die Mitgliedschaft beim Milchleistungskontrollverband erforderlich.

Die praktischen Erhebungen der Betriebs- und Futtermittelaufnahmedaten erfolgten jeweils in der Winterfütterungsperiode der Jahre 1999 bis 2002. Die Datenerfassung wurde von interessierten Schülern auf deren elterlichen Betrieben unter Mithilfe der jeweiligen Tierzuchtlehrer und unter Anleitung und Kontrolle der BAL Gumpenstein durchgeführt. Die Erhebungsbetriebe lagen im näheren Umkreis (bis etwa 50 km) der jeweiligen Fachschule. Insgesamt wurden die Daten von 33 Betrieben erhoben. Drei Betriebe mussten auf Grund mangelhafter Angaben von der Auswertung ausgeschieden werden. Von den verbliebenen 30 Betrieben wurden 19 Betriebe konventionell und 11 Betriebe biologisch bewirtschaftet. In den Tabellen 1 bis 3 sind die räumliche Verteilung sowie die Produktionsbedingungen der Erhebungsbetriebe dargestellt.

Die biologisch wirtschaftenden Betriebe lagen auf einer durchschnittlichen Seehöhe von 792 m – dies war im Mittel um etwa 150 m über dem der konventionell wirtschaftenden Betriebe. In der Klassifizierung der Bewirtschaftungserschwerfnis (Zonen 0 bis 4) lagen beide Gruppen auf vergleichbarem Niveau. Alle erhobenen Betriebe unterstan-

den der Milchleistungskontrolle, das durchschnittliche Leistungsniveau betrug zum Zeitpunkt der Erhebung 5971 kg für die konventionell und 5188 kg für die biologisch wirtschaftenden Betriebe. Die Milchleistung und auch die Milchinhaltstoffe lagen bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben tendenziell unter den konventionellen Betrieben. Im Durchschnitt der Betriebe ergab sich für die Milchkühe eine Rassenverteilung von 63 % Fleckvieh, 8 % Braunvieh, 6 % Holstein Friesian und 23 % Pinzgauer. Auf den Biobetrieben wurden keine Holstein Friesian und 3 % weniger Fleckviehkühe, dafür um 10 % mehr Braunvieh- und 3 % mehr Pinzgauertiere als auf den konventionellen Betrieben gehalten. Die Milchproduktion war bei allen Betrieben der bedeutendste Betriebszweig. Die Milchmarktleistung (Quote/Kuhanzahl) lag im Durchschnitt pro Kuh und Jahr auf den Biobetrieben bei 4390 kg und auf den konventio-

nellen Betrieben bei 4990 kg. Die Anzahl der Milchkühe bzw. weiteren Tierkategorien wies eine große Variabilität zwischen den Betrieben auf. Es zeigten sich im Durchschnitt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Wirtschaftsweisen. In der Flächenausstattung ergab sich für die Biobetriebe ein höherer Grünland- und Alm- sowie ein geringerer Ackerflächenanteil. Der Anteil intensiver genutzter Flächen (> 2 Schnitte) war tendenziell auf den konventionellen Betrieben höher als auf den Biobetrieben. Die zugekaufte Kraftfutter- und Strohmenge unterschied sich zwischen den Wirtschaftsweisen nicht signifikant. Der N-, P- und K-Import über Handelsdünger war bei den konventionellen Betrieben höher, auf Grund der großen Variabilität zeigten sich im Nährstoffimport jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Wirtschaftsweisen.

Tabelle 1: Verteilung der Betriebe

Table 1: Allocation of the farms

Schule (Ort)	Bundesland	Erhebung Jahr	Wirtschaftsweise	
			konventionell	biologische
LFS Bruck an der Glocknerstrasse	Salzburg	1999–2000	2	4
LLA St. Johann in Tirol	Tirol	1999–2000	2	4
LFS Litzlhof (Lendorf)	Kärnten	2000–2001	5	1
LFS Gröbming	Steiermark	2000–2001	1	1
LFS Winklhof (Oberalm)	Salzburg	2000–2001	3	–
LFS Schlierbach	Oberösterreich	2001–2002	6	1

Tabelle 2: Charakterisierung der Betriebe

Table 2: Characterisation of the farms

		Mittelwert	Wirtschaftsweise (W)		Minimum – Maximum		s _e	P-Wert W
			biologisch	konventionell	biologisch	konventionell		
Anzahl	n	30	11	19				
Seehöhe	m	700	792	647	580–1100	425–1000	165	0,028
Bergbauernzone	0–4	1,60	1,64	1,58	0–3	0–4	1,18	0,899
Milchquote	kg	77.919	74.604	79.838	37.182–148.323	41.424–215.000	38.468	0,722
A-Quote	kg	68.835	63.791	71.755	27.032–115.000	5.000–215.000	40.307	0,606
Leistungskontrolle – Milch	kg	5.684	5.188	5.971	4.277–7.038	3.700–8.967	1.201	0,096
Leistungskontrolle – Fett	kg	231	208	244	167–285	138–346	52	0,074
Leistungskontrolle – Eiweiß	kg	198	173	212	140–236	118–354	51	0,053
Tierzahlen pro Betrieb								
Kühe	n	16,5	17,4	16,0	11–31	9–30	6	0,528
Mutterkühe	n	1,6	1,7	1,6	0–8	0–6	2	0,872
Stiere	n	2,1	0,4	3,1	0–2	0–17	5	0,124
Mastochsen u. Mastkalbinnen	n	1,1	1,6	0,8	0–9	0–12	3	0,483
weibl. Rinder < 1 Jahr	n	9,2	9,7	8,9	4–17	2–24	5	0,654
weibl. Rinder 1–2 Jahr	n	6,1	6,5	5,8	3–11	0–17	4	0,593
weibl. Rinder > 2 Jahr	n	4,7	5,6	4,2	2–12	0–14	4	0,296
Pferde	n	0,4	0,7	0,3	0–4	0–5	1	0,313
Schafe	n	1,8	2,0	1,7	0–17	0–17	5	0,871
Ziegen	n	0,4	0,9	0,1	0–3	0–2	1	0,010
Mastschweine	n	3,5	2,1	4,4	0–8	0–28	7	0,390
Zuchtsauen	n	0,2	0,1	0,3	0–1	0–6	1	0,600
Legehühner	n	143	11	219	0–35	0–3.800	696	0,436
Masthühner	n	55	0	87	0–1	0–1.650	304	0,457

2.2 Futteraufnahme- und Milchleistungserhebung

Die Erhebung der Futter- und Nährstoffaufnahme sowie der Milchleistung der Kühe erfolgte über zumindest vier Tage für jeweils zwei Kuhgruppen mit je drei Milchkühen. Die Kuhgruppen wurden entsprechend dem Laktationstag und der Milchleistung im Stall gruppiert. Damit sollten auch Aussagen zum Einfluss des Laktationsstadiums bzw. der Milchleistung auf die Nährstoffversorgung ermöglicht werden.

In Laktationsgruppe 1 befanden sich Kühe, die sich zu Erhebungsbeginn in der ersten Laktationshälfte (Laktationstag ≤ 150), und in Laktationsgruppe 2 jene Kühe, die sich in der zweiten Laktationshälfte (Laktationstag > 150) befanden.

Vor Beginn der Futteraufnahmeerhebung wurden die Kühe entsprechend der Gruppe örtlich im Stall bei Anbindehaltung nebeneinander aufgestellt. Neben der jeweils ersten und dritten Kuh wurde ein Standplatz frei gehalten bzw. ein Barrenteiler angebracht. Nach einer zumindest eintägigen Gewöhnung an die neuen Haltungsbedingungen wurde die Futteraufnahme für die jeweilige Kuhgruppe (Summe der 3 Kühe) erhoben. Erfahrungen vorangegangener Erhebungen haben gezeigt, dass auf Praxisbetrieben durch die größeren Futterein- und Futterrückwaagemengen

eine höhere Wiegegenauigkeit erreicht werden kann. Um die Futteraufnahme für jede Futterkomponente erheben zu können, wurden die Komponenten in Rationsgängen nacheinander gefüttert. Es wurden sowohl die Einwaagen als auch die Rückwaagen aller Futterkomponenten zweimal täglich erfasst. Das letzte Futter bei jeder Fütterungszeit (morgens bzw. abends) stellte jene Grundfutterkomponente mit dem größten Rationsanteil (Trockenmassebasis) dar. Dieses Grundfutter wurde zur freien Aufnahme angeboten und erst zu Beginn des nächsten Fütterungstermins zurückgewogen.

An jedem Erhebungstag wurde von jeder Kuh bei der Morgen- und Abendmelkung die Milchmenge („True-Tester“ bzw. Standeimermelkung und Verwiegung) festgestellt. Am jeweils 4. Erhebungstag wurde von jeder Kuh bei jeder Morgen- und Abendmelkung eine Milchprobe gezogen, konserviert und vom Milchprüfing Süd auf den Gehalt an Milchinhaltsstoffen (Fett, Eiweiß, Laktose, fettfreie Trockenmasse, Zellzahl, Harnstoff) untersucht.

Die Feststellung der Lebendmasse der Kühe erfolgte nach Möglichkeit durch Wiegung zu Erhebungsbeginn. Auf 18 Betrieben war dies nicht möglich. In diesen Fällen erfolgt eine Abschätzung der Lebendmasse mit Hilfe eines dafür geeigneten Maßbandes.

Tabelle 3: Flächenausstattung, Futter- und Strohkauf sowie Nährstoffimport über Handelsdünger
Table 3: Area, feed- and straw purchase as well as nutrient import through fertiliser

		Mittelwert	Wirtschaftsweise (W)		Minimum – Maximum		s_e	P-Wert W
			biologisch	konventionell	biologisch	konventionell		
Grünland (ohne Almflächen)	ha	19,7	23,3	17,7	13– 38	9– 28	6,3	0,026
1 Schnitt	ha	0,8	0,9	0,7	0– 5	0– 6	1,6	0,756
2 Schnitt	ha	4,2	7,9	2,0	0– 17	0– 11	4,5	0,002
3 Schnitt	ha	9,7	11,0	9,0	0– 26	0– 19	6,7	0,421
4 Schnitt	ha	1,9	0,5	2,7	0– 6	0– 15	3,2	0,083
5 Schnitt	ha	0,5	0,0	0,8	0	0– 14	2,6	0,425
6 Schnitt	ha	0,5	0,0	0,7	0	0– 14	2,6	0,456
Hutweiden	ha	0,4	0,5	0,3	0– 6	0– 7	1,6	0,739
Kulturweiden	ha	1,7	2,3	1,4	0– 12	0– 5	2,7	0,409
Almfläche (Betriebsanteil)	ha	24,1	40,9	14,4	0– 155	0– 80	35,1	0,057
GVE _{ÖPUL} auf Alm	GVE	11,8	19,5	7,4	0– 56	0– 46	15,6	0,050
Almtage	Tage	52	76	38	0– 130	0– 110	51	0,064
Ackerflächen	ha	2,4	0,2	3,7	0– 3	0– 13	3,4	0,012
Wald u. unproduktive Flächen	ha	11,3	7,1	13,7	0– 30	0– 92	21,4	0,422
Gesamtfläche	ha	57,6	71,4	49,5	20– 211	11– 191	49,5	0,252
Zukauf pro Jahr								
Grundfutter	kg T	2.896	6.698	695	0– 66.000	0– 13.200	12.081	0,200
Krautfutter	kg FM	16.066	14.639	16.892	7.700– 24.200	0– 30.200	8.011	0,464
Stroh	kg FM	12.979	15.727	11.388	0– 34.000	0– 50.000	12.684	0,374
N über Handelsdünger	kg	96,5	0,0	149,6	0	0– 870	222,0	0,083
P über Handelsdünger	kg	69,3	28,7	91,6	0– 266	0– 488	128,6	0,203
K über Handelsdünger	kg	31,8	0,0	49,2	0	0– 498	95,7	0,181

2.3 Energie- und Nährstoffgehalt der Futtermittel

Die Untersuchungen zum Nährstoff-, Mineralstoff- und Energiegehalt der Grundfutterkomponenten wurden im Futterlabor Rosenau der NÖ. Landeslandwirtschaftskammer durchgeführt. Dazu wurden bei der Futtermittelmeerhebung täglich Futterproben gezogen und tiefgekühlt gelagert. Von jeder Grundfutterkomponente wurde im Anschluss an die Erhebung eine Mischprobe untersucht. Der Nährstoff-, Energie- und Mineralstoffgehalt der Kraftfuttermittel wurde für Einzelkomponenten und Hofeigenmischungen mit Hilfe der DLG-Futterwerttabellen (DLG, 1997; DLG, 1973) berechnet. Bei Zukaufkraftfuttermischungen bzw. bei Mineralstoffmischungen wurden die Firmenangaben übernommen.

2.4 Nährstoffversorgung und Nährstoffausscheidungen der Milchkühe

Bei der Berechnung des Nähr- und Mineralstoffbedarfs und der Interpretation der Versorgung dienten die Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2001) als Grundlage.

Zur Berechnung der Stickstoff- (N) und Phosphorausscheidungen (P) der Milchkühe wurden die Daten der Futtermittelmeerhebungen herangezogen. Unter Berücksichtigung der betriebsindividuellen durchschnittlichen N- und P-Aufnahme in der Laktation (Mittelwert beider Laktationsgruppen) und einer Versorgung mit durchschnittlich 1.150 g Rohprotein und 32 g P pro Kuh und Tag in der 60tägigen Trockenstehzeit wurde die N- und P-Aufnahme pro Kuh und Tag errechnet. Zur Errechnung der Ausscheidungsmengen wurde von der N- und P-Aufnahme die durchschnittliche Abgabe über die Milch sowie ein durchschnittlicher N- und P-Ansatz in der 60tägigen Trockenstehzeit (31 g N und 2,5 g P pro Trockenstehetage nach GfE, 2001) abgezogen. Ein Nährstoffabbau bzw. Nährstoffansatz zu Laktationsbeginn bzw. -ende blieb bei der Berechnung der Ausscheidungsmengen unberücksichtigt.

Die Kaliumausscheidungen (K) wurden mit Hilfe von Literaturangaben (FAB, RAC, FAC, 1994), unter Berücksichtigung der betriebsindividuellen Milchleistung, errechnet. Diese Vorgangsweise war bei Kalium notwendig, da bei den Handelsfuttermischungen keine Informationen zum K-Gehalt verfügbar waren.

2.5 Nährstoffausscheidungen der weiteren Tierarten und Kategorien

Die Nährstoffausscheidungen der Mutterkühe wurden, den Milchkühen entsprechend, betriebsindividuell errechnet. Dazu wurde eine Tagesmilchleistung in der Säugezeit von 10 kg und eine dem geringeren Energiebedarf der Mutterkühe betriebsindividuell angepasste Futtermittelaufnahme (je nach Grundfutterqualität 9–13 kg T pro Tag) unterstellt. Die Nährstoffausscheidungen der weiteren Tierarten und Tierkategorien wurden mit Hilfe von Literaturangaben für alle Betriebe einheitlich berechnet. In der Stiermast wurden, unter Berücksichtigung der Angaben der GEH (1995), bei 1.200 g Tageszunahmen mittlere N-, P- und K-Ausscheidungen von 119, 14 bzw. 82 g pro Tag errechnet. In der Ochsen- und Kalbinnenmast wurden bei mittleren Tageszunahmen von 800 g Ausscheidungen in der Höhe von 138 g N, 12 g P und 82 g K pro Tier und Tag angenommen. Die Nährstoffausscheidungen der weiteren Nutztiere auf den Betrieben wurden mit Hilfe der nach Tierarten und Produktionsbedingungen differenzierten Angaben aus der Schweiz (FAB, RAC, FAC, 1994) berechnet.

2.6 Nährstoffanfall und Nährstoffbilanzierung auf Betriebsebene

Der N-, P- und K-Anfall in den Betrieben wurde aus den Ausscheidungen der Tiere und dem Nährstoffimport über Strohkauf und Handelsdüngerkauf errechnet. Der Anteil des anrechenbaren (feldfallenden) N am gesamten anfallenden N des Wirtschaftsdüngers wurde für alle Betriebe einheitlich mit 75 % angenommen. Die Differenz zwischen stallfallendem und anrechenbarem (feldfallend) Stickstoff ergibt sich auf Grund von unvermeidbaren, vor allem gasförmigen, N-Verlusten. Je nach Düngerlagerung und Ausbringungstechnik (System, Lagerdauer etc.) werden anrechenbare N-Anteile von etwa 60 % (Kompost) bis 85 % (Jauche) vom stallfallenden N angegeben (FAB, RAC, FAC, 1994; FACHBEIRAT, 2000). Die Berechnung der Nährstoffausscheidungen auf den Almflächen erfolgte betriebsindividuell unter Berücksichtigung der Tierart, Tieranzahl und Alpdauer mit Hilfe von Literaturdaten (FAB, RAC, FAC, 1994).

Zur Abschätzung der N-, P- und K-Bilanz wurde der Nährstoffanfall dem Nährstoffbedarf der Betriebsflächen gegenübergestellt. Die Ausscheidungen auf den Almflächen

wurden vor der Bilanzierung der Acker- und Grünlandflächen in Abzug gebracht. Der Nährstoffbedarf der Ackerflächen wurde entsprechend den Richtlinien für die sachgerechte Düngung (FACHBEIRAT, 2000) errechnet. Dabei wurden die Kultur- und die Ertragsangaben aus der Fragebogenerhebung betriebsindividuell berücksichtigt. Bei den P- und K-Düngungsempfehlungen wurde von der Gehaltsstufe C im Boden ausgegangen. Der Nährstoffbedarf der Grünlandflächen wurde aus der Nutzungsintensität (Schnittanzahl) und Ertragslage ebenfalls betriebsindividuell mit Hilfe der Richtlinien für die sachgerechte Düngung (FACHBEIRAT, 2000) errechnet. Bei den Hut- und Kulturweiden wurde eine 3 bzw. 5malige Nutzung unterstellt.

2.7 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm LSMLMW von HARVEY (1987) bzw. mit dem SPSS-Statistikpaket (SPSS, 1999). Die Daten zum Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel wurden innerhalb eines Konservierungsverfahrens unter Berücksichtigung der fixen Effekte „Wirtschaftsweise“ und „Aufwuchs“ sowie der Interaktion von „Wirtschaftsweise und Aufwuchs“ berechnet. Die statistische Auswertung der Daten zur Futteraufnahme und Nährstoffversorgung der Milchkühe erfolgte unter

Berücksichtigung der fixen Effekte „Wirtschaftsweise“ und „Laktationsstadium“ sowie der Interaktion „Wirtschaftsweise x Laktationsstadium“. Bei der Auswertung der Daten auf Betriebsebene (Nährstoffbilanzierung) wurde der fixe Effekt „Wirtschaftsweise“ berücksichtigt.

3. Ergebnisse

3.1 Energie- und Nährstoffgehalt der Futtermittel

In Tabelle 4 ist der Nährstoff-, Energie- und Mineralstoffgehalt der Futtermittel der konventionell bzw. biologisch wirtschaftenden Betriebe angeführt.

Der Energiegehalt der Heuproben lag im Durchschnitt aller Betriebe mit 5,5 MJ NEL unter dem der Grassilageproben, für die sich 5,8 MJ NEL ergaben. Diese Differenzierung war bei den konventionell wirtschaftenden Betrieben deutlich stärker ausgeprägt als bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben. Die Heuproben der Biobetriebe wiesen im Vergleich zu denen konventioneller Betriebe einen höheren Energie-, Calcium- und Magnesiumgehalt auf. Der ebenfalls geringere Rohfasergehalt des Heus der Biobetriebe kann auf einen früheren Erntezeitpunkt zurückgeführt werden. Trotz geringeren Rohfasergehalts wies das Heu der Biobetriebe tendenziell (P = 0,06) einen

Tabelle 4: Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel
Table 4: Nutrient and energy content of feedstuffs

Wirtschaftsweise		Heu						Grassilage						Mais-silage kon	Kraftfutter	
		Mittelwert ¹⁾ bio kon		1. Aufwuchs bio kon		Folgeaufwüchse bio kon		Mittelwert ¹⁾ bio kon		1. Aufwuchs bio kon		Folgeaufwüchse bio kon			bio	kon
Analysen	n	23	27	10	10	13	17	9	26	5	14	4	12	12	12	39
Trockenmasse	g	863	873	871	881	855	865	424	341	427	339	422	343	332	872	867
Rohprotein	g	125	117	110	103	140	131	144 ^b	162 ^a	137	150	151	175	79	145	188
Rohfett	g	24	24	23	22	25	26	28	30	28	29	28	31	27	30	27
Rohfaser	g	251 ^b	286 ^a	267	295	235	278	256	258	275	271	237	245	197	91	90
Rohasche	g	100	90	84	80	115	101	105	108	98	93	112	123	43	53	52
Energie	MJ NEL	5,75 ^a	5,36 ^b	5,86	5,41	5,65	5,32	5,85	5,91	5,87	6,03	5,83	5,79	6,45	7,67	7,80
nXP	g	128	121	126	119	129	123	129	133	129	133	130	133	130	169	182
RNB	g	-0,5	-0,6	-2,6	-2,5	1,7	1,2	2,3 ^b	4,6 ^a	1,3	2,6	3,3	6,6	-8,2	-3,7	0,9
Ca	g	9,1 ^a	7,3 ^b	7,9	6,8	10,4	7,8	10,1	9,1	9,4	8,0	10,8	10,2	2,7	5,4	5,1
P	g	2,4	2,7	2,1	2,7	2,5	2,9	2,6 ^b	3,6 ^a	2,5	3,5	2,7	3,8	2,0	5,3	5,4
Mg	g	3,1 ^a	2,5 ^b	2,6	2,1	3,6	2,8	3,3	3,0	3,7	2,4	2,8	3,5	1,4	2,2	1,9
K	g	23,2	23,1	20,6	21,4	25,9	24,9	25,6	29,6	23,0	29,5	28,1	29,7	11,4	-	-
Na	g	0,17 ^b	0,40 ^a	0,14	0,40	0,20	0,40	0,30	0,57	0,22	0,46	0,38	0,68	0,14	1,31	1,41
Mn	mg	155	115	149	120	160	109	150 ^a	102 ^b	154	83	145	122	31	43	55
Zn	mg	38	34	33	32	44	37	49	41	57	35	43	47	23	69	66
Cu	mg	7,0	6,9	6,0	6,0	7,9	7,7	7,9	8,3	7,7	7,2	8,1	9,4	4,5	168,6	181,8

¹⁾ Unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Gruppenunterschiede (P < 0,05) zwischen den Wirtschaftswesen innerhalb eines Konservierungsverfahrens

geringeren Phosphorgehalt als das der konventionellen Betriebe auf.

Bei den Grassilagen zeigte sich, bei vergleichbarem Rohfaser- und Energiegehalt, für die Biobetriebe ein signifikant geringerer Rohprotein- und Phosphorgehalt. In der Tendenz lag der K-Gehalt in den Grassilagen der Biobetriebe unter dem der konventionellen Betriebe. Bei den Grassilagen der Biobetriebe fällt der höhere Anwelkgrad bei der Ernte auf.

Maissilage wurde auf den erhobenen Biobetrieben nicht eingesetzt. Die Qualität der Maissilage der konventionellen Betriebe lag mit knapp 20 % XF und 6,5 MJ NEL im mittleren Bereich.

Das Kraftfutter wies im Durchschnitt über alle Betriebe einen Rohproteingehalt von 18 % und einen Energiegehalt von 7,7 MJ NEL auf. Tendenziell wurde in den Biobetrieben rohproteinärmeres Kraftfutter eingesetzt.

3.2 Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Milchleistung und Nährstoffversorgung der Milchkühe

Die Ergebnisse zur Futteraufnahme, Milchleistung und Nährstoffversorgung sind in den Tabellen 5 bis 7 dargestellt.

Im Durchschnitt über beide Laktationsgruppen wurde bei biologischer Wirtschaftsweise mit 14,9 kg T um 1,1 kg T mehr Grundfutter als bei konventioneller Wirtschaftsweise eingesetzt. Das Grundfutter der Biobetriebe wies mit 8,1 kg T einen um 3,8 kg T höheren Heuanteil als das der

konventionellen Betriebe auf. Die Grassilageaufnahmen unterschieden sich zwischen den zwei Bewirtschaftungssystemen nicht. Maissilage wurde auf den Biobetrieben nicht eingesetzt. Der Kraftfuttereinsatz war bei den Biobetrieben mit durchschnittlich 2,5 kg bzw. 14 % Anteil am Gesamtfutter um 1,2 kg bzw. 6 % Anteil am Gesamtfutter unter dem der konventionellen Betriebe. Die Gesamtfutteraufnahme war mit 17,5 kg T bei den biologisch bzw. konventionell wirtschaftenden Betrieben auf gleichem Niveau.

Bei Gegenüberstellung der Futteraufnahmedaten der Laktationsgruppen 1 und 2 fallen die geringen Unterschiede in der Grundfutterzusammensetzung und Grundfutteraufnahme auf. Dem unterschiedlichen Leistungsniveau und Energiebedarf der Tiere wurde auf den Betrieben nicht über die Zusammensetzung und Qualität des Grundfutters sondern praktisch nur über die Kraftfütterergänzung Rechnung getragen. Im ersten Laktationsabschnitt wurden im Mittel 3,9 und im 2. Abschnitt 2,4 kg Kraftfutter eingesetzt. Bei den konventionellen Betrieben war die Differenzierung in der Nährstoffversorgung zwischen den Laktationsabschnitten stärker ausgeprägt als bei den Biobetrieben. In der 2. Laktationshälfte wurde im Durchschnitt eine um knapp 2 kg T geringere Gesamtfutteraufnahme als in der 1. Laktationshälfte festgestellt.

Obwohl sich in der Grundfutteraufnahme signifikante Unterschiede zwischen den Wirtschaftsweisen ergaben, unterschied sich die Energieaufnahme aus dem Grundfutter nur geringfügig. Auch in der Gesamtenergieaufnahme wur-

Tabelle 5: Einfluss von Wirtschaftsweise und Laktationsabschnitt auf die Futteraufnahme der Milchkühe

Table 5: Influence of management system and stage of lactation on feed intake of dairy cows

		Wirtschaftsweise (W)		Laktationsabschnitt (L)		W x L				s _e	P-Werte		
		biologisch	konventionell	1	2	bio 1	kon 1	bio 2	kon 2		W	L	W x L
Anzahl		11	19	30	30	11	19	11	19				
Laktation	Anzahl	3,4	3,4	3,2	3,7	3,4	2,9	3,5	3,9	1,5	0,975	0,180	0,328
Laktationstag	Tage	140	144	51	233	52	51	229	237	46	0,760	< 0,001	0,695
Futteraufnahme													
Grundfutter	kg T	14,92	13,79	14,57	14,14	15,18	13,97	14,67	13,60	2,61	0,109	0,535	0,924
Heu	kg T	8,13	4,37	6,40	6,10	8,36	4,43	7,89	4,30	4,52	0,003	0,808	0,889
Grassilage	kg T	6,80	6,88	6,82	6,86	6,81	6,83	6,78	6,94	4,46	0,942	0,975	0,950
Maissilage	kg T	0,00	2,54	1,36	1,18	0,00	2,71	0,00	2,36	1,93	< 0,001	0,732	0,732
Kraftfutter	kg T	2,53	3,68	3,86	2,36	3,09	4,62	1,97	2,75	1,73	0,016	0,002	0,427
Energiekraftfutter ¹⁾	kg T	1,57	1,80	2,09	1,28	1,90	2,29	1,25	1,32	1,66	0,608	0,074	0,723
Leistungskraftfutter ¹⁾	kg T	0,90	1,59	1,53	0,96	1,13	1,92	0,67	1,26	1,73	0,142	0,230	0,835
Proteinkraftfutter ¹⁾	kg T	0,00	0,22	0,17	0,06	0,00	0,33	0,00	0,11	0,49	0,095	0,400	0,400
Mineralstoffmischung	g	61	71	69	63	62	76	61	65	82	0,668	0,786	0,817
Gesamtfutter	kg T	17,46	17,47	18,43	16,50	18,27	18,59	16,64	16,35	3,13	0,988	0,025	0,718
Kraftfutteranteil	% v. Ges.	14,2	20,6	20,5	14,3	16,8	24,3	11,7	16,9	8,2	0,005	0,007	0,609

¹⁾ Energiekraftfutter XP < 15 %; Leistungskraftfutter XP 15–25 %; Proteinkraftfutter XP > 25 %

Tabelle 6: Einfluss von Wirtschaftsweise und Laktationsabschnitt auf Nährstoffaufnahme und Nährstoffkonzentration der Milchkühe
 Table 6: Influence of management system and stage of lactation on nutrient intake and nutrient concentration of dairy cows

	Wirtschafts- weise (W)		Laktations- abschnitt (L)		W x L				s _e	P-Werte		
	biolo- gisch	konven- tionell	1	2	bio 1	kon 1	bio 2	kon 2		W	L	W x L
Anzahl	11	19	30	30	11	19	11	19				
Nährstoffaufnahme												
Energie aus Grundfutter MJ NEL	86,9	81,3	85,5	82,7	88,4	82,5	85,4	80,0	15,2	0,173	0,507	0,955
Energie aus Gesamtfutter MJ NEL	106,3	109,6	115,2	100,8	112,1	118,2	100,5	101,1	20,7	0,548	0,012	0,613
Rohprotein aus Grundfutter g	1.994	1.775	1.910	1.859	2.026	1.793	1.963	1.756	437	0,066	0,670	0,913
Rohprotein aus Gesamtfutter g	2.356	2.395	2.530	2.222	2.472	2.587	2.241	2.203	570	0,802	0,049	0,619
nXP aus Gesamtfutter g	2.343	2.412	2.540	2.215	2.471	2.608	2.214	2.216	468	0,582	0,012	0,593
Ca aus Gesamtfutter g	161	122	147	137	166	127	157	116	35	<0,001	0,281	0,958
P aus Gesamtfutter g	51	62	61	52	54	67	48	56	16	0,014	0,050	0,568
Mg aus Gesamtfutter g	53	41	48	45	54	42	51	39	12	0,001	0,318	0,923
Na aus Gesamtfutter g	20	23	23	20	21	25	19	22	14	0,329	0,493	0,810
Mn aus Gesamtfutter mg	2.464	1.634	2.105	1.993	2.514	1.696	2.413	1.572	745	<0,001	0,576	0,954
Zn aus Gesamtfutter mg	998	1.007	1.079	926	1.038	1.120	958	895	516	0,947	0,273	0,602
Cu aus Gesamtfutter mg	164	205	198	170	170	226	157	184	78	0,056	0,197	0,493
Nährstoffkonzentration												
Energie im Grundfutter MJ NEL/kgT	5,82	5,91	5,87	5,86	5,82	5,91	5,82	5,91	0,22	0,138	0,934	0,946
Energie im Gesamtfutter MJ NEL/kgT	6,08	6,27	6,24	6,11	6,14	6,35	6,03	6,19	0,26	0,010	0,073	0,733
Rohprotein im Grundfutter g/kg T	133	128	131	131	133	128	133	128	18	0,282	0,947	0,899
Rohprotein im Gesamtfutter g/kg T	134	137	137	134	135	139	134	135	17	0,579	0,615	0,752
nXP im Gesamtfutter g/kg T	134	138	137	134	135	140	133	136	7	0,035	0,084	0,620
RNB im Gesamtfutter g/kg T	2	-3	-2	1	0	-3	4	-2	33	0,583	0,769	0,872
Rohfaser im Gesamtfutter g/kg T	227	220	218	229	223	213	231	227	22	0,218	0,069	0,615

Tabelle 7: Einfluss von Wirtschaftsweise und Laktationsabschnitt auf Milchleistung und Nährstoffversorgung der Milchkühe
 Table 7: Influence of management system and stage of lactation on milk yield and nutrient supply of dairy cows

	Wirtschafts- weise (W)		Laktations- abschnitt (L)		W x L				s _e	P-Werte		
	biolo- gisch	konven- tionell	1	2	bio 1	kon 1	bio 2	kon 2		W	L	W x L
Anzahl	11	19	30	30	11	19	11	19				
Milchleistung												
Milch kg T	16,49	19,35	21,67	14,17	19,61	23,72	13,37	14,97	4,66	0,026	<0,001	0,319
Fett %	4,07	4,47	4,21	4,33	4,00	4,43	4,14	4,52	0,73	0,045	0,549	0,888
Eiweiß %	3,31	3,46	3,23	3,54	3,13	3,34	3,49	3,59	0,25	0,029	<0,001	0,398
Laktose %	4,80	4,68	4,78	4,70	4,81	4,74	4,78	4,63	0,16	0,012	0,101	0,371
Fett kg	0,67	0,87	0,91	0,62	0,78	1,04	0,55	0,69	0,25	0,004	<0,001	0,360
Eiweiß kg	0,54	0,67	0,70	0,50	0,62	0,79	0,46	0,54	0,17	0,006	<0,001	0,258
Zellzahl x 1000	152	155	127	180	143	111	161	200	172	0,940	0,255	0,443
Harnstoff mg/100 ml	19,7	18,0	16,9	20,8	16,4	17,4	23,0	18,7	7,1	0,389	0,043	0,172
Lebendmasse kg	673	701	678	696	660	696	686	706	62	0,100	0,294	0,628
Nährstoffbedarfsdeckung												
Energie MJ NEL	14,7	4,0	5,5	13,2	11,9	-1,0	17,6	8,9	17,4	0,024	0,102	0,648
nXP g	506	298	317	487	446	188	566	409	286	0,009	0,030	0,508
Calcium g	83,0	33,3	51,8	64,4	78,5	25,1	87,4	41,4	32,1	<0,001	0,149	0,665
Phosphor g	-4,6	0,4	-3,7	-0,5	-6,2	-1,2	-3,0	1,9	12,3	0,136	0,344	0,989
Magnesium g	29,3	15,0	21,7	22,6	29,1	14,2	29,4	15,7	12,7	0,000	0,798	0,860
Natrium g	0,1	1,6	-0,1	1,8	-0,8	0,6	1,1	2,5	13,4	0,692	0,594	0,997
Mangan mg	1.591	761	1.184	1.168	1.601	767	1.581	755	727	0,000	0,935	0,985
Zink mg	125	134	158	101	125	191	126	77	485	0,947	0,665	0,661
Kupfer mg	-11	30	14	5	-13	40	-9	20	67	0,028	0,655	0,528

den keine signifikanten Differenzen zwischen den Wirtschaftswesen festgestellt. Im Mittel aller Betriebe ergab sich eine Energieaufnahme von 108 MJ NEL pro Tag. Die bei den konventionellen Betrieben geringere Rohproteinaufnahme aus dem Grundfutter, wurde durch die höhere Eiweißergänzung über das Kraftfutter ausgeglichen, so dass sich in der Gesamtrohproteinaufnahme keine Unterschiede zwischen den Wirtschaftswesen ergaben. In der Mineralstoffaufnahme lagen bei Ca, Mg und Mn die Biobetriebe und bei P und Cu die konventionellen Betriebe höher.

Die signifikanten Unterschiede in der Nährstoffaufnahme zwischen dem 1. und 2. Laktationsabschnitt können auf die unterschiedliche Kraftfutterergänzung zurückgeführt werden. Die Nährstoffkonzentrationen im Grundfutter lagen in beiden Laktationsgruppen und beiden Wirtschaftswesen auf gleichem Niveau.

Mit 19,4 kg lag die Milchleistung der Kühe der konventionellen Betriebe um 2,9 kg über der der Biobetriebe. Auch

im Milchfett- (4,5 bzw. 4,1 %) und Milcheiweißgehalt (3,5 bzw. 3,3 %) erzielten die konventionellen Betriebe signifikant höhere Werte. Der Milchharnstoffgehalt und die Zellzahl unterschieden sich nicht zwischen den Wirtschaftswesen. Im ersten Laktationsabschnitt wurde im Durchschnitt eine Milchleistung von 21,7 und im 2. Laktationsabschnitt von 14,2 kg festgestellt. Der Milcheiweißgehalt und der Milchharnstoffgehalt lag im 2. Laktationsabschnitt über dem des 1. Abschnitts.

In der Nährstoffversorgung zeigten sich unabhängig vom Bewirtschaftungsverfahren große betriebsindividuelle Einflüsse. Wie in Abbildung 1 dargestellt, nimmt mit steigender Milchleistung das Risiko einer Unterversorgung an Energie und nutzbarem Rohprotein (nXP) zu. Im Durchschnitt über alle Betriebe ergab sich eine leichte energetische Überversorgung (8 MJ NEL). Nahezu alle Betriebe wiesen eine über dem Bedarf liegende Calcium-, Magnesium- und Manganversorgung auf. In der Phosphor-,

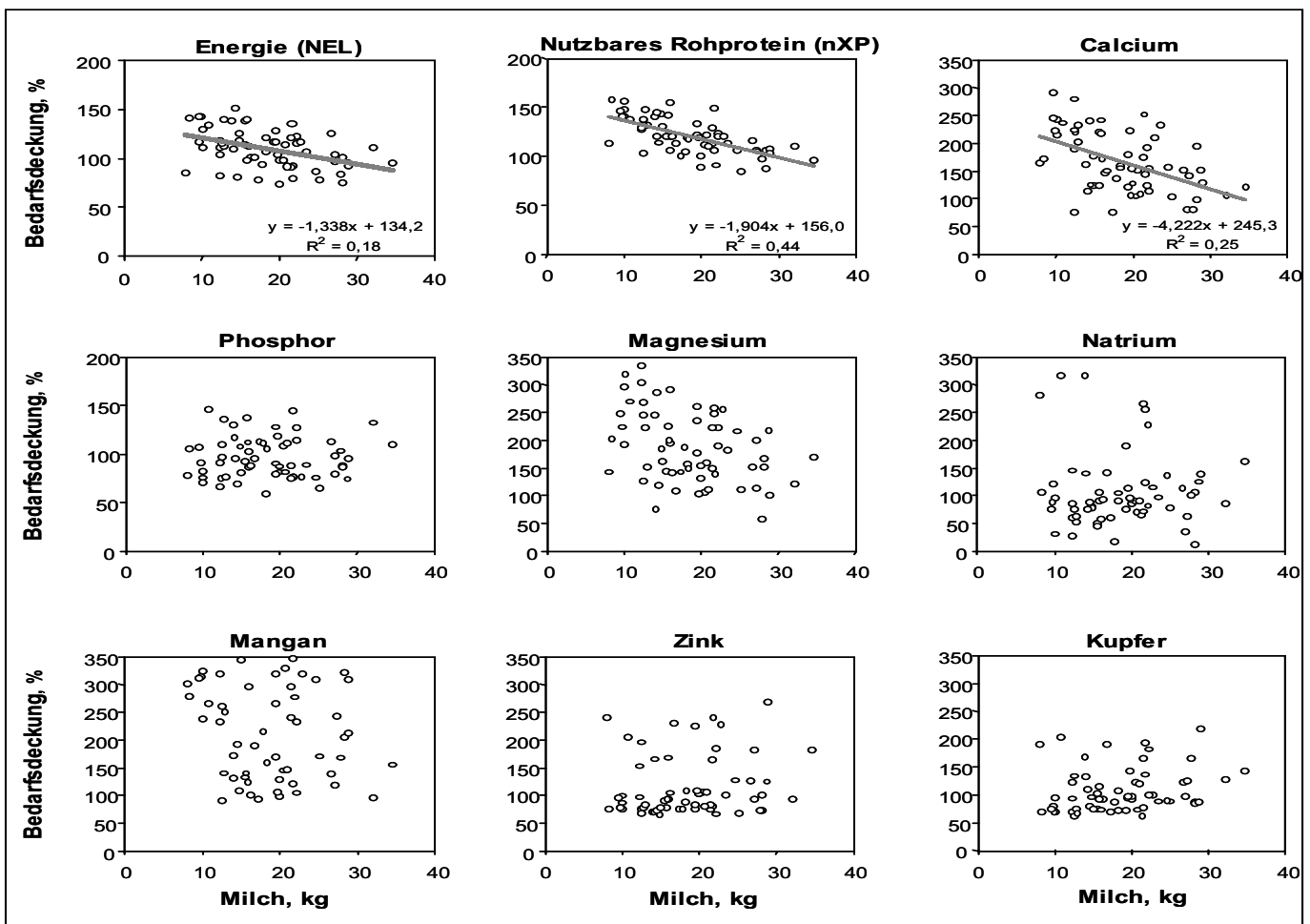


Abbildung 1: Milchleistung und Nährstoffversorgung der Milchkühe (bedarfsgerecht = 100%)

Figure 1: Milk yield on nutrient supply of dairy cows

Natrium- und Zinkversorgung lagen einige Betriebe deutlich unter den Versorgungsempfehlungen. In der 1. Laktationshälfte waren die Kühe der konventionell wirtschaftenden Betriebe, bei einer Milchleistung von 23,7 kg, im Durchschnitt bedarfsgerecht mit Energie versorgt. Vor allem bei Calcium und Magnesium zeigte sich, auf Grund der hohen Gehalte im Grundfutter, ein deutliches Überangebot. Ein vergleichbares Bild ergab sich auch für die Biobetriebe. Auf Grund der geringeren Milchleistung (19,6 kg) und der hohen Futtermittelaufnahme ergab sich auch im 1. Laktationsabschnitt eine über dem Bedarf liegende Energieversorgung (12 MJ NEL). Vor allem bei Ca, Mg und Mn wurde eine deutlich positive Versorgungsbilanz festgestellt. Die P- und Cu-Versorgung war jedoch im Durchschnitt geringfügig unter dem Bedarf.

In der 2. Laktationshälfte wurden die Kühe sowohl der konventionell als auch der biologisch wirtschaftenden Betriebe energetisch übertversorgt (9 bzw. 18 MJ NEL pro Tier und Tag). In der Versorgung mit Mineralstoffen zeigte sich ein mit dem ersten Laktationsabschnitt vergleichbares Bild. Es wurde eine deutlich über dem Bedarf liegende Calcium-, Magnesium- und Manganversorgung festgestellt.

3.3 Nährstoffausscheidungen der Milchkühe

Im Durchschnitt aller Betriebe ergaben die Berechnungen N-, P- und K- Ausscheidungen von 96, 14 bzw. 159 kg pro Kuh und Jahr bzw. von 69, 10 und 116 kg pro GVE und Jahr (1 GVE entspricht 500 kg LM). Die Variationsbreite der Ausscheidungsmengen der einzelnen Betriebe war auf Grund der unterschiedlichen Rations- und Leistungsverhältnisse beachtlich. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Wirtschaftswesen festgestellt (Tabelle 8). Mit zunehmender Milchleistung muss mit einem Anstieg der N- und P-Ausscheidungen gerechnet werden (Abbildung 2). Unabhängig davon zeigen die Ergebnisse auch den deutlichen Einfluss der Rationsgestaltung auf die Ausscheidungsmengen.

3.4 Nährstoffanfall und Nährstoffbilanzierung auf Betriebsebene

Die errechneten Nährstoffausscheidungen der Tiere auf den Betrieben zeigten auf Grund der unterschiedlichen

Tabelle 8: Nährstoffausscheidungen in der Tierhaltung
Table 8: Nutrient excretion of the animals

	Mittelwert	Wirtschaftsweise (W)		Minimum – Maximum		s_e	P-Wert W	
		biologisch	konventionell	biologisch	konventionell			
Ausscheidungen der Milchkühe								
N pro Kuh und Jahr	kg	95,5	98,2	94,0	67–126	52–133	21,1	0,597
P pro Kuh und Jahr	kg	14,2	12,6	15,1	8–20	8–24	4,0	0,112
K pro Kuh und Jahr	kg	159,4	152,0	163,7	138–180	130–208	17,9	0,096
N pro GVE _{500 kg} und Jahr ¹⁾	kg	69,3	72,9	67,2	50–89	43–101	15,1	0,323
P pro GVE _{500 kg} und Jahr	kg	10,2	9,4	10,8	6,2–14,9	6–16	0,2	0,188
K pro GVE _{500 kg} und Jahr	kg	115,8	113,0	117,4	99–127	99–147	0,4	0,404
Ausscheidungen aller Rinder								
N pro GVE _{ÖPUL} und Jahr ²⁾	kg	85,9	87,1	85,3	71–104	64–121	13,2	0,719
N anrechenbar pro								
GVE _{ÖPUL} und Jahr	kg	64,4	65,3	63,9	53–78	48–91	9,9	0,719
P pro GVE _{ÖPUL} und Jahr	kg	12,4	11,5	12,9	9–16	8–18	2,5	0,157
K pro GVE _{ÖPUL} und Jahr	kg	133,5	129,9	135,6	119–151	118–177	12,8	0,255
N pro Betrieb und Jahr	kg	2.647	2.828	2.542	1.921–4.488	1.015–6.192	1.039	0,474
N anrechenbar pro Betrieb								
und Jahr	kg	1.985	2.121	1.907	1.441–3.366	761–4.644	779	0,474
P pro Betrieb und Jahr	kg	385	378	389	49–231	45–172	185	0,879
K pro Betrieb und Jahr	kg	4.113	4.231	4.045	2.789–6.606	1.764–9.197	1.550	0,754
Ausscheidungen aller Tiere								
N pro Betrieb und Jahr	kg	2.934	3.002	2.895	1.951–4.981	1.043–6.275	1.217	0,818
N anrechenbar pro Betrieb								
und Jahr	kg	2.201	2.252	2.171	1463–3.736	782–4.706	912	0,818
P pro Betrieb und Jahr	kg	438	405	458	238–887	180–1.111	239	0,563
K pro Betrieb und Jahr	kg	4.316	4.495	4.211	2.799–7.165	1.772–9.237	1.620	0,647

¹⁾ GVE_{500 kg} = 1 Großvieheinheit (GVE) entspricht Tier mit 500 kg Lebendmasse

²⁾ GVE_{ÖPUL} = GVE laut Umrechnungsschlüssel für Tierbesatz ÖPUL 2000 (z. B. Kuh = 1,0; Rinder ½ bis unter 2 Jahre = 0,6 etc.)

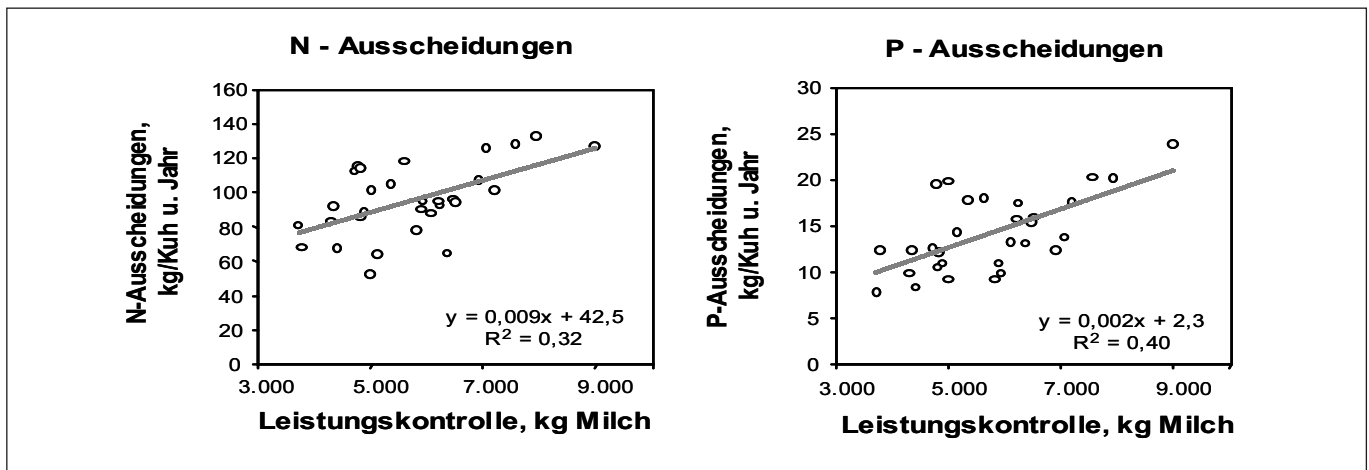


Abbildung 2: N- und P-Ausscheidung der Milchkühe in Abhängigkeit von der Jahresmilchleistung (Leistungskontrolle)
 Figure 2: N and P excretion of the dairy cows depending on yearly milk yield (official performance recording)

Anzahl und Zusammensetzung der Bestände erwartungsgemäß eine große Variationsbreite (Tabelle 9). Es ergaben sich keine gesicherten Unterschiede zwischen den Wirtschaftsweisen.

Der N-, P- und K-Nährstoffimport der Betriebe über den Zukauf von Handelsdünger und Stroh lag im Mittel bei 181 kg N, 82 kg P und 254 kg K pro Betrieb und Jahr. Im Nährstoffimport über Handelsdünger- und Stroh zukauf waren die Unterschiede zwischen den biologischen und konventionellen Betrieben nicht signifikant.

Der Nährstoffanfall auf Gesamtbetriebsebene war im Durchschnitt beider Wirtschaftsweisen auf vergleichbarem Niveau. Der höhere Alpungsanteil bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben führte zu höheren N-, P- und K-Ausscheidungen auf den Almweiden. Pro ha Almfläche fielen jedoch bei beiden Wirtschaftsweisen vergleichbare Nährstoffmengen (13 kg N, 2 kg P und 16 kg K pro Jahr) an.

Der signifikant höhere Ackerflächenanteil sowie die im Durchschnitt höhere Ertragslage führte auf den konventionell wirtschaftenden Betrieben im Vergleich zu den Biobetrieben zu einem höheren Nährstoffbedarf der Ackerkulturen. Die für das Grünland verbleibenden Nährstoffmengen unterschieden sich tendenziell zwischen den konventionell und biologisch wirtschaftenden Betrieben (Tabelle 10). Der dem Grünland zur Verfügung stehende anrechenbare N betrug im Durchschnitt bei den Biobetrieben 78 kg und bei den konventionellen Betrieben 101 kg pro ha Grünlandfläche. Bei Phosphor ergab sich ein Düngeranfall von 16 bzw. 25 kg und bei Kalium von 176 bzw. 215 kg pro ha Grünlandfläche.

Stellt man diese Nährstoffanfallmengen dem entsprechend der Ertragslage und Nutzungsintensität errechneten Bedarf der Grünlandflächen gegenüber, dann ergibt sich sowohl bei biologischer als auch konventioneller Wirtschaftsweise für N und P eine leicht negative Versorgungsbilanz von durchschnittlich 15 kg anrechenbarem N und 7 kg P pro ha Grünland. Bei Kalium wurde hingegen eine positive Bilanz (+52 kg K pro ha) errechnet.

4. Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

4.1 Datenstruktur, Methodik und Aussagekraft

In der Flächen-, Tier- und Quotenausstattung lagen die erfassten Betriebe über dem österreichischen Durchschnitt der viehhaltenden biologischen bzw. konventionellen Betriebe (vgl. SCHNEEBERGER et al., 1997; SCHNEEBERGER, 1998; BMLFUW, 2000; KIRNER, 2001). Auf Grund der beschränkten Anzahl der erhobenen Betriebe, der Methodik bei der Betriebsauswahl bzw. der Datenerhebung und Auswertung können die vorliegenden Ergebnisse nicht unbedingt als repräsentativ für die österreichische Grünlandwirtschaft betrachtet werden. Die Daten lassen jedoch Schlussfolgerungen auf die Situation in den untersuchten Betrieben zu. Bei vorsichtiger Interpretation und unter Berücksichtigung der Datenstruktur, können jedoch Aussagen und Schlussfolgerungen zur Situation der Milchviehhaltung und Grünlandwirtschaft in Österreich abgeleitet werden.

Tabelle 9: Nährstoffimport, Nährstoffanfall und errechneter Nährstoffbedarf der Ackerflächen
 Table 9: Nutrient import, nutrient supply and calculated nutrient requirements of plough-land

	Mittelwert	Wirtschaftsweise (W)		Minimum – Maximum		s _c	P-Wert W	
		biologisch	konventionell	biologisch	konventionell			
Nährstoffimport – Handelsdünger und Stroh								
N pro Betrieb und Jahr	kg	180,7	98,1	228,5	0 – 212	0 – 870	219,8	0,129
P pro Betrieb und Jahr	kg	82,0	41,3	105,6	4,0 – 265	0 – 488	127,1	0,193
K pro Betrieb und Jahr	kg	253,5	267,4	245,4	0 – 488	0 – 578	240,5	0,812
Nährstoffanfall Gesamtbetrieb								
N pro Betrieb und Jahr	kg	3.115	3.100	3.124	1.951 – 5.075	1.095 – 6.995	1.303	0,963
N anrechenbar pro Betrieb und Jahr	kg	2.382	2.350	2.400	1.463 – 3.829	834 – 5.426	1.004	0,896
P pro Betrieb und Jahr	kg	520	446	563	288 – 899	204 – 1.548	285	0,287
K pro Betrieb und Jahr	kg	4.569	4.763	4.457	2.799 – 7.420	1.913 – 9.237	1.696	0,638
Nährstoffausscheidungen Alm								
N anrechenbar pro Betrieb und Jahr	kg	301,4	514,5	178,0	0 – 1.408	0 – 1.104	388,0	0,030
P pro Betrieb und Jahr	kg	41,5	69,8	25,0	0 – 241	0 – 170	57,1	0,048
K pro Betrieb und Jahr	kg	389,7	682,5	220,2	0 – 1.646	0 – 1.563	485,1	0,018
Nährstoffbedarf Ackerflächen¹⁾								
N pro Betrieb und Jahr	kg	345,5	25,9	530,6	0 – 285	0 – 2.200	509,7	0,014
P pro Betrieb und Jahr	kg	79,7	6,2	122,3	0 – 68	0 – 528	116,9	0,014
K pro Betrieb und Jahr	kg	395,4	28,6	607,7	0 – 314,7	0 – 2.680	611,9	0,019

¹⁾ Nährstoffbedarf laut Richtlinien für die sachgerechte Düngung (FACHBEIRAT, 2000)

Tabelle 10: Nährstoffanfall und Nährstoffbilanzen auf den Grünlandflächen
 Table 10: Nutrient supply and nutrient balance on grassland

	Mittelwert	Wirtschaftsweise (W)		Minimum – Maximum		s _c	P-Wert W	
		biologisch	konventionell	biologisch	konventionell			
Nährstoffanfall Grünlandflächen								
N anrechenbar pro Betrieb und Jahr	kg	1.735	1.809	1.691	1.066 – 2.780	262 – 3.226	655	0,638
P pro Betrieb und Jahr	kg	399	370	416	239 – 657	34 – 1.020	211	0,570
K pro Betrieb und Jahr	kg	3.784	4.052	3.629	2.381 – 5.774	1.516 – 6.557	1.309	0,401
N anrechenbar pro ha und Jahr	kg	92,6	78,4	100,9	64 – 95	25 – 215	36,9	0,120
P pro ha und Jahr	kg	21,8	16,2	25,1	11 – 26	3 – 68	13,3	0,091
K pro ha und Jahr	kg	200,9	176,1	215,3	123 – 227	126 – 437	64,7	0,121
Nährstoffbedarf Grünlandflächen¹⁾								
N anrechenbar pro Betrieb und Jahr	kg	2.075	2.128	2.045	980 – 4.747	689 – 3.150	844	0,798
P pro Betrieb und Jahr	kg	555	597	531	300 – 1.143	234 – 785	200	0,389
K pro Betrieb und Jahr	kg	2.878	3.029	2.790	1.505 – 5.985	1.171 – 4.240	1.061	0,557
Nährstoffbilanz Grünlandflächen								
N anrechenbar pro Betrieb und Jahr	kg	-341	-318	-354	-1.967 – 227	-1.061 – 315	485	0,848
P pro Betrieb und Jahr	kg	-156	-227	-115	-665 – -56	-365 – 354	189	0,128
K pro Betrieb und Jahr	kg	907	1.023	839	-467 – 2.183	-1.391 – 2.398	900	0,595
N anrechenbar pro ha und Jahr	kg	-15,2	-10,5	-17,9	-56 – 14	-90 – 23	23,9	0,417
P pro ha und Jahr	kg	-6,9	-9,1	-5,6	-19 – 2	-27 – 30	10,5	0,388
K pro ha und Jahr	kg	51,7	48,1	53,8	-13 – 86	-85 – 155	52,2	0,775

¹⁾ Nährstoffbedarf laut Richtlinien für die sachgerechte Düngung (FACHBEIRAT, 2000)

4.2 Futterqualität, Futteraufnahme und Nährstoffversorgung der Milchkühe

Die Nährstoff- und Energiegehalte der untersuchten Grundfutterproben entsprechen den in Tabellenwerken publizierten Ergebnissen österreichischer Grundfuttermittel (GRUBER et al., 1994; DLG, 1997; WIEDNER et al., 2001). Auffallend war bei den Biobetrieben der im Vergleich zu den konventionellen Betrieben geringere Rohfaser- und damit höhere Energiegehalt (5,5 bzw. 5,4 MJ NEL) der Heuproben. Eine Erklärung für die höhere Qualität des Heus auf Biobetrieben dürfte der hohe Heuanteil in den Rationen sein. Um die notwendige Nährstoffdichte in der Gesamtration erzielen zu können, wurde auf eine zeitgerechte Ernte besonderer Wert gelegt. Im Gegensatz dazu wird Heu in konventionellen Betrieben hauptsächlich als wertvolle Strukturkomponente in den saft- und kraftfutterreicheren Rationen eingesetzt. Auf Grund höherer Kraftfutterkosten, aber auch wegen des Verzichts auf bzw. des geringeren Einsatzes von Maissilagen und industriellen Nebenprodukten, ist davon auszugehen, dass Biobetriebe auf die Qualität des Grünlandfutters besonderen Wert legen.

Der Rohfaser- und Energiegehalt der Grassilagen lag mit 26 % bzw. 5,9 MJ NEL in beiden Wirtschaftsweisen auf gleichem Niveau. Der Rohproteingehalt war jedoch bei biologischer Wirtschaftsweise signifikant geringer. Eine mögliche Erklärung dafür könnte in der floristischen Zusammensetzung der Pflanzenbestände und auch in der Bewirtschaftungs- und Düngungsintensität zu suchen sein. Die durchschnittliche Seehöhe der Biobetriebe lag über jener der konventionellen Betriebe. Auf den Biobetrieben wurden im Gegensatz zu den konventionellen Betrieben größere Flächenanteile extensiv bzw. mäßig intensiv bewirtschaftet. Ein höherer Anteil Dauerwiesen und gleichzeitig weniger leguminosenreiche Wechselwiesen bzw. ein geringerer Leguminosenanteil in den Dauerwiesenbeständen könnte zu einem geringeren Proteingehalt in den Silagen der Biobetriebe geführt haben. In diesem Zusammenhang könnte der Phosphorgehalt in den Grassilagen als ein möglicher Indikator für die P-Versorgung des Bodens angesehen werden. Da dem Phosphorgehalt im Boden im Hinblick auf die Leguminosenerforderung eine beachtenswerte Rolle zukommt, könnte es zu einem geringeren Leguminosenanteil und damit geringerem Rohproteingehalt im Futter der Biobetriebe gekommen sein. Ergebnisse von umfangreichen Praxisuntersuchungen zeigen, dass 80 % der Grünlandböden von überwiegend biologisch wirtschaftenden

Betrieben mit einer sehr niedrigen bzw. niedrigen P-Gehaltsklasse (Gehaltsklasse A und B) bewertet wurden (PÖTSCH, 2000). Auch in der vorliegenden Untersuchung zeigte sich bei biologischer Wirtschaftsweise eine geringere Phosphorrücklieferung auf die Grünlandflächen über die Düngung.

Der höhere Ca-Gehalt des Grünlandfutters der Biobetriebe dürfte ebenfalls auf die floristische Zusammensetzung zurückzuführen sein. Vor allem Kräuter weisen eine hohe Ca-Aufnahmekapazität auf (BOHNER, 2000). Da mit steigender Seehöhe und extensiverer Grünlandnutzung ein Anstieg der Kräuter und Rückgang der Gräser im Pflanzenbestand erwartet werden kann, könnte es dadurch zu höheren Ca-Gehalten im Futter gekommen sein. Auf die Manganverfügbarkeit für die Pflanzen übt der pH-Wert des Bodens einen entscheidenden Einfluss aus. Mit sinkendem pH-Wert steigt der Mangangehalt im Futter an (BOHNER, 2000). Die bei den Biobetrieben festgestellten höheren Mangangehalte im Futter könnten daher, neben standortbedingten Unterschieden im Mn-Gehalt des Bodens, ein Hinweis für saurere Bodenbedingungen darstellen.

Das von den Biobetrieben eingesetzte Kraftfutter wies tendenziell einen geringeren Rohproteingehalt auf als das der konventionellen Betriebe. Wie Berechnungen von STEINWIDDER und GRUBER (2001) zum Energie- und Proteinbedarf auf Biobetrieben zeigen, müssen die geringere Milchleistung der Tiere und die etwas rohproteinreichere Grundfütterration in diesem Zusammenhang gesehen werden. Auch die Restriktionen beim Einsatz von Eiweißkomponenten, die geringere Verfügbarkeit von biotauglichen Eiweißträgern sowie die höheren Kosten von Eiweißfuttermitteln (vgl. GREIMEL, 2000) dürften zu einem geringeren Einsatz in der Fütterung auf den Biobetrieben geführt haben.

Die Futtermittelaufnahme zeigten eine große Variabilität zwischen den Betrieben. Unabhängig vom Laktationsstadium, der Wirtschaftsweise und Futterqualität beeinflusste das Betriebsmanagement die Futteraufnahme der Kühe ganz entscheidend. Die Grundfütteraufnahme lag im Mittel bei 14,2 kg. Dieses Ergebnis liegt über den von GRUBER und STEINWENDER (1992) in der Winterfütterungsperiode auf Praxisbetrieben ermittelten Werten (11,8 kg T). In deren Untersuchung war jedoch die Qualität des Grundfutters mit durchschnittlich 5,2 MJ NEL auf deutlich niedrigerem Niveau als in der vorliegenden Erhebung, wo sich im Durchschnitt 5,8 MJ NEL ergaben. Im Mittel wurde in der vorliegenden Erhebung auf den Biobetrieben mit 14,9 kg T eine um 1,1 kg T tendenziell höhere Grundfütteraufnahme

als auf den konventionellen Betrieben festgestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die biologisch wirtschaftenden Betriebe nur 2,5 kg T Kraftfutter einsetzten. Auf den konventionellen Betrieben wurde ein Kraftfuttereinsatz von 3,6 kg T bzw. 21 % Anteil Kraftfutter am Gesamtfutter erhoben. Im internationalen Vergleich sind diese Kraftfuttereinsatzmengen als niedrig zu bezeichnen. Die errechnete Grundfutterleistung lag im Mittel aller Betriebe bei 13,7 kg.

Werden bei der statistischen Auswertung der Daten neben den fixen Effekten (Wirtschaftsweise, Laktationsgruppe) auch die Energiekonzentration des Grundfutters, die Kraftfuttermenge und die Milchleistung als Regressionsvariable in das Modell miteinbezogen, dann errechnet sich eine mittlere Verdrängung des Grundfutters von 0,50 kg T pro kg T Kraftfutter ($P < 0,05$). Bei der Auswertung eines umfangreichen Datenmaterials der BAL Gumpenstein stellten GRUBER et al. (2001) eine vergleichbare Grundfutterverdrängung von 0,55 kg T fest. Zu Laktationsbeginn ermittelten GRUBER et al. (2001) eine Grundfutterverdrängung von 0,3 und zu Laktationsende von 0,6 bis 0,7 kg T fest. In der vorliegenden Arbeit wurde in Laktationsgruppe 1 eine Grundfutterverdrängung von 0,3 und in Laktationsgruppe 2 von 0,9 kg T pro kg T Kraftfutter festgestellt.

Eine neben der Kraftfuttermenge weitere Ursache für die tendenziell höhere Grundfutteraufnahme auf Biobetrieben könnte die Zusammensetzung der Grundfutterration darstellen. GRUBER et al. (2001) konnten bei Grünlandrationen ohne Maissilage, bei sonst gleichen Bedingungen, eine höhere Futteraufnahme als bei Grünlandrationen mit Maissilage feststellen. Neben dem Nährstoffgehalt bzw. der Qualität dürften daher auch die botanische Spezies und Konservierungsart die Futteraufnahme beeinflussen. In der vorliegenden Untersuchung haben die Biobetriebe im Gegensatz zu den konventionellen Betrieben keine Maissilage und deutlich mehr Heu guter Qualität eingesetzt.

In der Gesamtfutter-, Energie- und Rohproteinaufnahme zeigten sich keine gesicherten Unterschiede zwischen den Wirtschaftswesen. Erwartungsgemäß wurde im 2. Laktationsabschnitt weniger Gesamtfutter und damit weniger Energie und Rohprotein aufgenommen. Auffallend dabei war, dass auf den Betrieben die Grundfutterqualität und die Zusammensetzung der Grundfutterration zwischen 1. und 2. Laktationsabschnitt nicht an die Leistung angepasst wurde. Dem in Abhängigkeit von der Milchleistung variierenden Nährstoffbedarf wurde daher auf den Betrieben nur über die Kraftfutterergänzung Rechnung getragen.

Entsprechend den Daten der Milchleistungskontrolle lagen im Erhebungszeitraum die Milchleistung und die

Milchinhaltsstoffe (Fett und Eiweiß) der untersuchten Kühe auf den Biobetrieben unter denen der konventionellen Betriebe. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Auswertungsergebnissen von Milchvieharbeitskreisbetrieben (BMLFUW, 2001). Auch hier wurden im Durchschnitt auf den Biobetrieben geringere Milcheiweiß- und Milchfettgehalte festgestellt. Als Begründung dafür werden vor allem Unterschiede in der Rationsgestaltung (weniger Kraftfutter, höherer Weideanteil etc.) und damit in der Nährstoffversorgung angeführt. Überraschend war daher in der vorliegenden Erhebung, dass trotz nahezu bedarfsgerechter Nährstoffversorgung eine gesicherte Differenz in den Milchinhaltsstoffen zwischen den Wirtschaftswesen festgestellt wurde. Eine Erklärung dafür stellen möglicherweise genetische Unterschiede der Tiere dar.

In der Versorgung der Milchkühe mit Energie und nutzbarem Rohprotein (nXP) nahm auf den untersuchten Betrieben das Risiko einer Unterversorgung mit zunehmender Milchleistung zu. Im Durchschnitt aller Betriebe konnte bis zu einer Tagesmilchleistung von etwa 25 kg eine bedarfsgerechte Energie- und nXP-Versorgung erreicht werden. Dieses Praxisergebnis deckt sich sehr gut mit den von STEINWIDDER und GRUBER (2001 und 2002) auf Grund von Modellrechnungen beschriebenen Zusammenhängen. Die große Variabilität zwischen den Betrieben weist aber auch auf die große Bedeutung des Betriebs- und Fütterungsmanagements für eine bedarfsorientierte Nährstoffversorgung hin. Im Durchschnitt zeigte sich bei biologisch wirtschaftenden Betrieben mit knapp 15 MJ NEL eine höhere energetische Überversorgung als auf den konventionellen Betrieben, auf denen eine nur geringe Überversorgung mit 4 MJ NEL festgestellt wurde. Auf den Biobetrieben wurde eine signifikant geringere Milchleistung (16,5 bzw. 19,4 kg) festgestellt. Im Energiegehalt des Grundfutters lagen die Biobetriebe jedoch nur geringfügig zurück. Obwohl die Kraftfuttermenge auf den Biobetrieben um 1,1 kg geringer war, waren die Kühe auf Grund der geringeren Milchleistung daher energetisch stärker Überversorgt. Diese Überversorgung muss nicht in jedem Fall negativ beurteilt werden. Damit können Körperreserven die zu Laktationsbeginn abgebaut wurden wieder „aufgefüllt“ werden. Durch die begrenzte Kraftfuttergabe liegt vor allem auch bei biologisch wirtschaftenden Betrieben eine energetische Unterversorgung zu Laktationsbeginn vor.

In der Ca-Versorgung konnte eine hohe Versorgung aus dem Grundfutter festgestellt werden. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen einer österreichischen Auswertung zur Mineralstoffversorgung von Milchkühen von GRUBER et al.

(1994). Die deutlich höhere Ca-Versorgung der Biobetriebe kann auf den höheren Gehalt an Ca im Grünlandfutter, den Verzicht auf Maissilage und den geringeren Kraftfuttermittelanteil zurückgeführt werden. Der mit steigender Leistung verbundene Rückgang in der Ca-Übersorgung kann mit dem leistungsabhängigen Ca-Bedarf (GFE, 2001) und dem höheren Anteil an Kraftfutter in der Ration erklärt werden. In der Versorgung mit Phosphor ergab sich im Durchschnitt für die Biobetriebe eine leicht negative Bilanz. Diese ist auf den im Vergleich zu den konventionellen Betrieben geringeren P-Gehalt im Grundfutter, aber auch auf die geringere (Protein-)Kraftfütterergänzung zurückzuführen. Auf den untersuchten Biobetrieben wäre daher der Einsatz von Ca ärmeren und P reicheren Mineralstoffmischungen anzustreben. In der Versorgung mit den weiteren für die Fütterung bedeutenden Mengen- und Spurenelementen zeigte sich eine erhebliche Streuung der Betriebsergebnisse. Dabei spielen die unterschiedlichen Mineralstoffgehalte im Grund- und Kraftfutter sowie die Qualität und Quantität der betriebsindividuellen Mineralstoffergänzung eine wichtige Rolle. Jedenfalls erfordert eine bedarfsorientierte Mineralstoffergänzung eine regelmäßige Mineralstoffuntersuchung, zumindest der Hauptgrundfütterkomponenten, und eine darauf aufbauende Rationsberechnung und -gestaltung. Bei Na-, Cu- und Zn-Versorgung zeigten sich teilweise beachtliche Abweichungen von den Empfehlungen. Dies ist ein deutlicher Hinweis dafür, dass im Fütterungsmanagement diesbezüglich auf den Betrieben Verbesserungen notwendig sind.

4.3 Nährstoffausscheidungen der Milchkühe

Die errechneten N-Ausscheidungen der Milchkühe unterschieden sich mit knapp 96 kg pro Kuh und Jahr bzw. 69 kg pro GVE und Jahr zwischen den Wirtschaftsweisen nicht signifikant. Die N-Ausscheidungen werden wesentlich von der Milchleistung, der Rationszusammensetzung (N-Gehalt) und der Futtermittelaufnahme beeinflusst (ROHR, 1992). Dies erklärt auch die beachtliche Variabilität der Betriebsergebnisse der vorliegenden Arbeit. Im Durchschnitt aller Betriebe stiegen pro kg Milchleistung bzw. 1.000 kg zunehmendem Stalldurchschnitt die N-Ausscheidungen um knapp 8 g pro Kuh und Tag bzw. 9 kg pro Kuh und Jahr an. Die Höhe der N-Ausscheidungen in der Gülle gibt ROHR (1992) – in Abhängigkeit von der Milchleistung – mit 88 kg N/Kuh und Jahr (5000 kg Milch) bis 102 kg N/Kuh und Jahr (8000 kg Milch) an. Geringfügig tiefere Werte werden

von KIRCHGESSNER et al. (1991) angegeben (vgl. GRUBER und STEINWIDDER, 1996). In der Schweiz geht man bei 5.000 kg Milchleistung von 105 kg N Ausscheidungen pro Jahr aus, wobei pro 1.000 kg Milchleistungssteigerung die N-Ausscheidungen um rund 10 % ansteigen (FAP, RAC, FAC, 1994). Unter Zugrundelegung der Angaben von GRUBER et al. (1999) und Berücksichtigung der Annahmen zur Fütterung in der Trockenstehzeit, errechnet sich für die biologisch bzw. konventionell wirtschaftenden Betriebe ein mit den vorliegenden Angaben sehr gut vergleichbarer jährlicher N Anfall von 95 bzw. 92 kg.

Die Höhe der errechneten P-Ausscheidungen lag in der vorliegenden Untersuchung auf den Biobetrieben mit 12,6 kg geringfügig unter der konventioneller Betriebe, für die sich 15,1 kg ergaben. Die Ursache dafür stellen das unterschiedliche Leistungsniveau sowie die unterschiedliche P-Versorgung dar. Vergleichbar mit den Ergebnissen von GRUBER und STEINWIDDER (1996) wurde auch in der vorliegenden Untersuchung ein Anstieg mit zunehmender Milchleistung festgestellt. In deren Arbeit stiegen bei bedarfsgerechter P-Versorgung die P-Ausscheidungen von 8,9 (4000 kg Milch) auf 12,7 kg (8000 kg Milch) pro Kuh und Jahr an. In der Schweiz wird bei einer Milchleistung von 5000 kg im Mittel von 15,3 kg P-Ausscheidungen und einem Anstieg pro 1.000 kg Milch von 1,5 kg ausgegangen (FAP, RAC, FAC, 1994).

Auf Grund der fehlenden K-Gehaltswerte in Handelsfuttermitteln mussten in der vorliegenden Untersuchung die K-Ausscheidungen ausschließlich mit Hilfe von Literaturangaben – in Abhängigkeit vom Milchleistungsniveau der Betriebe – einheitlich berechnet werden (FAP, RAC, FAC, 1994). Daher lagen die errechneten K-Ausscheidungen der Milchkühe auf den Biobetrieben tendenziell unter denen konventioneller Betriebe.

4.4 Nährstoffanfall und Nährstoffbilanzierung auf Betriebsebene

Der N-, P- und K-Nährstoffimport über Handelsdünger und Stroh lag im Mittel bei 181 kg N, 82 kg P und 254 kg K pro Betrieb und Jahr. Obwohl biologisch wirtschaftende Betriebe keinen mineralischen N-Handeldünger und nur eingeschränkt P- und K-Handelsdünger zukaufen dürfen, waren die Unterschiede im Nährstoffimport zwischen biologischen und konventionellen Betrieben nicht signifikant. Diese Ergebnisse können dadurch erklärt werden, dass einerseits die Biobetriebe etwas höhere Strohmen-

zukaufen und andererseits auch 10 konventionell wirtschaftende Betriebe vollständig auf den Einsatz von Handelsdünger mit N, 9 Betriebe auf den Einsatz von Handelsdünger mit P und 14 Betriebe auf den Einsatz von Handelsdünger mit K verzichteten.

Bei den Biobetrieben ergaben sich auf der Alm höhere Nährstoffausscheidungsmengen als bei den konventionellen Betrieben. Dieser Effekt ist auf die höhere Anzahl von gealpten Tieren bei den untersuchten Biobetrieben zurückzuführen. Da die Biobetriebe auch einen höheren Almflächenanteil aufwiesen, unterschieden sich die Ausscheidungsmengen an N, P und K pro ha Almfläche zwischen den Wirtschaftsweisen nicht (13 kg N, 2 kg P und 16 kg K pro ha Almfläche und Jahr). Dieser Anfall liegt deutlich unter dem theoretischen Entzug durch die Almgrünlandpflanzen.

Die Nährstoffbedarfs- bzw. unterstellten Düngermengen für die Ackerflächen wurden in der vorliegenden Untersuchung auf Grund fehlender genauer Angaben vereinfachend entsprechend den Richtlinien für sachgerechte Düngung (FACHBEIRAT, 2000) errechnet. Dabei konnten das betriebsindividuelle Ertragsniveau, nicht aber die individuellen Bodenverhältnisse berücksichtigt werden. Es wurden daher durchschnittliche Bedingungen (Gehaltsstufe C, Gründigkeit mittel, Bodenschwere mittel, N-Nachlieferung mittel, Wasserverhältnisse trocken bis mäßig feucht, Grobanteil gering bis mittel) unterstellt. Obwohl der Ackerflächenanteil auf den untersuchten Betrieben im Durchschnitt relativ gering war, muss diese Vorgangsweise bei der Interpretation der errechneten Bilanzen berücksichtigt werden. Der signifikant höhere Ackerflächenanteil (Biobetriebe 0,2 ha, konventionelle Betriebe 3,7 ha) sowie die im Durchschnitt höhere Ertragslage führten auf den konventionell wirtschaftenden Betrieben zu einem höheren Nährstoffbedarf für die Ackerkulturen. Die für das Grünland zur Verfügung stehenden Nährstoffmengen wurden durch Abzug der Nährstoffausscheidungen auf der Alm und des theoretischen Nährstoffbedarfs der Ackerflächen vom Gesamtnährstoffanfall des Betriebes berechnet. Auf Grund der beachtlichen Variationsbreite und der geringen Betriebsanzahl konnten bei diesen Merkmalen keine statistisch gesicherten Unterschiede ($P < 0,05$) festgestellt werden. Der zur Verfügung stehende anrechenbare N lag jedoch im Durchschnitt bei den Biobetrieben mit 78 kg um etwa 23 kg unter dem der konventionellen Betriebe ($P = 0,12$). Bei Phosphor ergab sich trotz ebenfalls beachtlicher Variation in der Tendenz ($P < 0,10$) ein Einfluss der Wirtschaftsweise. Hier wurde ein P-Anfall von 16 bzw. 25 kg pro

ha Grünlandfläche für die Biobetriebe bzw. konventionellen Betriebe errechnet. Im K-Angebot lagen die Biobetriebe ebenso wie bei N auf geringfügig ($P = 0,12$) tieferem Niveau (176 bzw. 215 kg pro ha Grünlandfläche).

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss der Nährstoffanfall je Flächeneinheit der Nutzungsintensität gegenübergestellt werden. In den österreichischen Richtlinien zur Düngung von Dauer- und Wechselwiesen bei 2- bzw. 3-Schnittnutzung (durchschnittliche Bodenverhältnisse, mittlere Ertragslage) werden Versorgungsempfehlungen von 50 – 70 bzw. 80 – 120 kg anrechenbarem N, 20 bzw. 28 kg P und 100 bzw. 141 kg K pro ha Grünlandfläche angegeben (FACHBEIRAT, 2000). Diese Richtlinien entsprechen für P und K den mittleren Entzugswerten und liegen für die Stickstoffdüngung unter dem Entzug. Wenn man dem errechneten Nährstoffanfall den betriebsindividuell errechneten theoretischen Bedarf des Grünlands gegenüberstellt, dann zeigt sich eine geringfügig unter den N-Versorgungsempfehlungen liegende Bilanz von durchschnittlich 11 kg bzw. 18 kg N pro ha (10 – 20 % unter der Düngempfehlung) bei biologischer bzw. konventioneller Wirtschaftsweise. Unter Berücksichtigung der sich auf Grund der Erhebungs- und Berechnungsmethodik ergebenden Unsicherheit kann dieses Ergebnis als ein Indikator für die Nachhaltigkeit der Grünlandbewirtschaftung auf allen untersuchten Betrieben gesehen werden. Auch die festgestellten Maximalwerte (+14 bzw. +23 kg auf einem biologisch bzw. konventionell wirtschaftenden Betrieb) untermauern diese Aussage.

Eine deutlich negativere Versorgungsbilanz wurde für Phosphor errechnet (20–35 % unter der Empfehlung). Hier ergab sich pro Hektar Grünlandfläche auf den biologisch bzw. konventionell wirtschaftenden Betrieben eine um 9 bzw. 6 kg unter den Düngempfehlungen liegende Versorgung. Vergleichbare Ergebnisse werden auch von PÖTSCH (2000) beschrieben. Sowohl die Bodenuntersuchung als auch die floristische Zusammensetzung und Ertragsituation des Bestandes ermöglichen Rückschlüsse auf die P-Versorgungssituation des Bodens. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, muss diesen Parametern sowohl auf den biologisch als auch auf den konventionell wirtschaftenden Betrieben zukünftig Augenmerk geschenkt werden.

Für beide Wirtschaftsweisen wurde im Durchschnitt eine über den Düngempfehlungen liegende K-Versorgung der Grünlandflächen (30–50 % über dem Bedarf) errechnet. Die Kaliumversorgung dürfte daher auf den Betrieben im Durchschnitt nicht ertragslimitierend gewesen sein. Eine

K-Übersorgung kann insbesondere bei hoher N-Versorgung zu einer Förderung unerwünschter Kräuter führen. BOHNER und SOBOTIK (2001) fanden hohe K-Gehalte insbesondere in Weideböden. Hier ergab sich eine hohe K-Rücklieferung über die Ausscheidungen der Tiere in Kombination mit zusätzlicher Düngung. Beachtenswert ist neben der im Durchschnitt über den Empfehlungen liegenden Versorgung die große Variationsbreite zwischen den Betrieben.

Literatur

- BOHNER, A. (2000): Boden, Standortbonität und Einfluss der N-Düngung auf den Mineralstoffgehalt des Futters – ein Beitrag zum interdisziplinären Forschungsprojekt „Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf die Milchproduktion“. In: BAL Gumpenstein (Hrsg.): Bericht über die 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 7.–8. Juni 2000. Eigenverlag, 89–97.
- BOHNER, A. und M. SOBOTIK (2001): Vegetationstypen, Böden und Ertragspotential des Wirtschaftsgrünlandes im Mittleren Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut und Konsequenzen für die Bewirtschaftung. 45. Jahrestagung, Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 23.–25. August 2001. Bericht BAL Gumpenstein, 9–21.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) (2000): Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 2000. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Eigenverlag.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) (2001): Milchproduktion 2000/01 – Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung in den Arbeitskreisen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Eigenverlag.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (1973): Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. DLG Verlag, Frankfurt.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (1997): DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG Verlag, Frankfurt.
- FACHBEIRAT FÜR BODENFRUCHTBARKEIT UND BODENSCHUTZ (Hrsg.) (2000): Richtlinien für die Sachgerechte Düngung – Anleitung zur Auswertung von Bodenuntersuchungsergebnissen im Bereich der Landwirtschaft. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- FAP, RAC, FAC (Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Reckenholz, Station fédérale de recherche agronomique de Changins, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene Liebefeld) (1994): Grundlagen für Düngung im Acker- und Futterbau. Landwirtschaftliche Beratungszentrale (LBL), Eigenverlag, Lindau.
- GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere) (1995): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 6: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG Verlag, Frankfurt.
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG Verlag, Frankfurt.
- GREIMEL, M. (2000): Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. In: BAL Gumpenstein (Hrsg.): Bericht über die 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 7.–8. Juni 2000, Eigenverlag, 177–180.
- GRUBER, L. und R. STEINWENDER (1992): Nähr- und Mineralstoffversorgung von Milchkühen aus dem Grundfutter. Die Bodenkultur 43, 65–79.
- GRUBER, L., G. WIEDNER und T. GUGGENBERGER (1994): Auswertung und Interpretation der Grundfutteranalysen des Futtermittellabors Rosenau der Niederösterreichischen Landeslandwirtschaftskammer. Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Eigenverlag.
- GRUBER, L. und A. STEINWIDDER (1996): Einfluss der Fütterung auf die Stickstoff- und Phosphorausscheidung landwirtschaftlicher Nutztiere – Modellkalkulationen auf Basis einer Literaturübersicht. Die Bodenkultur 47, 255–277.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, B. STEFANON, B. STEINER und R. STEINWENDER (1999): Influence of grassland management in Alpine regions and concentrate level on N excretion and milk yield of dairy cows. Livest. Prod. Sci. 61, 155–170.
- GRUBER, L., T. GUGGENBERGER, A. STEINWIDDER, J. HÄUSLER, A. SCHAUER, R. STEINWENDER, W. WENZL und B. STEINER (2001): Vorhersage der Futtermittelaufnahme von Milchkühen auf Basis der Fütterungsversuche der BAL Gumpenstein. In: BAL Gumpenstein (Hrsg.): Bericht über die 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 2.–3. Mai 2001. Eigenverlag, 11–36.

- HARVEY, W. R. (1987): User's guide for LSMLMW PC-1 version. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program, Ohio State University.
- KIRCHGESSNER, M., W. WINDISCH und M. KREUZER (1991): Stickstoffemissionen laktierender Milchkühe über die Gülle in Abhängigkeit von der Leistungsintensität. *Agribiol. Res.* 44, 1–13.
- KIRNER, L. (2001): Die Umstellung auf biologischen Landbau in Österreich. Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Eigenverlag.
- PÖTSCH, E. M. (2000): Auswirkungen der biologischen Wirtschaftsweise auf pflanzenbauliche Kennwerte im Dauergrünland. In: BAL Gumpenstein (Hrsg.): Bericht über die 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6.–8. Juni 2000. Eigenverlag, 147–153.
- ROHR, K. (1992): Verringerung der Stickstoffausscheidungen bei Rind, Schwein und Geflügel. *Landbauforschung Völkenrode. Sonderheft 132 (Stickstoffeinsatz in der Landwirtschaft)*, 39–53.
- SCHNEEBERGER, W., M. EDER und A. POSCH (1997): Strukturanalyse der Biobetriebe in Österreich. *Der Förderungsdienst* 45 (12), Sonderbeilage 1–16.
- SCHNEEBERGER, W. (1998): Buchführungsergebnisse der Futterbaubetriebe nach Erschwerniszonen und Größenklassen. *Der Förderungsdienst* 46 (2), Sonderbeilage 1–16.
- STEINWIDDER, A. und L. GRUBER (2001): Einfluss der biologischen Wirtschaftsweise auf die Energie- und Proteinversorgung von Milchkühen – Modellkalkulationen auf der Basis neuer gesetzlicher Normen. *Die Bodenkultur* 52, 71–83.
- STEINWIDDER, A. und L. GRUBER (2002): Leistungsgrenzen der Milchkühe im Biolandbau sowie bei konventioneller Haltung. In: Zentrale Arbeitsgemeinschaft der Rinderzüchter – ZAR (Hrsg.): Seminar des genetischen Ausschusses der ZAR, Salzburg 21. 3. 2002 – Tagungsband, 13–35.
- SPSS (SPSS Base 10.0) (1999): SPSS Base 10.0 Benutzerhandbuch, SPSS GmbH Software, München.
- WIEDNER, G., T. GUGGENBERGER und H. FACHBERGER (2001): Futterwerttabellen der österreichischen Grundfuttermittel. Landeslandwirtschaftskammer Niederösterreich, Eigenverlag.

Anschrift der Verfasser

Dr. Andreas Steinwider und Ing. Thomas Guggenberger, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Institut für Viehwirtschaft und Ernährungsphysiologie landwirtschaftlicher Nutztiere, A-8952 Irdning, Österreich; e-mail: Andreas.Steinwider@bal.bmlfuw.gv.at bzw. www.bal.bmlfuw.gv.at

Eingelangt am 19. August 2002
Angenommen am 21. Mai 2003