

# Einfluss der biologischen Wirtschaftsweise auf die Energie- und Proteinversorgung von Milchkühen – Modellkalkulationen auf Basis neuer gesetzlicher Normen

A. Steinwigger und L. Gruber

## Influence of organic farming on energy and protein supply of dairy cows – Model calculations on the basis of new legal rules

### 1. Einleitung

Österreich nimmt mit knapp 20.000 Biobetrieben bzw. 300.000 ha Gesamtfläche (ohne Almen), das sind über 8 % aller Agrarbetriebe bzw. 9 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche, eine führende Rolle in der biologischen Wirtschaftsweise in Europa ein. Der Großteil der biologisch wirtschaftenden Betriebe liegt in den Grünlandregionen. Davon halten knapp 12.000 Betriebe auch Milchkühe (BMLF, 1997).

Mit August 2000 trat die Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel in Kraft. Darin wurden einheitliche europäische Normen für

die tierische Erzeugung in biologisch wirtschaftenden Betrieben geschaffen. Für die Rationsgestaltung bei Milchkühen sind aus ernährungsphysiologischer Sicht vor allem die folgend angeführten Regelungen zur Rationsgestaltung bedeutend:

- 60 % der Tagesration muss Rauhfutter (Grünfutter, Silage, Heu) darstellen  
(Ausnahme, wenn von der Behörde genehmigt: bis 50 % Kraftfutteranteil in den ersten 3 Laktationsmonaten)
- ab 2005 müssen alle Futtermittel aus biologischem Anbau stammen  
(Ausnahmen, wenn von der Behörde genehmigt: bis 2005 können 10 % der Jahresration und max. 25 % der Tagesration aus konventioneller Produktion stammen, sofern diese Komponenten im Anhang 2 angeführt sind; weitere Ausnahmen nach Katastrophenfällen)

### Summary

The regulation (EG) 1804/1999 standardised the feeding norms on organic farms for all EU member countries. With dairy cattle the restrictions in the feeding of concentrate as well as concentrate components are important. On the basis of model calculations the consequences on the planning of ration and nutrient supply at different milk yield potential and forage ration types and qualities (*forage-high quality, forage-low quality; forage + 20 % corn silage-good quality*) have been investigated.

In organic farms the quality of forage is of great consequence because the need for expensive concentrate decreases and the maximum of the tolerated concentrate level is reached at a higher milk yield. On an average the milk yield decreases by about 1000 kg per lactation if the energy concentration of forage decreases by 0.5 MJ NEL/kg DM. With an energy concentration of forage of 5.8 MJ NEL/kg DM a milk yield of about 7.500 kg can be achieved without exceeding the tolerated maximum of energy under supply (-1300 MJ NEL).

The supply of utilisable protein (nXP) is dependent on the energy intake. A high energy supply guarantees the supply of utilisable protein up to 6.600–6.800 kg milk yield. In this case the feeding of protein rich concentrate is most important to cover up the N-requirements in the rumen. The nXP requirements can be met up to a milk yield between 7.500 and 8.000 kg, without exceeding the tolerated maximum of nXP under supply. With increasing milk yield the importance of slowly degradable protein concentrate components with a high energy content increases.

**Key words:** organic farming, dairy cows, nutrient supply, limits in milk yield.

### Zusammenfassung

Mit der VERORDNUNG (EG) 1804/1999 wurden für alle EU-Mitgliedsstaaten einheitliche Fütterungsnormen für biologisch wirtschaftende Betriebe geschaffen. In der Milchviehfütterung sind insbesondere die Begrenzungen im Kraftfuttereinsatz sowie der zur Verfügung stehenden Komponenten von Bedeutung. Auf der Basis von Modellkalkulationen wurden die Konsequenzen für die Rationsgestaltung und Nährstoffversorgung bei unterschiedlichen Milchleistungsniveaus sowie Grundfütterations- und Qualitätstypen (*Grünland hoch*, *Grünland niedrig*, *Grünland + 20 % Maissilage*) untersucht.

Im biologisch wirtschaftenden Betrieb kommt der Grundfutterqualität eine große Bedeutung zu, da dadurch der Einsatz von entsprechend teurem Kraftfutter reduziert werden kann und die maximal erlaubte Kraftfuttermenge erst bei höherem Milchleistungsniveau der Kühe erreicht wird. Im Durchschnitt verringert sich die erzielbare Milchleistung um 1000 kg pro Laktation, wenn die Energiekonzentration im Grundfutter um 0,5 MJ NEL/kg T zurück geht. Bei einer Energiekonzentration des Grundfutters von 5,8 MJ NEL/kg T konnte ohne Überschreitung der tolerierten Energieunterversorgung zu Laktationsbeginn (-1300 MJ NEL) eine Milchleistung von rund 7500 kg erreicht werden. Die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein wird wesentlich von der Energieversorgung beeinflusst. Bei hoher Energieversorgung ist bis zu einer Milchleistung von etwa 6600–6800 kg auch die nXP-Versorgung gesichert und eine Ergänzung mit Proteinkraftfutter ist vorrangig zur Deckung des N-Bedarfs im Pansen erforderlich. Als Leistungsobergrenze ergaben sich in der nXP-Versorgung eine Milchleistung zwischen 7500 und 8000 kg. Mit zunehmender Milchleistung nimmt die Bedeutung von im Pansen langsam abbaubaren Proteinkraftfutterkomponenten mit entsprechend hohem Energiegehalt zu.

**Schlagerworte:** Biologische Wirtschaftsweise, Milchkühe, Nährstoffversorgung, Milchleistungsgrenzen.

- als Eiweißfuttermittel dürfen keine Extraktionsschrote in der Wiederkäuerfütterung eingesetzt werden.

Das Ziel in der Fütterung von Wiederkäuern ist es, sowohl das Tier bedarfsgerecht zu versorgen als auch die Anforderungen der Pansenmikroben an einen funktionierenden Pansenstoffwechsel zu erfüllen. Auch in der biologischen Wirtschaftsweise soll das Futter den ernährungsphysiologischen Bedarf in den verschiedenen Entwicklungsstadien decken (VERORDNUNG EG, 1804/1999).

Bedingt durch die mengenmäßigen Beschränkungen in der Kraftfuttermittellieferung sowie die im Vergleich zur konventionellen Produktion deutlich höheren Kosten für Biokraftfutter kann es bei hochleistenden Milchkühen zu einer deutlichen energetischen Unterversorgung kommen. Zusätzlich stehen zur Proteinversorgung überwiegend Komponenten mit einer relativ hohen Proteinabbaubarkeit im Pansen zur Verfügung. Mit steigender Leistung kann es daher in der nXP-Versorgung, ohne gleichzeitige Überschreitung der RNB, zu Problemen kommen. Dieser Effekt ist besonders in biologisch wirtschaftenden Betrieben von Bedeutung, da aus pflanzenbaulichen Gründen die Grundfütterungen meist zur Gänze aus Grünlandfutter bestehen und Maissilagen fehlen.

Neben einer Leistungsminderung kann es durch Versor-

gungsmängel zu vermehrten Gesundheits- und Fruchtbarkeitsproblemen kommen. Bedingt durch die komplexen Einflüsse und Zusammenhänge, sind Untersuchungsergebnisse zum Leistungs-, Gesundheits- und Fruchtbarkeitsgeschehen von Milchkühen in biologisch wirtschaftenden Betrieben sehr uneinheitlich und teilweise sogar widersprüchlich. Eine deutsche Untersuchung von KRUTZINNA et al. (1996) zeigte, dass Unfruchtbarkeit (23 %) gefolgt von Eutererkrankungen (13 %) und schlechter Leistung (12 %) zu den häufigsten Abgangsursachen in biologisch wirtschaftenden Betrieben zählen. Die Durchschnittsleistung der biologisch wirtschaftenden Betriebe lag in dieser Untersuchung um 1100 kg unter jener der konventionell wirtschaftenden Milchleistungskontrollbetriebe. Das Durchschnittsalter der Kühe war in ökologisch wirtschaftenden Betrieben jedoch um 0,5 Jahre über dem der konventionellen Betriebe und die Zwischenkalbezeit war um 6 Tage verkürzt.

AUGSTBURGER et al. (1988) weisen auf die große Bedeutung der einzelbetrieblichen Managementverhältnisse hin. In diesen Untersuchungen auf 24 Praxisbetrieben ergaben sich bezüglich Fruchtbarkeit und Eutergesundheit keine statistisch gesicherten Differenzen. Die Milchleistung war in den konventionellen Betrieben signifikant höher. In den biologischen Betrieben waren mehr Abgänge zu verzeich-

nen. Die Tierarztkosten waren auf diesen Betrieben jedoch verringert. WINKLER und STEINBACH (1991) untersuchten je 8 biologisch bzw. konventionell wirtschaftende Betriebe und stellten bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben trotz geringerer Milchleistung eine höhere AST-Aktivität (= Aspartat-Amino-Transferase) im Blutserum (Hinweis auf Leberparenchymschädigung) – als mögliche Folge von energetischer Unterversorgung – fest. Diese Belastung wirkte sich jedoch nicht negativ auf die Fruchtbarkeitslage aus – diese war in den biologisch wirtschaftenden Betrieben sogar signifikant besser. 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 jedoch mehr Behandlungen wegen Mastitis, Sterilität und Stoffwechselerkrankungen als bei konventioneller Bewirtschaftung erforderlich. Die Aceton- und Harnstoffgehalte der Milch waren im Vergleich zu konventionell wirtschaftenden Betrieben erhöht. Trotzdem wiesen die Kühe bei biologischer Wirtschaftsweise eine tendenziell längere Nutzungsdauer auf. OLESEN et al. (1997) stellten bei der Umstellung auf biologische Wirtschaftsweise mehr Mastitisprobleme fest. Ketose und Milchfieber wurden jedoch seltener beobachtet. Im Gegensatz dazu fanden KRISTENSEN und KRISTENSEN (1998) eine geringere Mastitishäufigkeit. In dieser Untersuchung auf 31 Betrieben (13 biologisch, 18 konventionell) war das durchschnittliche Alter der Kühe sowie die Anzahl der Abgänge nicht von der Wirtschaftsweise beeinflusst. Die Milchleistung war tendenziell bei biologischer Wirtschaftsweise verringert, die Persistenz jedoch erhöht.

In einer norwegischen Untersuchung von REKSEN et al. (1999) zeigten sich beim Vergleich von Fruchtbarkeitsdaten (Zwischenkalbezeit, Erstbelegezeitpunkt, Tage bis zur letzten Belegung) konventionell bzw. biologisch wirtschaftender Betriebe ( $n = 116$ ) signifikante Unterschiede zu Ungunsten der biologisch wirtschaftenden Betriebe, wenn in der statistischen Auswertung die Milchleistung, die Belegesaison, die Belegeart sowie die Laktationszahl berücksichtigt wurden. Die Autoren führen diese Ergebnisse auf die schlechtere Energieversorgung zu Laktationsbeginn bei biologisch wirtschaftenden Betrieben zurück. Vor allem in den Wintermonaten waren die Fruchtbarkeitsergebnisse in den biologisch wirtschaftenden Betrieben verschlechtert.

GRUBER et al. (2001) stellten in einer 11jährigen Vergleichsuntersuchung bei gleicher Milchleistung der Kühe (5868 biologische bzw. 5877 kg konventionelle Wirtschaftsweise) keine signifikanten Unterschiede in den

Gesundheitsparametern fest. In den Fruchtbarkeitsparametern war die biologische der konventionellen Versuchsgruppe unterlegen. Eine Ursache dafür könnte ebenfalls in der schlechteren Energieversorgung zu Laktationsbeginn bei biologischer Wirtschaftsweise zu suchen sein.

In der vorliegenden Arbeit sollte auf der Basis einer Modellkalkulation die Versorgung von Milchkühen mit Energie und Protein in Abhängigkeit vom Milchleistungspotential sowie der Grundfutterqualität und Grundfutterzusammensetzung unter den neuen gesetzlichen Rahmenbedingungen (VERORDNUNG EG, 1804/1999) abgeschätzt und beurteilt werden.

## 2. Durchführung der Modellrechnungen

### 2.1 Futteraufnahme, Futterqualität und Tierparameter

Die Abschätzung der Futteraufnahme wurde mit Hilfe der Futteraufnahmegleichung nach GRUBER (1999) über den gesamten Laktationsverlauf durchgeführt. Die Berechnung der Milch-, Fett- und Eiweißleistung erfolgte mit der von WOOD (1967) beschriebenen Exponentialfunktion ( $\gamma_t = at^b e^{ct}$ ). Die erforderlichen Koeffizienten für die „Wood-Exponentialfunktion“ wurden von MIESENBERGER (1997) übernommen. Diese von MIESENBERGER (1997) errechneten Koeffizienten basieren auf den Durchschnittswerten aller österreichischen Milchkühe unter Leistungskontrolle.

In den Modellkalkulationen wurde auf die Koeffizienten der Rasse Braunvieh in der 3. Laktation zurückgegriffen. Die Berechnungen zur Nährstoffversorgung wurden für 5 Leistungsniveaus (4000, 5000, 6000, 7000 und 8000 kg Milch in 305 Laktationstagen) sowie 3 Grundfutterrationstypen (*Grünland hoch*, *Grünland niedrig*, *Grünland + 20 % Maissilage*) durchgeführt (Tabelle 1 und 2).

Die Ergänzung mit Kraftfutter erfolgte mit einer proteinarmen Energiekraftfuttermischung (EKF) und mit einem Proteinkraftfutter (PKF). Das EKF setzt sich aus 40 % Gerste, 30 % Weizen, 20 % Körnermais und 10 % Hafer zusammen. Als PKF wurde Rapskuchen eingesetzt. Wie in biologisch wirtschaftenden Betrieben üblich, wurde aus Kostengründen in der Rationsberechnung der Kraftfutterraufwand möglichst gering gehalten. Es sollte jedoch nach Möglichkeit die tolerierte Nährstoffunterversorgung zu Laktationsbeginn (Energemangel, nXP-Mangel etc.) nicht überschritten werden. Der maximale tägliche Kraftfutteranteil wurde entsprechend der EU-Verordnung mit 40 % beschränkt (VERORDNUNG EG, 1804/1999). In der

Tabelle 1: Zusammensetzung der Grundfütterration sowie Nährstoffgehalt (je kg T)  
 Table 1: Composition of forage ration and nutrient content (per kg DM)

Rationstyp und Energiegehalt	Grünland hoch	Grünland niedrig	Grünland + Maissilage hoch
Rationszusammensetzung und Energiegehalt	70 % Grassilage hoch 30 % Heu hoch	70 % Grassilage niedrig 30 % Heu niedrig	60 % Grassilage hoch 20 % Heu hoch 20 % Maissilage
Nährstoffgehalt	5,75 MJ NEL 145 g XP 129 g nXP 3 g RNB	5,26 MJ NEL 116 g XP 117 g nXP 0 g RNB	5,89 MJ NEL 132 g XP 129 g nXP 1 g RNB

Tabelle 2: Nährstoffgehalt der Futtermittel (je kg T)  
 Table 2: Nutrient content of feed stuffs (per kg DM)

Komponente und Energiegehalt		Grassilage hoch	Grassilage niedrig	Heu hoch	Heu niedrig	Maissilage	EKF	PKF
Trockenmasse	g	350	356	890	863	275	890	890
Energie	MJ NEL	5,78	5,46	5,67	4,79	6,19	8,22	7,99
Rohprotein	g	149	126	134	94	81	124	370
nXP	g	130	122	125	106	130	164	228
RNB	g	3	1	1	-2	-8	-6	23
Rohfaser	g	231	312	259	344	216	48	128
Rohasche	g	117	102	103	77	45	22	77

ersten Laktationswoche wurden max. 5 kg Kraftfutter pro Tag eingesetzt. Um auch die Situation ohne PKF-Ergänzung darstellen zu können, wurde zusätzlich eine Berechnungsvariante durchgeführt, in der die Kraftfutterergänzung ausschließlich mit EKF erfolgte.

## 2.2 Tolerierte suboptimale Nährstoffversorgung

### 2.2.1 Energieversorgung

In keiner Phase der Laktation folgt die Nährstoffaufnahme völlig dem Bedarf. Zu Laktationsbeginn steigt der Energiebedarf stärker als die Futteraufnahmekapazität an und Fett- und Proteinreserven werden zur Bedarfsdeckung herangezogen. Bei Kühen, die mehr als 140 kg Fettreserven bei der Abkalbung aufweisen, wird in den ersten 2 Laktationsmonaten bis zu 100 kg Depotfett abgebaut (JARRIGE, 1989). Dadurch wird jedoch der Stoffwechsel stark belastet und das Risiko von Stoffwechselstörungen (Acetonämie etc.) nimmt zu.

In den Schweizer Fütterungsempfehlungen wird davon ausgegangen, dass bei einem täglichen Energiedefizit von 20 MJ NEL im ersten und 15 MJ NEL im zweiten Laktationsmonat dieses Risiko noch nicht wesentlich erhöht ist (RAP, 1994). In Abhängigkeit von der Milchleistung und dem Erhaltungsbedarf entspricht dies einer tolerierbaren

Energieunterversorgung von rund 10 bis 15 % oder einer Milchmengenbildung aus Körperreserven von 200–400 kg in den ersten zwei Laktationsmonaten. Dieser tolerierbaren Energieunterversorgung steht eine wesentlich höhere mögliche Milchbildung aus den Körperreserven bei starker Energieunterversorgung (bis 600 kg Milch) gegenüber.

In Tabelle 3 sind die französischen Angaben zur tolerierbaren Energieunterversorgung, die zu keiner merklichen Verringerung der Milchleistung führen, angeführt (JARRIGE, 1989). Die tolerierbare energetische Unterversorgung sollte demnach auch bei sehr hoher Milchleistung etwa 30 MJ NEL/Tag oder 20 % des täglichen Bedarfs nicht überschreiten. Wenn das Energiedefizit hoch ist und zusätzlich über den 3. Laktationsmonat hinaus reicht, dann muss mit schlechterer Fruchtbarkeit und auch geringerer Persistenz gerechnet werden (JARRIGE, 1989).

In den vorliegenden Berechnungen wurde eine Energieunterversorgung zu Laktationsbeginn von maximal 1300 MJ NEL bzw. 400 kg Milchleistung aus dem Körpersubstanzabbau, in Anlehnung an die Empfehlungen in der Literatur, angestrebt (JARRIGE, 1989).

Kraftfutter wurde ab dem Erreichen einer ausgeglichenen Energiebilanz nur noch in jenem Ausmaß zugeteilt, welches zur Erreichung der angestrebten Lebendmasse beim Trockenstellen (650 kg) wieder notwendig war.

Tabelle 3: Tolerierbare energetische Unterversorgung zu Laktationsbeginn bei guter Körperkondition der Kühe zur Abkalbung (nach JARRIGE, 1989)  
 Table 3: Tolerated levels of energy deficit in early lactation for cows in good body condition at calving

max. Milchleistung		Dauer Wochen	Energieunterversorgung			Verlust Leerkörper kg
erstlaktierend kg	ab 2. Laktation kg		Summe MJ NEL	pro Tag MJ NEL	% des Bedarfes*	
10–15	15–20	4–5	170	5	5–6	10
17–22	20–25	5–6	340	9	8–9	20
	25–30	6–7	600	13	10–11	30
23–27	30–35	7–8	1100	21	14–16	40
	35–40	8–9	1700	29	17–19	50
über 28	40–45	9–10	2120	32	18–20	60

\* ab 2. Laktation, LM = 650 kg

### 2.2.2 Proteinversorgung

Die Kapazität für Proteinmobilisation ist mit etwa 15 kg wesentlich geringer als die des Fettes. Etwa die Hälfte der mobilisierbaren Proteinreserven stammt aus den Muskeln, der verbleibende Anteil aus inneren Organen und der Uterus-Rückbildung. Die Proteinmobilisation dauert nur bis ca. zur 5. Woche an und tritt vor allem bei starker energetischer Unterversorgung (ab 20 MJ NEL) auf. Auch bei Kühen mit hoher Milchleistung und guter Körperkondition steigt die Proteinmobilisation nicht über 5 bis 10 kg an, ohne dass es zu einer Reduktion der Milchleistung kommt. Dies entspricht einer Milchbildung von 100 bis 200 kg aus den Proteinreserven (JARRIGE, 1989).

Neben der Versorgung des Wirtstieres mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) ist auch die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) in der Rationsgestaltung bedeutend. FERGUSON et al. (1986) verweisen darauf, dass der Anteil an im Pansen abbaubarem Protein Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit von Kühen hat. Untersuchungen von BRUCKENTAL et al. (1989) und Praxiserhebungen von SONDEREGGER und SCHÜRCH (1976) bestätigen diese Ergebnisse.  $\text{NH}_3$ -Überschüsse im Pansen führten in Untersuchungen von WEEKES et al. (1979) zu einer Leberbelastung und reduzierter Glukoseproduktion. Ein Absinken des Glukosespiegels im Blutplasma wurde bei N-Überschuss im Futter auch von LEONARD et al. (1977) festgestellt. Nach ROSSOW (1980) muss bei überhöhtem N-Gehalt und zu geringer Energieversorgung neben sinkender Futteraufnahme, Belastung des Energiehaushaltes und der Erhöhung der Glukoneogenese aus Aminosäuren auch mit einem Anstieg von subklinischen Ketosen gerechnet werden. Daneben führt ein RNB-Überschuss auch zu einem erhöhten Energiebedarf. Nach BLAXTER (1962) muss zur Ausscheidung von einem N-Überschuss im Pansen im Ausmaß von 80 g etwa 4 MJ Energie aufgewendet werden.

Bei der Rationsgestaltung ist daher darauf zu achten, dass die ruminale N-Bilanz weitestgehend ausgeglichen ist (GFE, 1997).

In den Berechnungen wurde eine maximale nXP-Unterversorgung zu Laktationsbeginn von 14600 g (200 kg Milchleistung aus dem Protein-Körpersubstanzabbau) angestrebt (JARRIGE, 1989). Die tolerierte N-Unterversorgung im Pansen wurde in Abhängigkeit von der Tagesmilchleistung errechnet ( $\text{RNB}_{\min} = \text{Tagesmilchleistung in kg} - 50$ ). Als maximaler N-Überschuss wurde 80 g N im Pansen angesetzt ( $\text{RNB}_{\max} = +80 \text{ g N}$ ).

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Rationszusammensetzung sowie Energie- und Proteinversorgung im Durchschnitt der Laktation

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Berechnungen im Durchschnitt der gesamten Laktation zusammengefasst. In allen Rationstypen nimmt mit steigendem Leistungsniveau die Grundfutteraufnahme ab. Der Kraftfutterbedarf und die Gesamtfutteraufnahme steigen an.

Bei niedriger Grundfutterqualität erhöht sich der Kraftfutterbedarf deutlich. Beispielsweise liegt bei einer Leistung von 6000 kg Milch bei niedriger Grundfutterqualität (*Grünland niedrig*) der notwendige Kraftfutteranteil mit durchschnittlich 32 % um 10 % über dem der Ration mit hoher Grundfutterqualität (*Grünland hoch*). Bei einem niedrigen Leistungspotential der Kühe besteht die Gefahr, dass bei hoher Grundfutterqualität die Tiere bei der Trockenstellung verfetten bzw. eine zu hohe Lebendmasse aufweisen. Aus diesem Grund wurde beim Rationstyp *Grünland + Maissilage* bei 4000 kg Milchleistung zu Laktationsbeginn eine etwas höhere Lebendmasseabnahme durch geringeren Kraftfuttoreinsatz angesetzt.

Tabelle 4: Rationszusammensetzung sowie Parameter zur Nährstoffversorgung in Abhängigkeit vom Rationstyp und Milchleistungsniveau  
 Table 4: Composition of ration and parameters of nutrient supply according to type of ration and milk yield

Milchleistung	kg/Jahr	4000	5000	6000	7000	8000
<b>Grünland hoch</b>						
Grundfutter	kg T	13,05	12,91	12,58	12,05	11,18
Kraftfutter	kg T	0,50	1,90	3,39	5,01	6,82
EKF	kg T	0,50	1,90	3,39	4,74	5,76
PKF	kg T	0,00	0,00	0,00	0,27	1,06
Grundfutteranteil	%	96,3	87,2	78,8	70,7	62,1
Energieunterversorgung	Tage	82	60	54	68	108
Milch aus Energie – Körperreserven	kg	260	200	214	318	594
LM Abnahme – Energieunterversorgung	kg	40	31	33	49	92
nXP – Unterversorgung	Tage	26	30	40	48	86
Milch aus nXP – Körperreserven	kg	68	90	142	199	289
<b>Grünland niedrig</b>						
Grundfutter	kg T	11,56	11,30	10,87	10,12	
Kraftfutter	kg T	2,25	3,70	5,22	6,82	
EKF	kg T	2,25	3,60	4,89	5,28	
PKF	kg T	0,00	0,10	0,33	1,54	
Grundfutteranteil	%	83,7	75,3	67,6	59,7	
Energieunterversorgung	Tage	62	62	76	118	
Milch aus Energie – Körperreserven	kg	202	211	317	603	
LM Abnahme – Energieunterversorgung	kg	31	33	49	93	
nXP – Unterversorgung	Tage	26	32	52	74	
Milch aus nXP – Körperreserven	kg	67	105	195	199	
<b>Grünland + Maissilage</b>						
Grundfutter	kg T	13,42	13,35	13,03	12,60	11,79
Kraftfutter	kg T	0,00	1,35	2,85	4,43	6,24
EKF	kg T	0,00	1,35	2,81	4,11	4,92
PKF	kg T	0,00	0,00	0,04	0,31	1,32
Grundfutteranteil	%	100,0	90,8	82,1	74,0	65,4
Energieunterversorgung	Tage	114	66	62	58	92
Milch aus Energie – Körperreserven	kg	378	223	242	262	501
LM Abnahme – Energieunterversorgung	kg	59	35	37	41	77
nXP – Unterversorgung	Tage	40	34	44	46	62
Milch aus nXP – Körperreserven	kg	100	105	159	196	217

Entsprechend der EU-Verordnung (VERORDNUNG EG, 1804/1999) wurde die Kraftfuttermenge zu Laktationsbeginn mit 40 % begrenzt. Wie die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, kann bei hoher Grundfutterqualität (Rationstypen *Grünland hoch* bzw. *Grünland + Maissilage*) ein Leistungsniveau von 7000 kg ohne Überschreitung der tolerierten Grenzen suboptimaler Energieversorgung erreicht werden. Bei einem Leistungsniveau von 8000 kg Milch müssen bereits etwa 500 (*Grünland + Maissilage*) bzw. 600 kg Milch (*Grünland hoch*) aus den Energiereserven des Körpers ermolken werden. Dadurch kommt es zu Laktationsbeginn zu einem Verlust an Lebendmasse von 77 bzw. 92 kg über einen Zeitraum von 92 bzw. 108 Tagen. Mit einer starken Belastung des Stoffwechsels bzw. schlechteren Fruchtbarkeitsergebnissen muss gerechnet werden (JARRIGE, 1989; RAP, 1994). Wenn im Vergleich dazu die Grundfutterqualität nicht entspricht (Rationstyp *Grünland niedrig*), dann kann bereits eine Milchleistung von 7000 kg nicht

mehr unter Einhaltung der unterstellten physiologischen Grenzen erreicht werden. Es zeigte sich, dass unter biologischen Produktionsbedingungen pro 0,5 MJ NEL/kg T verringerter Grundfutterqualität die erzielbare Milchleistung um etwa 1000 kg zurückgeht. Für die Erzielung hoher Milchleistungen ist daher im biologisch wirtschaftenden Betrieb eine hohe Qualität des Grundfutters notwendig.

Die Proteinversorgung muss sich sowohl nach dem Bedarf der Pansenmikroben (RNB) als auch nach dem der Kuh (nXP) richten. Der Ergänzungsbedarf mit PKF wird daher wesentlich vom Rohproteingehalt im Grundfutter, der Abbaubarkeit des Rohproteins im Pansen, dem Energiegehalt des Grundfutters sowie der Energieversorgung beeinflusst. Das Ergebnis in Tabelle 4 verdeutlicht den engen physiologischen Zusammenhang zwischen der Versorgung mit Energie und nXP. Daher werden entsprechend der Energieversorgung auch bei der Versorgung mit nXP die tolerierten Grenzen bei einer Milchleistung von 8000 kg

bei hoher bzw. 7000 kg bei niedriger Grundfutterqualität bereits unterschritten.

Generell ist bei Maissilagerationen im Vergleich zu reinen Grünlandrationen – auf Grund des zusätzlichen N-Ergänzungsbedarfs zur Versorgung der Pansenmikroben – der Bedarf an PKF erhöht. Bei niedriger Grundfutterqualität muss bereits bei geringerer Leistung auch mehr energiereiches Kraftfutter (EKF) eingesetzt werden. Da das EKF eine negative RNB (- 6 g) aufweist, muss daher auch mehr und bereits bei geringeren Leistungen zusätzlich PKF eingesetzt werden.

#### 4.2 Rationszusammensetzung sowie Energie- und Proteinversorgung im Laktationsverlauf

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Modellrechnungen zum Grund- und Kraftfutterbedarf sowie zur Energieversorgung für jeden Rationstyp im Laktationsverlauf grafisch dargestellt. Die Zahlen dazu sind im Tabellenanhang (Tabelle 4a–4c) zusammengefasst.

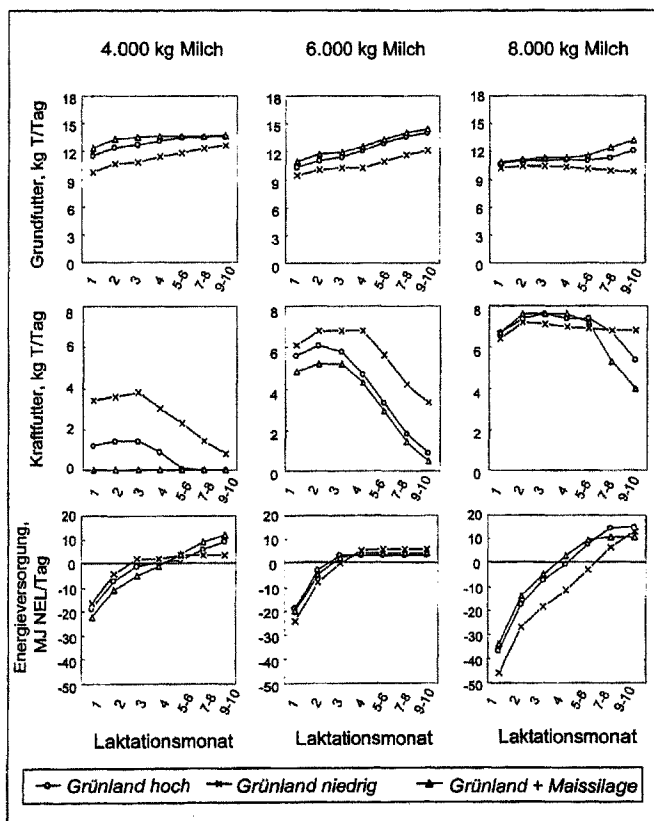


Abbildung 1: Grund- und Kraftfutterbedarf sowie Energieversorgung im Laktationsverlauf

Figure 1: Forage and concentrate demands as well as energy supply during lactation

Der Kraftfutterbedarf nimmt mit steigender Leistung sowie sinkender Grundfutterqualität deutlich zu. Bei einem Milchleistungspotential von 4000 kg ergab sich für den Rationstyp *Grünland* + *Maissilage* noch kein und für die reine Grünlandration bei hoher Qualität zu Laktationsbeginn ein täglicher Kraftfutterbedarf unter 2 kg T. Im Gegensatz dazu war bei niedriger Grundfutterqualität bereits ein Kraftfutterbedarf von bis zu 4 kg T erforderlich. Bei einem Leistungspotential von 6000 kg musste zu Laktationsbeginn bei niedriger Grundfutterqualität bereits 40 % Kraftfutter eingesetzt werden.

Bei einem Milchleistungspotential von 8000 kg ist auch bei hoher Grundfutterqualität im biologisch wirtschaftenden Betrieb bis zum 7. Laktationsmonat der maximal mögliche Kraftfutteranteil von 40 % erforderlich. Trotzdem kann der Energiebedarf erst nach 4 Laktationsmonaten gedeckt werden. Dies entspricht nicht mehr der tolerierbaren energetischen Unterversorgung von Milchkühen zu Laktationsbeginn (JARRIGE, 1989; RAP, 1994). Bei niedriger Grundfutterqualität ergab sich trotz Einsatz von 40 % Kraftfutter in der gesamten Laktation bei einer unterstellten Milchleistung von 8000 kg eine so deutliche energetische Unterversorgung, dass die Lebendmasse der Kühe am letzten Laktationstag mit 539 kg um 111 kg unter der zu Laktationsbeginn lag. Eine Angabe dieses Ergebnisses unterblieb daher im Tabellenanhang.

Besonders bei biologischer Wirtschaftsweise zählt das Proteinkraftfutter zu den teuersten Futterkomponenten. Welche Versorgungssituation sich bei Verzicht auf PKF ergibt, wird in Abbildung 2 dargestellt. Bei niedrigem Milchleistungspotential ist weder zur Erhöhung der nXP-Versorgung noch zum Ausgleich der RNB ein Einsatz von PKF erforderlich. Bei einer Milchleistung von 6000 kg ergab sich für die reine Grünlandration bei hoher Grundfutterqualität ebenfalls noch kein PKF-Ergänzungsbedarf. Zum Ausgleich der negativen RNB ist im *Grünland* + *Maissilage* Rationstyp in den ersten 3 Laktationsmonaten ein geringfügiger Proteinkraftfuttereinsatz notwendig. Bei niedriger Grundfutterqualität (Rationstyp *Grünland schlecht*) werden in den ersten 6 Laktationsmonaten die Grenzen der tolerierbaren negativen RNB deutlich unterschritten. Der Einsatz von PKF mit positiver RNB ist erforderlich. Dadurch wird auch die notwendige Verbesserung der nXP-Versorgung in den ersten zwei Laktationsmonaten erreicht. Bei hohen Milchleistungen kommt es entsprechend der energetischen Unterversorgung bei Verzicht auf PKF auch zu einem beachtlichen Mangel an nXP. Sowohl für den Rationstyp *Grünland hoch* als auch *Grünland* + *Maissilage*

wird erst nach 4 Laktationsmonaten eine bedarfsgerechte nXP-Versorgung erreicht. Noch wesentlich schlechter ist die Situation im Rationstyp *Grünland niedrig*. Hier würde eine ausgeglichene nXP-Versorgung erst nach dem 7. Laktationsmonat erreicht werden. In jedem Rationstyp ist bei hoher Leistung der Einsatz von PKF zum Ausgleich der deutlich negativen RNB erforderlich.

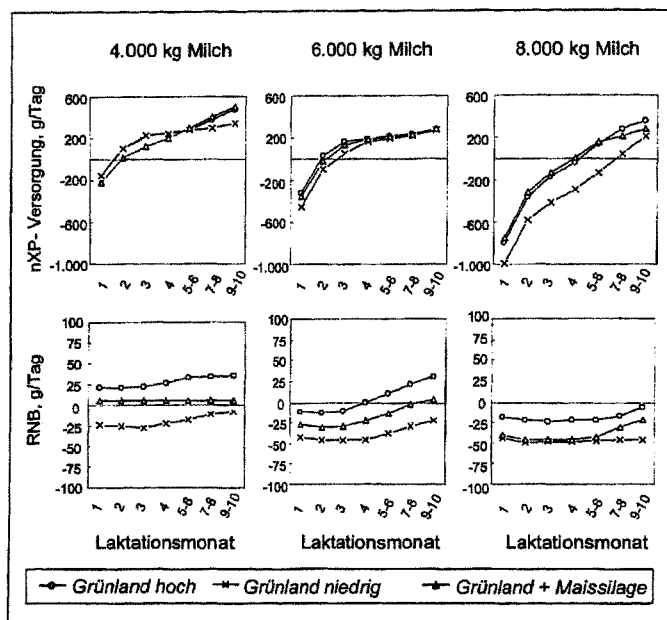


Abbildung 2: Versorgung mit nXP sowie ruminale N-Bilanz bei Verzicht auf Proteinkraftfutter

Figure 2: Supply with utilisable protein and N balance in rumen without feeding of protein concentrate

In Abbildung 3 ist die Protein-Versorgungssituation bei Einsatz von PKF dargestellt. Bei 6000 kg müssen im Rationstyp *Grünland niedrig* in den ersten 6 Laktationsmonaten bis zu 0,8 kg PKF zum Ausgleich der negativen RNB eingesetzt werden. Dadurch wird gleichzeitig auch die Versorgung mit nXP sicher gestellt. Für den Rationstyp *Grünland hoch* ergibt sich noch kein PKF-Bedarf. Bei *Maissilage + Grünland* Rationen ist ein Ausgleich der negativen RNB durch geringe PKF-Tagesmengen zu Laktationsbeginn erforderlich. Bei hoher Milchleistung kann auch bei Einsatz von sehr hohen PKF Mengen bis zur tolerierten RNB-Obergrenze von +80 g N die nXP-Versorgung des Tieres nicht sichergestellt werden. Eine Verbesserung der nXP-Versorgung könnte daher in diesem Fall nur durch eine Verbesserung der Energieversorgung, Einsatz von Proteinkraftfutterkomponenten mit geringer

Rohproteinabbaubarkeit im Pansen oder Kombination beider Faktoren erreicht werden. Da im biologisch wirtschaftenden Betrieb die Energieversorgung nicht über höhere Kraftfuttermengen (max. 40 % in der Tagesration) verbessert werden kann, kommt der Grundfutterqualität besondere Bedeutung zu. Hier sind jedoch auf Grund der pflanzenbaulichen, klimatischen und wirtschaftlichen Bedingungen enge Grenzen gesetzt. Aus diesem Grund würden Proteinkraftfutterkomponenten mit geringer Abbaubarkeit des Rohproteins im Pansen bei hohen Leistungen an Bedeutung gewinnen. Entsprechend der VERORDNUNG EG 1804/1999 scheiden Extraktionsschrote aus. Eine relativ geringe Proteinabbaubarkeit weisen von den zur Verfügung stehenden Komponenten am ehesten Maiskleber und Birtreber, gefolgt von Raps-, Sonnenblumen- und Kürbiskernkuchen auf. Davon weisen nur Maiskleber, Raps- und Kürbiskernkuchen einen entsprechend hohen Energiegehalt auf.

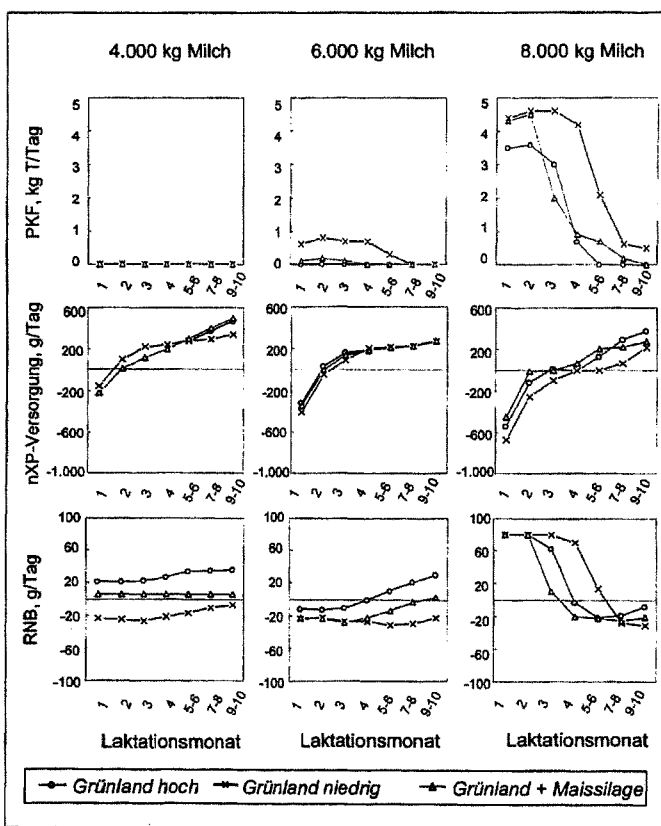


Abbildung 3: Proteinkraftfutterbedarf sowie nXP-Versorgung und ruminale N-Bilanz

Figure 3: Demand of protein concentrate and supply with utilisable protein and N balance in rumen

#### 4. Schlussfolgerungen

Zur Vermeidung von Gesundheits-, Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsstörungen muss sich die Nährstoffversorgung am Bedarf der Tiere orientieren. Da die Möglichkeiten in der Rationsgestaltung bei biologischer Wirtschaftsweise eingeschränkt sind (VERORDNUNG EG, 1804/1999), ergeben sich daraus zwangsläufig Konsequenzen für die Fütterung, das Management und die Zucht. Wie in den Modellberechnungen gezeigt werden konnte, kommt mit steigendem Milchleistungspotential der Grundfutterqualität bei biologischer Wirtschaftsweise eine große Bedeutung zu. Nur dadurch können auf Grund der Einschränkungen im Kraftfuttereinsatz Laktationsleistungen über 7000 kg ohne große Nährstoffdefizite erreicht werden. Dies setzt zusätzlich aber auch voraus, dass die Haltungsbedingungen sowie das Management optimal gestaltet sind, damit die Tiere, vor allem zu Laktationsbeginn, möglichst rasch eine hohe Futtermittelaufnahme erreichen.

Da in biologisch wirtschaftenden Betrieben nur grundfutterbetonte Rationen eingesetzt werden können, ist das Risiko des Auftretens von Pansenacidose auf Grund eines Mangels an Strukturkohlenhydraten geringer. Gleichzeitig kommt der Energie- und auch nXP-Ergänzung über das Kraftfutter besondere Bedeutung zu. Daher sind Kraftfutterkomponenten mit hohem Energiegehalt bzw. hohem Gehalt an fermentierbarer organischer Masse erforderlich (Getreide etc.). Kraftfutterkomponenten mit hohem NDF-Gehalt (niedriger Energiegehalt) sowie Komponenten mit hohem Rohfettgehalt sind zu begrenzen (< 20 %). Jedenfalls muss höchstes Augenmerk auf die Qualität der Komponenten (keine Verunkrautung, optimale Trocknung, keine Verpilzung etc.) gelegt werden.

Wie die Ergebnisse zeigen, ist im mittleren Leistungsbe- reich eine Ergänzung mit proteinreichem Kraftfutter vorrangig zur Abdeckung des N-Bedarfs der Pansenmikroben erforderlich. In diesem Fall ist der Einsatz von Komponenten mit geringer Rohproteinabbaubarkeit im Pansen nicht erforderlich. Mit steigender Milchleistung wird jedoch der Mangel an nutzbarem Rohprotein bei gleichzeitig hohem N-Überschuss im Pansen zunehmend leistungsbegrenzend. Proteinkraftfutterkomponenten mit geringer Abbaubarkeit des Proteins im Pansen und hohem Energiegehalt wären zu Laktationsbeginn und bei hohen Leistungen erforderlich. Da diese Anforderungen nur eingeschränkt von den zur Verfügung stehenden Futtermitteln erfüllt werden können, ist auch die Proteinversorgung ein wesentlicher leistungsbegrenzender Faktor.

Weiteres ist in der Zucht bzw. der Auswahl der Genetik insbesondere bei biologisch wirtschaftenden Betrieben ein hohes Augenmerk auf Fitnessmerkmale, Persistenz und (Grund-)Futtermittelvermögen zu legen. Zusätzlich müssen bereits in der Aufzucht der Kalbinnen die Voraussetzungen für eine hohe Futtermittelaufnahme geschaffen werden (Rationsgestaltung, Intensität, Erstkalbealter). Da der Betriebsgewinn mit steigender Lebensleistung der Kühe ansteigt, ist bei der Auswahl der Genetik auf die Langlebigkeit besonderes Augenmerk zu legen. In diesem Fall kann auch mit geringeren Leistungen ein entsprechendes Betriebseinkommen erzielt werden (vergleiche STEINWIDDER und GREIMEL, 1999). Generell sind die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen verstärkt so zu gestalten, dass die Einschränkungen und Leistungsbegrenzungen für den biologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb ökonomisch keine Nachteile mit sich bringen (vergleiche GREIMEL, 2000).

#### Literatur

- 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.
- BLAXTER, K. L. (1962): *The energy metabolism of ruminants*. Hutchinson & Co., London. – zitiert nach VALK et al. (1990).
- BMLF (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft) (1997): Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1997. BMLF. Herold Verlagsges.m.b.H., Wien.
- BRUCKENTAL, I., D. DRORI, M. KAIM, R. LEHRER and Y. FOLMAN (1989): Effect of source and level of protein on milk yield and reproductive performance of high-producing primiparous and multiparous dairy cows. *Anim. Prod.* 48, 319–329.
- DLG (DLG-Futtermittelwerttabellen) (1997): *Futtermittelwerttabellen – Wiederkäuer*. DLG Verlag, Frankfurt 212 S.
- FERGUSON, J. D., T. L. BLANCHARD, D. HOSHALL and W. CHALUPA (1986): High rumen degradable protein as a possible cause of infertility in a dairy herd. *ADSA Annual Meeting and Divisional Abstracts*, 23–26 Juni 1986, Davis-Kalifornien, *J. Dairy Sci.* 69, 120 (Abstr.).
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) – Ausschuss für Bedarfsnormen (1997): Zum Proteinbedarf von

## Tabellenanhang

Tabelle 4a: Rationszusammensetzung sowie Energie- und Proteinversorgung bei einem Milchleistungspotential von 4000 kg pro Jahr  
 Table 4a: Composition of ration as well as energy and protein supply at a milk yield potential of 4000 kg per year

Laktationsmonat		1	2	3	4	5-6	7-8	9-10
Milch	kg/Tag	17,6	17,2	16,1	14,9	13,1	10,9	9,1
<b>Grünland hoch</b>								
Grundfutter	kg T	11,5	12,4	12,7	13,1	13,5	13,5	13,6
Krafftutter	kg T	1,2	1,4	1,4	0,9	0,1	0,0	0,0
EKF	kg T	1,2	1,4	1,4	0,9	0,1	0,0	0,0
PKF	kg T	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energieversorgung	MJ NEL/Tag	-18,8	-6,8	-1,1	0,5	1,5	6,1	8,9
Energiemangel	Tage	82						
Milch aus Körperreserven	kg	260						
Lebendmasseabnahme	kg	40						
nXP-Versorgung	g/Tag	-150	104	216	256	286	379	474
nXP-Mangel	Tage	26						
Milch aus Körperreserven	kg	68						
RNB	g	21	22	23	27	34	35	36
Grundfutter	kg T/Tag	13,05						
Krafftutter	kg T	0,50						
EKF	kg T	0,50						
PKF	kg T	0,00						
<b>Grünland niedrig</b>								
Grundfutter	kg T	9,7	10,6	10,8	11,4	11,8	12,3	12,6
Krafftutter	kg T	3,4	3,6	3,8	3,0	2,3	1,4	0,8
EKF	kg T	3,4	3,6	3,8	3,0	2,3	1,4	0,8
PKF	kg T	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energieversorgung	MJ NEL/Tag	-16,4	-4,4	2,1	2,2	3,6	3,6	3,6
Energiemangel	Tage	62						
Milch aus Körperreserven	kg	202						
Lebendmasseabnahme	kg	31						
nXP-Versorgung	g/Tag	-149	103	231	246	286	302	343
nXP-Mangel	Tage	26						
Milch aus Körperreserven	kg	67						
RNB	g	-24	-25	-27	-21	-17	-10	-7
Grundfutter	kg T/Tag	11,56						
Krafftutter	kg T	2,25						
EKF	kg T	2,25						
PKF	kg T	0,00						
<b>Grünland + Maissilage</b>								
Grundfutter	kg T	12,3	13,3	13,5	13,6	13,6	13,6	13,7
Krafftutter	kg T	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energieversorgung	MJ NEL/Tag	-22,2	-10,9	-5,2	-1,0	3,8	8,9	11,8
Energiemangel	Tage	114						
Milch aus Körperreserven	kg	378						
Lebendmasseabnahme	kg	59						
nXP-Versorgung	g/Tag	-223	15	123	202	296	402	503
nXP-Mangel	Tage	40						
Milch aus Körperreserven	kg	100						
RNB	g	6	6	6	6	6	6	6
Grundfutter	kg T/Tag	13,42						
Krafftutter	kg T	0,00						
EKF	kg T	0,00						
PKF	kg T	0,00						

Tabelle 4b: Rationszusammensetzung sowie Energie- und Proteinversorgung bei einem Milchleistungspotential von 6000 kg pro Jahr  
 Table 4b: Composition of ration as well as energy and protein supply at a milk yield potential of 6000 kg per year

Laktationsmonat		1	2	3	4	5-6	7-8	9-10
Milch	kg/Tag	26,4	25,9	24,1	22,3	19,6	16,4	13,6
<b>Grünland hoch</b>								
Grundfutter	kg T	10,3	11,0	11,4	12,1	12,9	13,6	14,0
Krafftutter	kg T	5,6	6,1	5,8	4,7	3,3	1,8	0,9
EKF	kg T	5,6	6,1	5,8	4,7	3,3	1,8	0,9
PKF	kg T	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energieversorgung	MJ NEL/Tag	-18,7	-3,0	3,2	3,5	3,4	3,4	3,4
Energiemangel	Tage	54						
Milch aus Körperreserven	kg	214						
Lebendmasseabnahme	kg	33						
nXP-Versorgung	g/Tag	-317	31	167	194	217	239	286
nXP-Mangel	Tage	40						
Milch aus Körperreserven	kg	142						
RNB	g	-12	-13	-11	-1	10	22	30
Grundfutter	kg T/Tag	12,58						
Krafftutter	kg T	3,39						
EKF	kg T	3,39						
PKF	kg T	0,00						
<b>Grünland niedrig</b>								
Grundfutter	kg T	9,4	10,0	10,2	10,2	10,9	11,6	12,1
Krafftutter	kg T	6,1	6,8	6,8	6,8	5,6	4,2	3,3
EKF	kg T	6,1	6,8	6,8	6,8	5,6	4,2	3,3
PKF	kg T	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energieversorgung	MJ NEL/Tag	-24,0	-7,7	-0,3	5,3	5,8	5,7	5,7
Energiemangel	Tage	76						
Milch aus Körperreserven	kg	317						
Lebendmasseabnahme	kg	49						
nXP-Versorgung	g/Tag	-449	-97	52	165	197	223	275
nXP-Mangel	Tage	64						
Milch aus Körperreserven	kg	232						
RNB	g	-42	-46	-46	-46	-38	-29	-23
<b>Rationsausgleich Protein</b>								
EKF	kg T	5,5	6,0	6,1	6,2	5,3	4,2	3,3
PKF	kg T	0,6	0,8	0,7	0,7	0,3	0,0	0,0
nXP-Versorgung	g/Tag	-408	-43	95	213	219	227	277
nXP-Mangel	Tage	52						
Milch aus Körperreserven	kg	195						
RNB	g	-24	-23	-27	-27	-31	-29	-23
Grundfutter	kg T/Tag	10,87						
Krafftutter	kg T	5,22						
EKF	kg T	4,89						
PKF	kg T	0,33						
<b>Grünland + Maissilage</b>								
Grundfutter	kg T	10,9	11,7	11,9	12,5	13,3	14,0	14,4
Krafftutter	kg T	4,8	5,2	5,2	4,3	2,9	1,4	0,5
EKF	kg T	4,8	5,2	5,2	4,3	2,9	1,4	0,5
PKF	kg T	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energieversorgung	MJ NEL/Tag	-20,0	-4,9	2,4	4,1	4,1	4,1	4,1
Energiemangel	Tage	62						
Milch aus Körperreserven	kg	242						
Lebendmasseabnahme	kg	37						
nXP-Versorgung	g/Tag	-355	-19	134	183	207	231	280
nXP-Mangel	Tage	48						
Milch aus Körperreserven	kg	166						
RNB	g	-27	-30	-29	-23	-14	-3	3
<b>Rationsausgleich Protein</b>								
EKF	kg T	4,7	5,0	5,1	4,3	2,9	1,4	0,5
PKF	kg T	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
nXP-Versorgung	g/Tag	-345	-5	137	182	207	231	280
nXP-Mangel	Tage	44						
Milch aus Körperreserven	kg	159						
RNB	g	-23	-24	-28	-23	-14	-3	3
Grundfutter	kg T/Tag	13,03						
Krafftutter	kg T	2,85						
EKF	kg T	2,81						
PKF	kg T	0,04						

Tabelle 4c: Rationszusammensetzung sowie Energie- und Proteinversorgung bei einem Milchleistungspotential von 8000 kg pro Jahr  
 Table 4c: Composition of ration as well as energy and protein supply at a milk yield potential of 8000 kg per year

Laktationsmonat		1	2	3	4	5-6	7-8	9-10
Milch	kg/Tag	35,2	34,5	32,2	29,7	26,2	21,9	18,1
<b>Grünland hoch</b>								
Grundfutter	kg T	10,7	11,0	11,0	11,1	11,0	11,3	12,1
Kraftfutter	kg T	6,7	7,4	7,6	7,4	7,4	6,7	5,4
EKF	kg T	6,7	7,4	7,6	7,4	7,4	6,7	5,4
PKF	kg T	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energieversorgung	MJ NEL/Tag	-36,3	-17,2	-7,1	-0,6	8,2	14,7	14,8
Energiemangel	Tage	108						
Milch aus Körperreserven	kg	594						
Lebendmasseabnahme	kg	92						
nXP-Versorgung	g/Tag	-784	-364	-167	-39	136	286	361
nXP-Mangel	Tage	114						
Milch aus Körperreserven	kg	566						
RNB	g	-18	-22	-24	-22	-22	-17	-6
<b>Rationsausgleich Protein</b>								
EKF	kg T	3,1	3,8	4,4	6,7	7,4	6,9	5,6
PKF	kg T	3,5	3,6	3,0	0,7	0,0	0,0	0,0
nXP-Versorgung	g/Tag	-540	-114	19	0	132	298	375
nXP-Mangel	Tage	86						
Milch aus Körperreserven	kg	289						
RNB	g	80	80	62	-3	-22	-19	-8
Grundfutter	kg T/Tag	11,18						
Kraftfutter	kg T	6,82						
EKF	kg T	5,76						
PKF	kg T	1,06						
<b>Grünland + Maissilage</b>								
Grundfutter	kg T	10,8	11,1	11,3	11,3	11,5	12,4	13,2
Kraftfutter	kg T	6,7	7,6	7,6	7,6	7,2	5,3	4,0
EKF	kg T	6,7	7,6	7,6	7,6	7,2	5,3	4,0
PKF	kg T	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energieversorgung	MJ NEL/Tag	-33,6	-13,8	-4,6	2,8	9,7	10,6	10,6
Energiemangel	Tage	92						
Milch aus Körperreserven	kg	501						
Lebendmasseabnahme	kg	77						
nXP-Versorgung	g/Tag	-756	-322	-136	9	156	212	278
nXP-Mangel	Tage	102						
Milch aus Körperreserven	kg	513						
RNB	g	-40	-46	-46	-46	-43	-30	-21
<b>Rationsausgleich Protein</b>								
EKF	kg T	2,4	3,1	5,6	6,7	6,5	5,3	4,0
PKF	kg T	4,3	4,5	2,0	0,9	0,7	0,2	0,0
nXP-Versorgung	g/Tag	-455	-6	-3	67	207	229	282
nXP-Mangel	Tage	62						
Milch aus Körperreserven	kg	217						
RNB	g	80	80	10	-20	-23	-26	-21
Grundfutter	kg T/Tag	11,79						
Kraftfutter	kg T	6,24						
EKF	kg T	4,92						
PKF	kg T	1,32						

- Milchkühen und Aufzuchtrindern. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 6, 217–236.
- GREIMEL, M. (2000): Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. Bericht über die 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6. bis 8. Juni 2000 BAL Gumpenstein, Tagungsband, 177–180.
- GRUBER, L. (1999): Futterraufnahme – Einflussfaktoren und Abschätzung. In: SCHWARZ, F. und L. GRUBER. (Hrsg.): Fütterung der 10.000-Liter-Kuh. DLG-Verlag – Frankfurt, 171–191.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER, T. GUGGENBERGER, J. HÄUSLER und A. SCHAUER (2001): Vergleich zwischen biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise im Grünlandbetrieb. 2. Mitteilung: Futterraufnahme, Milchleistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit. *Die Bodenkultur* 52 (1), 55–70.
- JARRIGE, R. (Ed.) (1989): *Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables.* Institut National de la Recherche Agronomique, INRA Paris.
- KRUTZINNA, C., E. BOEHNCKE und H. J. HERRMANN (1996): Die Milchviehhaltung im ökologischen Landbau. *Ber. Ldw.* 74, 461–480.
- KRISTENSEN, T. and E. S. KRISTENSEN (1998): Analysis and simulation modelling of the production in Danish organic and conventional dairy herds. *Livest. Prod. Sci.* 54, 55–65.
- LEONARD, M. C., P. J. BUTTERY and D. LEWIS (1977): The effects on glucose metabolism of feeding a high-urea diet to sheep. *Br. J. Nutr.* 38, 455–462.
- MIESENBERGER, J. (1997): Zuchtzieldefinition und Indexselektion für die österreichische Rinderzucht. Dissertation Universität für Bodenkultur, Wien.
- OLESEN, I., E. LINHARDT and 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.
- RAP (Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion, Posieux; Eds.) (1994): Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Landw. Lehrmittelzentrale, Zollikofen.
- REKSEN, O., A. TVERDAL and E. ROPSTAD (1999): A comparative study of reproductive performance in organic and conventional dairy husbandry. *J. Dairy Sci.* 82, 2605–2610.
- ROSSOW, N. (1980): Störungen der N-Verwertung beim Wiederkäuer. *Mh. Vet.-Med.* 35, 338–342.
- SONDEREGGER, H. und A. SCHÜRCH (1976): Der Einfluß der Ernährung auf die Fruchtbarkeit der Milchkuh. *Schweiz. Landwirtsch. Monatshefte* 11, 373–384.
- STEINWIDDER, A. und M. GREIMEL (1999): Ökonomische Bewertung der Nutzungsdauer bei Milchkühen. *Die Bodenkultur* 50, 235–249.
- VALK, H., H. W. KLEIN POEHLHUIS and H. J. WENTNIK (1990): Effect of fibrous and starchy carbohydrates in concentrates as supplements in a herbage-based diet for high-yielding dairy cows. *Neth. J. of Agric. Sci.* 38, 475–486.
- VERORDNUNG EG 1804/1999 (1999): Verordnung zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft* L222, 1–28.
- 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.
- WEEKES, T. E. C., J. R. RICHARDSON and N. GEDDES (1979): The effect of ammonia on gluconeogenesis by sheep liver cells. *Proc. Nutr. Sci.* 38, 3A.
- WINCKLER, C. und J. STEINBACH (1991): Nutztierökologische Untersuchungen in Milchviehbetrieben. Fütterung, Gesundheit und Fruchtbarkeit. *Ökologie + Landbau*, 80, 12–14.
- WOOD, P. D. P. (1967): Algebraic models of the lactation curve in cattle. *Nature (London)*, 216, 164–165.

### **Anschrift der Verfasser**

**Dr. Andreas Steinwider, Univ. Doz. Dr. Leonhard Gruber**, Institut für Viehwirtschaft und Ernährungsphysiologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft – BAL Gumpenstein, A-8952 Irdning, Austria. Tel.: 0043/3682 22451; e-mail: andreas.steinwider@bal.bmlf.at

Eingelangt am 16. Juni 2000  
Angenommen am 21. Juli 2000