

Vergleich zwischen biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise im Grünlandbetrieb

1. Mitteilung: Grünlandertrag, Futterwert und Gülleanfall

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

Comparison of organic and conventional farming on a grassland farm

1st Communication: Grassland yield, forage feed value, amount of slurry

1. Einleitung und Fragestellung

Ab etwa 1975 wurde von Fachorganisationen der Landwirtschaft, des Naturschutzes und der landwirtschaftlichen Praxis die Anerkennung des biologischen Landbaues und

die Notwendigkeit von einschlägigen Forschungsprojekten gefordert. Als Vorteile der biologischen gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung wurden neben grundsätzlichen Unterschieden im Landbau (MATILE, 1973) die Verhinderung der Überschußproduktion (STEINKOHL et al.,

Summary

In order to characterize organic and conventional farming, a grassland farm with mowing pasture was divided into an organic (BE) and conventional (KE) experimental unit (forage and slurry were stored separately, cows were housed separately, *Figure 1–2*). The experimental groups differed in the treatment of slurry (aeration in BE), the level of fertilization (147 kg/ha mineral N in KE additionally to slurry), the method of weed control (only mechanical in BE) and the origin of the concentrate for the dairy cows (from organic farms in BE, *Table 1*). The objective of this 11 year experiment was to compare both farming systems in terms of grassland yield, nutrient content of the forage, feed intake, milk yield, health and fertility parameters of the animals, plus other essential parameters in the soil, slurry and the botanical composition of the pasture, as well as nutrient balances. This communication presents grassland yield, forage feed value and amounts of slurry. In group BE and KE, 5.51 and 4.36 ha were used, respectively (*Table 2*). Seven cows were kept in each group, resulting in a stocking rate of 1.27 and 1.60 cows per ha. The fertilization and feeding were based on the principles of organic farming and on experimental results from BAL Gumpenstein. The yield of hay and silage was determined by weighing, and the yield of pasture was estimated from the energy requirements of the animals and the energy content of the pasture.

The DM yield of the grassland presented in this paper (7,240 and 9,330 kg DM per ha in group BE and KE, respectively) is typical of this region. The yield of net energy and protein showed analogous differences as the DM yield (*Table 3*). Only small differences between the experimental groups were found in the nutrient and mineral content of forage. However, there were significant differences in crude protein and calcium in all three forages (hay, silage and fresh grass, *Tables 4–6*) between the experimental groups, which was partly due to the impact of the farming system on the botanical composition of the meadows.

There were significant differences in the slurry concentrations of nitrogen (4.5 vs. 5.2 g/kg), calcium (2.1 vs. 1.9 g/kg), %NH₄-N in total N (31.6 vs. 39.3 %) and the pH value (7.67 vs. 7.40) for groups BE and KE, respectively. Only small differences were found for the other slurry components (*Table 7*). In summary, organic farming resulted in similar forage nutrient contents, but DM yield from the grassland was 2,000 kg/ha lower than with conventional farming due to lower N input. As a consequence the stocking rate and amount of slurry per hectare as well as the N content of slurry were also reduced.

Key words: Organic farming, grassland, forage yield, forage feed value, manure.

Zusammenfassung

Ein Mähweidebetrieb der BAL Gumpenstein wurde in eine organisch-biologische (BE) und eine konventionelle Einheit (KE) mit getrennter Bewirtschaftung unterteilt, um beide Wirtschaftsweisen zu vergleichen (eigenes Futter- und Güllelager sowie getrennte Stallabteilungen für beide Versuchsgruppen, *Abbildung 1–2*). Die Versuchsgruppen unterschieden sich in der Behandlung der Gülle, dem Düngungsniveau, der Unkrautbekämpfung und dem Kraftfutter der Kühe (*Tabelle 1*). Zielsetzung des über 11 Jahre laufenden Versuches war, beide Wirtschaftsweisen hinsichtlich Grünlandertrag, Nährstoffgehalt des Wiesenfutters, Futteraufnahme und Milchleistung sowie Gesundheit und Fruchtbarkeit der Tiere, Boden und Gülle, Pflanzenbestand und Nährstoffbilanz zu vergleichen. Die vorliegende Arbeit behandelt Ertrag, Futterqualität und Gülleanfall. Die landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) betrug in BE 5,51 ha und in KE 4,36 ha. Bei 7 Kühen je Gruppe errechnet sich ein Tierbesatz von 1,27 Kühen pro ha LN in BE und 1,60 Kühen in KE (*Tabelle 2*). Die Düngung und Fütterung wurden nach den Grundsätzen des biologischen Landbaues und Versuchsergebnissen der BAL Gumpenstein erarbeitet. Die Heu- und Silageerträge wurden durch Wiegung festgestellt, der Weideertrag wurde über den Energiebedarf der Tiere und den Energiegehalt des Weidefutters geschätzt.

Der Ertrag (7.240 bzw. 9.330 kg Trockenmasse (T) je ha LN in BE bzw. KE) entspricht der in dieser Region zu erwartenden Größenordnung. Die Erträge an Energie und Protein zeigen analoge Differenzen wie die T-Erträge (*Tabelle 3*). Im Nährstoff- und Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters waren nur geringe Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festzustellen. Signifikante Unterschiede traten jedoch bei Rohprotein und Calcium in allen 3 Futtergruppen (Heu, Grassilage und Weidefutter, *Tabellen 4–6*) auf, die zum Teil mit dem Einfluß der Bewirtschaftungsform auf die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände zu erklären sind.

Die Gülle der beiden Versuchsgruppen (BE vs. KE) unterschied sich signifikant im Gehalt an Stickstoff (4,5 vs. 5,2 g/kg), an Calcium (2,1 vs. 1,9 g/kg), im Anteil des $\text{NH}_4\text{-N}$ am Gesamt-N (31,6 vs. 39,3 %) und im pH-Wert (7,67 vs. 7,40). Die Unterschiede in den anderen Inhaltsstoffen der Gülle waren nur geringfügig (*Tabelle 7*). Zusammenfassend ergab die biologische Bewirtschaftung bei etwa gleichem Nährstoffgehalt im Wiesenfutter einen um 2.000 kg T/ha geringeren Grünlandertrag. Folglich waren der Kuhbesatz und der Gülleanfall pro ha LN sowie der N-Gehalt in der Gülle ebenfalls reduziert.

Schlagerworte: Biologische Bewirtschaftung, Grünlandbetrieb, Ertrag, Futterwert, Wirtschaftsdünger.

1990), eine bessere Tiergesundheit und Fruchtbarkeit (AEHNELT und HAHN, 1973) und die höhere Qualität der Produkte (MEIER-PLOEGER und VOGTMANN, 1989) genannt. Konkrete Forschungsergebnisse insbesondere im viehwirtschaftlichen Bereich waren bis etwa 1980 nur spärlich vorhanden.

An der BAL Gumpenstein wurde daher 1982 ein Forschungsprojekt zum Vergleich der organisch-biologischen mit der konventionellen Wirtschaftsweise im Grünlandbe-

trieb begonnen und 11 Jahre hindurch bis Ende 1992 durchgeführt. Dazu wurde der Betrieb in eine biologisch (BE) und eine konventionell bewirtschaftete Einheit (KE) getrennt. Die Bewirtschaftungssysteme unterschieden sich in der Behandlung des Wirtschaftsdüngers (Gülle), der mineralischen Düngung, der Unkrautbekämpfung und dem Kraftfutter der Kühe (*Tabelle 1*).

Die Zielsetzung des Versuches war, beide Wirtschaftsweisen hinsichtlich Grünlandertrag, Nährstoffgehalt des Wie-

Tabelle 1: Versuchsplan

Table 1: Experimental design

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

senfutters, Futteraufnahme und Milchleistung sowie Gesundheit und Fruchtbarkeit der Tiere, Gülle, Boden, Pflanzenbestand und Nährstoffbilanzen zu vergleichen. Die vorliegende Arbeit behandelt Ertrag, Futterqualität und Gülleanfall. Der Einfluß der Bewirtschaftung auf Futteraufnahme und Milchleistung der Kühe sowie deren Gesundheits- und Fruchtbarkeitssituation werden in der 2. Mitteilung beschrieben, die Nährstoffbilanzen in der 3. Mitteilung, die Pflanzenbestände und Bodenparameter in der 4. Mitteilung.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsflächen

Zu Beginn betrug die für den Versuch zur Verfügung stehende Fläche 8,57 ha. Die Flächen waren arrondiert und lagen in unmittelbarer Nähe zum Versuchsstall (Abbildung 1). Die Flächen wurden vor Versuchsbeginn genau vermessen und in zwei annähernd gleich große sowie standörtlich weitgehend ähnliche Teile aufgeteilt. Die Zusammensetzung der Artengruppen zu Versuchsbeginn bestand in Gruppe BE aus 54 % Gräsern, 37 % Kräutern und 9 % Leguminosen, in KE 55 %, 38 % und 7 % (Flächenprozentage nach BRAUN-BLANQUET, vgl. 4. Mitteilung). Das Ausmaß der Fläche mußte aufgrund der unterschiedlichen Ertragslage mehrmals dem Futterbedarf der jeweils 7 Versuchskühe angepaßt werden. Es wurden auch Teilflächen als Bauland benötigt und diese durch andere Flächen ersetzt. Die dadurch bedingten Flächenänderungen sind in Tabelle 2 angeführt. Im Durchschnitt der Jahre betrug das Gesamtausmaß in Gruppe BE 5,51 ha und in KE 4,36 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN), bzw. 4,91 bzw. 4,13 ha reduzierte landwirtschaftliche Nutzfläche (RLN). Die Fläche war in 23 Koppeln unterteilt, wobei die Bereiche mit Hangneigungen über 60 % bei der Düngung, Bewirtschaftung und Bewertung getrennt behandelt wurden. Die Zäune der Koppeln waren an den Außengrenzen und zwischen den beiden Einheiten als Fixzäune ausgebildet. Innerhalb der Koppeln wurden Elektrozäune zur Vorgabe der Tagesportionsflächen verwendet. Bei einer Tieranzahl von 7,0 Kühen errechnet sich ein durchschnittlicher Tierbesatz von 1,27 Kühen pro Hektar LN in BE und 1,60 Kühen in KE bzw. 1,42 und 1,69 Kühen pro Hektar RLN. Dies entspricht 1,53 bzw. 1,98 GVE/ha LN (1 GVE = Großvieheinheit = 500 kg Lebendmasse).

Die Versuchsflächen befinden sich im inneralpinen

Grünlandgebiet, und zwar im oberen Ennstal (Obersteiermark). Es handelt sich um ein klimatisch relativ rauhes, niederschlagsreiches Gebiet nördlich des Alpenhauptkammes mit relativ kurzer Vegetationszeit (1015 mm Jahresniederschläge, 6,8 °C durchschnittliche Jahrestemperatur, weitere Klimadaten siehe 4. Mitteilung). Die Flächen liegen in 700 m Seehöhe. Achtzig Prozent davon sind eben oder weisen eine Hangneigung unter 25 % auf. Die Exposition der hängigen Flächen ist durchwegs Nord mit teilweiser Beschattung durch den angrenzenden Wald und somit längerer Schneelage. Etwa 40 % der Flächen weisen eine hohe natürliche Ertragsfähigkeit auf (Bonität 1) und rund 30 % Bonität 2 der vierstufigen Bodenbonitätsskala (BFL).

Unterschiede in Bonität und Hangneigung waren bestimmende Faktoren bei der Schätzung der reduzierten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die Bonität beeinflusst sehr wesentlich die Ertragshöhe der jeweiligen Fläche und mit zunehmender Hanglage wird die maschinelle Bewirtschaftung (Gülleausbringung, Pflege- und Erntearbeiten) erschwert. Auch die Beweidung verursacht bei stärkerer Hangneigung eher eine Verletzung der Grasnarbe mit allen Nachteilen wie Ertragseinbußen, Trittwegbildung, Bodenerosion und Verunkrautung. Die Reduktion der nicht in vollem Ertrag stehenden Flächen erfolgte je nach Bonität, Hanglage und Beschattung von 20 bis 80 %.

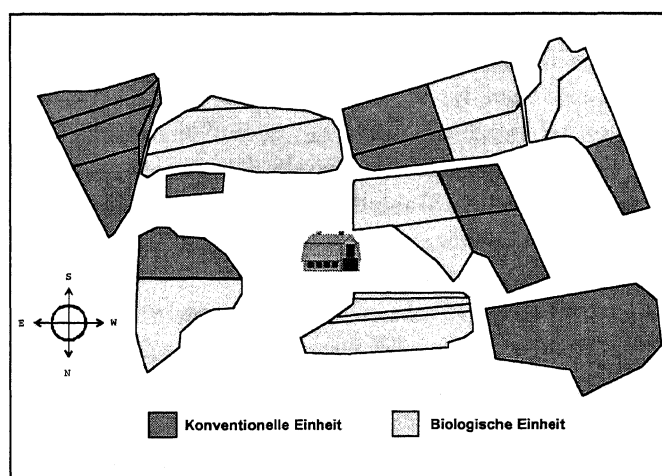


Abbildung 1: Darstellung der Versuchsflächen
Figure 1: Graphical illustration of the experimental areas

2.2 Gebäude, Einrichtungen und Maschinen

Für die 14 Versuchskühe wurde ein Stallgebäude verwendet, das die getrennte Aufstallung der Tiere und die ge-

Tabelle 2: Flächenausmaß und Tierbesatz in den zwei Versuchseinheiten während der Versuchsdauer
 Table 2: Size of experimental units and stocking rate during the trial

Jahr	Biologische Einheit								Konventionelle Einheit							
	LN	RLN	Anzahl	LM	Kühe/	GVE/	Kühe/	GVE/	LN	RLN	Anzahl	LM	Kühe/	GVE/	Kühe/	GVE/
	ha	ha	Kühe n	kg	LN n/ha	LN n/ha	RLN n/ha	RLN n/ha	ha	ha	Kühe n	kg	LN n/ha	LN n/ha	RLN n/ha	RLN n/ha
1982	4,337	3,849	7,00	585	1,61	1,89	1,82	2,13	4,229	3,816	7,00	632	1,66	2,09	1,83	2,35
1983	4,337	3,849	6,92	603	1,60	1,92	1,80	2,17	4,229	3,816	6,98	644	1,65	2,13	1,83	2,36
1984	5,768	5,075	6,96	585	1,21	1,41	1,37	1,60	4,003	3,796	7,00	626	1,75	2,19	1,84	2,31
1985	5,768	5,103	6,98	558	1,21	1,35	1,37	1,53	4,003	3,796	7,00	648	1,75	2,27	1,84	2,39
1986	5,768	5,167	7,00	579	1,21	1,41	1,35	1,57	4,003	3,796	6,99	571	1,75	1,99	1,84	2,10
1987	5,768	5,167	7,00	610	1,21	1,48	1,35	1,65	4,728	4,521	6,99	567	1,48	1,68	1,55	1,75
1988	5,768	5,167	7,00	634	1,21	1,54	1,35	1,72	4,728	4,521	7,00	594	1,48	1,76	1,55	1,84
1989	5,768	5,167	7,00	640	1,21	1,55	1,35	1,73	4,572	4,396	7,00	653	1,53	2,00	1,59	2,08
1990	5,768	5,167	7,00	615	1,21	1,49	1,35	1,67	4,572	4,396	7,00	616	1,53	1,89	1,59	1,98
1991	5,768	5,167	7,00	627	1,21	1,52	1,35	1,70	4,572	4,396	6,99	624	1,53	1,91	1,59	1,98
1992	5,739	5,138	6,99	614	1,22	1,50	1,36	1,67	4,351	4,176	7,00	624	1,61	2,01	1,68	2,08
Mittel	5,505	4,911	6,99	607	1,27	1,53	1,42	1,72	4,363	4,130	7,00	614	1,60	1,98	1,69	2,08

trennte Lagerung der Futtermittel sowie der anfallenden Gülle ermöglichte (Abbildung 2). Die Kühe wurden auf Kurzständen gehalten.

Unterhalb der westseitigen Standplätze der Kühe in der konventionellen Einheit befand sich eine Güllegrube mit 86 m³ Grubenraum. Diese Grube stand mit einer kleinen Mischgrube (24 m³) und einer runden Lagergrube mit 39 m³ Inhalt für die anfallende Gülle der 7 Kühe der Gruppe KE in Verbindung. Der gesamte Lagerraum für den Winter betrug in der Gruppe KE 125 m³ (Abbildung 2). Die Mischgrube diente nur der Verdünnung der Gülle mit Wasser.

Die außenliegende, offene Rundgrube mit 100 m³ Grubenraum diente der Lagerung der Gülle von den 7 Kühen der biologischen Einheit im ostseitigen Stallteil. Aus der Rundgrube wurde die Gülle mit einer Umspülung über eine Rohrleitung an den Anfang des Kotgrabens gepumpt und mit dem täglich anfallenden Kot und Harn in die Grube zurückgespült. Vor der Ausbringung wurde die Gülle in der Rundgrube mit einem Elektromixer zu einer möglichst homogenen Masse vermischt bzw. verdünnt. In der Grube der Gruppe KE war zur Homogenisierung ein stationärer Mixer eingesetzt. Zur Ausbringung und Verteilung der Gülle wurde ein Saug-Pumpfaß mit Heck- und Seitenverteiler sowie Seitenanschluß für eine fliegende Rohrleitung verwendet. Der Großteil der Flächen wurde mit dem Heckverteiler gedüngt, steilere und schwer befahrbare Flächen mit dem Seitenverteiler bzw. in Ausnahmefällen wurde mit fliegender Leitung begüllt.

Das Rauhfutter für die Winterfütterung wurde in zwei Kaltbelüftungsboxen (Axiallüfter) mit je 134 m³ gelagert. Für die Silagen waren je 3 Versuchssilos mit jeweils 20 m³ vorhanden. Die Silos waren innerhalb des Stallgebäudes

untergebracht (Abbildung 2). Die Einbringung des Silages erfolgte durch einen Häcksler mit einer Schnittlänge von etwa 3–5 cm und händische Verteilung des Häcksgutes im Silo. Das Anwelkgut wurde mit einem Gebläse die Kaltbelüftungsboxen befördert. Das Futter wurde darüber eine eigene Luftschleuse unter Umgehung des Scheufrades in den Luftstrom gebracht und daher schon befördert. Die gleichmäßige Aufbringung auf dem Heustock wurde mit einem händisch bedienten Endverteiler durchgeführt. Die Entnahme des Futters erfolgte mit einem elektrischen Heuschneider in der Art, daß über die ganze Stockhöhe abgeschnitten wurde. Dadurch war gewährleistet, daß alle Aufwüchse gleichzeitig und anteilmäßig verfüttert wurden.

Aus den Silos wurde die Silage händisch entnommen. In der Kraftfutter ist in der betriebseigenen Mahl- und Mischanlage (Hammer-Schlagmühle) wöchentlich frisch verarbeitet worden. Zur Einbringung des Futters vom Feld die

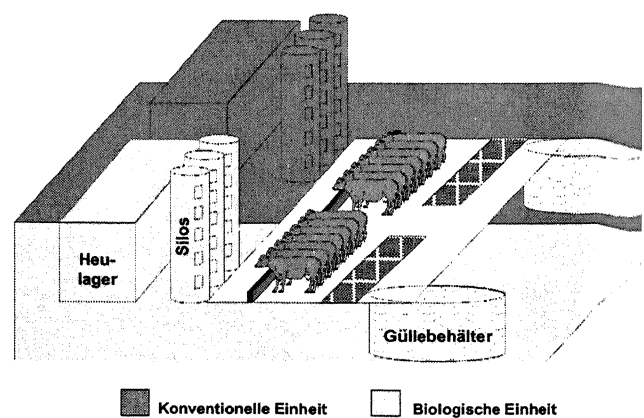


Abbildung 2: Versuchsstall, Güllebehälter und Futterlager
 Figure 2: Experimental stable, slurry tank and forage storage

ein Ladewagen mit 22 m³ Fassungsraum und einer Schneidevorrichtung mit 4 Messern.

2.3 Versuchsdurchführung

2.3.1 Düngung

Die Grundsätze der Düngung wurden unter Berücksichtigung der Richtlinien für den biologischen Landbau und der umfangreichen Versuchsergebnisse an der BAL Gumpenstein (Abteilungen Grünlandwirtschaft und Bodenkunde) erarbeitet. Es mußte auch berücksichtigt werden, daß in einem weitgehend unter Praxisbedingungen ablaufenden Vergleichsversuch nur durch eine starke Differenzierung der Düngungsniveaus etwaige Unterschiede aufgezeigt werden können. In der Gruppe KE wurde daher das Düngungsniveau stark angehoben. Zu Versuchsbeginn war noch keine Verordnung hinsichtlich der Obergrenze der Stickstoffgabe auf Grünlandflächen in Kraft und eine nachträgliche Änderung der Düngung wurde aus Versuchsgründen vermieden.

Die Ausbringungsmenge an Wirtschaftsdüngern in beiden Versuchsgruppen ergab sich aus deren Anfall im Stall (Gülle) und der bei der Weidehaltung ausgeschiedenen Menge an Kot und Harn. In Gruppe KE wurde zusätzlich Kalkammonsalpeter (NAC) gedüngt (140–168 kg N/ha), in Gruppe BE Steinmehl. Zur Zeit des Versuchsbeginns wurde in biologisch wirtschaftenden Betrieben häufig Steinmehl eingesetzt. Steinmehl ist kein Düngemittel im engeren Sinn, sondern ein Bodenhilfsstoff. Durch die große Oberfläche wird eine Verbesserung der Bodengare und der Nährstoffbindung in den Wirtschaftsdüngern erwartet, sowie auch eine Abschwächung der Geruchsprobleme, die Verbesserung der technologischen Eigenschaften und der Pflanzenverträglichkeit der Gülle. Im vorliegenden Versuch wurde feinvermahlenes Urgesteinsmehl aus Diabas verwendet. Auf günstig gelegenen Flächen (gut mechanisierbar, gut weidefähig, eben bis leicht hängig) war die Güllemenge höher, auf ungünstigen Flächen niedriger. Ab 1987 wurde die vorgesehene Menge Steinmehl auf die hintere Standfläche und den Güllerost im Stall gestreut und gemeinsam mit der Gülle auf die Flächen gebracht. Wegen der hohen Gehaltszahlen der Böden an Phosphor und Kalium (siehe 3. Mitteilung) wurden diese Nährstoffe während des ganzen Versuchszeitraumes über Mineraldünger nicht gedüngt. Die anfallende Güllemenge wurde in Gruppe BE sofort nach der Nutzung auf Schnitt- und Weideflächen

gleichmäßig aufgeteilt. In Gruppe KE wurden nur die zur Mähnutzung vorgesehenen Flächen mit Gülle und die Weideflächen mit Nitramoncal gedüngt. Mäh- und Weideflächen sind jährlich gewechselt worden. Vor der Ausbringung wurde die Gülle durch Wasserzusatz auf 5–6 % T verdünnt, im Frühjahr wurde nicht verdünnt (außer durch das im Stall anfallende Waschwasser und durch Regenwasser [in BE]). Die Gülle für die Gruppe BE wurde mit einem Oberflächen-Saugbelüfter im Taktverfahren alle 2 Stunden 15 Minuten hindurch belüftet, während der sehr warmen Sommermonate dagegen nur alle 4 Stunden, um eine zusätzliche Erwärmung der Gülle und somit Stickstoffverluste zu vermeiden. Zusätzlich zur Belüftung wurde die Gülle zweimal täglich 30 Minuten hindurch umgepumpt. Die Gülle in der Gruppe KE wurde nicht belüftet und auch nicht mit Zusätzen versehen. Vor jeder Ausbringung wurde die Gülle gemixt, um eine homogene Mischung für die Probenziehung und Ausbringung zu erhalten.

2.3.2 Ertragsfeststellung

Für die Ertragsfeststellung wurden die eingebrachten Erntemengen nach Konservierungsart (Rauhfutter bzw. Grassilage) und Aufwuchs (1. bis 4. Schnitt) getrennt festgehalten. Das für die Rauhfuttergewinnung vorgesehene Futter wurde am Feld auf etwa 75 % T vorgetrocknet, mit dem Ladewagen eingefahren, gewogen und auf einer Kaltbelüftungsanlage zu Ende getrocknet. Von jeder Fuhre wurde eine Probe zur T- und Nährstoffanalyse gezogen. Zur Belüftung stand für jede Versuchsgruppe eine Kaltbelüftungsbox mit Bodenrost und dichten Seitenwänden zur Verfügung. Bis 1987 wurde ein kleiner Teil des Rauhfutters bei unvorhersehbaren Wettersituationen schon mit etwa 60 % T eingefahren und mit Warmluft zu Ende getrocknet. Die einzelnen Aufwüchse wurden übereinander gelagert.

Das für die Silagegewinnung bestimmte Futter wurde vorgewelkt, eingefahren, gewogen und mit einem Häckselgebläse in die Silos befördert. Auch hier wurde von jeder Fuhre eine Probe genommen. Auf gleichmäßige Verteilung des gehäckselten Siliergutes im Silo und bestmögliche Verdichtung in allen Silobereichen wurde größter Wert gelegt, um einwandfreie Silagen zu gewinnen. Das Siliergut wurde mit Siloplanen abgedeckt und mit Betondeckel beschwert. Um eine gute Verdichtung und genügend Eigendruck des Futters in den kleinen Versuchssilos zu erreichen und möglichst geringe Futtermittelverluste zu erzielen, ist das Siliergut über den ganzen Versuchszeitraum nur mäßig vorgewelkt worden.

Der Trockenmasseertrag wurde aus der insgesamt eingefahrenen und gewogenen Frischmasse für Rauhfutter bzw. Grassilage und dem Trockenmassegehalt der einzelnen Erntechargen errechnet. Bei den angegebenen T-Erträgen handelt es sich um die tatsächlich eingefahrenen Erntemengen. Die Feldverluste bei der Ernte wurden nicht festgestellt. Zu berücksichtigen sind aber noch die Verluste, die beim Rauhfutter als Bröckelverluste und bei der Silage als Gärverluste entstehen. Die Erträge des Jahres 1988 konnten wegen Erneuerung der Brückenwaage nicht festgestellt werden.

Während die Erträge für Rauhfutter und Silage gewichtsmäßig exakt festgestellt werden konnten, wurde der Weideertrag über den Energiebedarf der Tiere und die Energiekonzentration des Weidefutters abgeleitet. Der Energiebedarf berücksichtigte die Erhaltung, Milchleistung, Gewichtsveränderung (GEH, 1986), Trächtigkeit (FERRELL et al., 1976) und den Aufwand für das Weiden wie Futteraufnahme, Bewegung etc. (SCARS, 1990):

Weideertrag (MJ NEL/Tag) =

Erhaltungsbedarf: $0,293 \cdot \text{kg LM}^{0,75} +$
 Milchleistung: $\text{kg Milch} \cdot (0,37 \cdot \text{Fett \%} + 0,21 \cdot \text{Protein \%} + 0,95)$

Gewichtsveränderung: $+ \text{kg LM-Zunahme} \cdot 25,5 \text{ bzw.}$
 $- \text{kg LM-Abnahme} \cdot 25,5 \cdot 0,825 +$
 Trächtigkeit: $(4,186 \cdot 69,73 \cdot \exp((0,0323 - 0,0000275 \cdot t) \cdot t) / 1000) / 0,175 \cdot 0,6 +$

Euterentwicklung: $(-6,134 + 0,0268 \cdot t) / 0,175 \cdot 0,6 +$
 Energie für Weiden: $((0,006 \cdot \text{IT}_{\text{W}} \cdot (0,9 - dT_{\text{W}})) + (0,05 \cdot 1,2 / (9 + 3))) \cdot \text{LM}$

In der Formel zur Abschätzung des Energiebedarfs für das Weiden wird die Weidefutteraufnahme (IT_{W} , kg T), der Verdauungskoeffizient (z.B. 0,72) des Weidefutters (dT_{W}), die Geländebeziehungen der Weide von 1 bis 2 Punkte und der geschätzte T-Ertrag der Weideflächen in Tonnen berücksichtigt. Bei der vorliegenden Weideertragsermittlung wurden für die Geländebeziehungen 1,2 Punkte und für den Weideflächen-Ertrag 9 t/ha eingesetzt. In der Schätzformel des Energiebedarfs für die Trächtigkeit ist die Anzahl der Tage nach der Konzeption (t) enthalten. Die Entwicklung der Konzeptionsprodukte im Verlauf der Trächtigkeit folgt einer Exponentialfunktion. Bei der Berechnung der Euterentwicklung wurde ein linearer Verlauf des Energieansatzes zugrundegelegt (nach GEH, 1986). Die Energiemenge der zur Weide verabreichten Futtermittel, wie Rauhfutter und bedarfsgerecht bemessenes

Krafftutter, wurde vom Gesamt-Energiebedarf abgezogen. Dadurch konnte die aus dem Weidefutter stammende Energiemenge ermittelt und über den Energiegehalt des Weidefutters auf den daraus resultierenden T-Ertrag der Weide geschlossen werden.

2.3.3 Chemische Analysen und statistische Auswertung

Die chemischen Analysen erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender Nährstoffe wurden mit Tecator®-Geräten analysiert. Für die Energiebewertung (GE, ME, NEL) aller Grund- und Krafftutter wurden die Formeln der GEH (1986) und die Verdauungskoeffizienten der DLG (1991) herangezogen. Die *in vivo* an Hammeln erarbeiteten Verdaulichkeiten wurden nur an den in den Fütterungsversuchen verfütterten Grundfuttermitteln angewendet (2. Mitteilung).

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

Ertrag und Gülleanfall:

$y = \text{Gruppe} + \text{Jahr}$

Nährstoffgehalt des Futters:

$y = \text{Gruppe} + \text{Aufwuchs} + \text{Jahr} + \text{Gruppe} \cdot \text{Aufwuchs} + \text{Gruppe} \cdot \text{Jahr}$

Die Ergebnisse sind als Least-Squares-Mittelwerte zusammen mit der Standardabweichung innerhalb Gruppen (s_e) und den dazugehörigen P-Werten angeführt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Grünlandertrag

Die durchschnittlichen Erträge an Trockenmasse, Energie und Protein sind in Tabelle 3 dargestellt. Der zeitliche Verlauf des Mengenertrages während der Versuchsjahre findet sich in Abbildung 3. Der jährliche Mengenertrag verlief in beiden Versuchsgruppen annähernd parallel und zeigt – mit Ausnahme des Jahres 1983 – anfänglich sinkende und ab 1985 steigende Tendenz. Die Ertragsdifferenzen zwischen den beiden Versuchsgruppen BE und KE waren großen Schwankungen unterworfen (1.868 ± 461 bzw. $770 - 2.368$ kg T/ha LN). Es sticht die geringe Differenz des Mengenertrages zwischen den Versuchsgruppen im Jahr

1986 nach 4 Versuchsjahren hervor, die allerdings nicht durch einen Anstieg in BE sondern durch einen sehr niedrigen Ertrag in KE bedingt ist.

Bezogen auf LN war der Ertrag an Trockenmasse bei konventioneller Bewirtschaftung (KE) um mehr als 2.000 kg/ha höher als bei biologischer Wirtschaftsweise (BE). In einer Schweizer Langzeit-Untersuchung zu den drei Anbausystemen „biologisch-dynamisch“, „organisch-biologisch“ und „konventionell“ war der Ertrag einer Kunstwiese im ersten Hauptnutzungsjahr in den beiden biologischen Verfahren gegenüber konventionell nur um 4 % geringer, im zweiten Hauptnutzungsjahr dagegen um 18 bzw. 15 % (BESSON et al., 1992; MÄDER et al., 1993). Bei anderen Kulturarten (Kartoffeln, Weizen, Kohl, Gerste) waren in den biologischen Verfahren deutlichere Ertragsrückgänge festzustellen. Im Mittel von zwei Fruchtfolgeperioden (je 7 Jahre) betrugen die Erträge von allen Kulturarten im Anbausystem „biologisch-dynamisch“ 82 % und in „organisch-biologisch“ 85 % gegenüber „konventionell“ (= 100 %, MÄDER et al., 1993). Nach diesen Autoren lag die Ursache für die geringeren Erträge im geringeren Fremdstoffeinsatz (Dünge- und Pflanzenschutzmittel), was jedoch dem Grundsatz des biologischen Landbaues entspricht. In den biologischen Anbausystemen wurde eine höhere Bodenaktivität (Mikroorganismen, Regenwürmer) festgestellt, die als ein wichtiger Indikator der Bodenfruchtbarkeit angesehen wird. Weiters schließen MÄDER et al. (1993) von der höheren Artenvielfalt in den biologischen Anbausystemen auf deren größere ökologische Stabilität.

Die absolute Höhe des Ertrages (7.240 kg T in BE, 9.330 kg T in KE) entspricht der in dieser Region bei durchschnittlicher Bewirtschaftungsintensität zu erwartenden Größenordnung. SCHECHTNER (1990) gibt aus langfristig

durchgeführten Grünlandversuchen Erträge von 8.620, 8.280 und 7.410 kg T bei Zwei-, Drei- und Vierschnittnutzung und einem Düngungsniveau von 60 kg N, 100 kg P₂O₅ und 200 kg K₂O an. In beiden Versuchsgruppen verteilt sich der Gesamtertrag auf etwa 22 % Heu, 29 % Silage und 49 % Weide. Die Erträge an Energie und Protein zeigen die analogen Differenzen wie die Trockenmasse-Erträge, da zwischen den Versuchsgruppen kaum Unterschiede in der Futterqualität auftraten (Tabellen 4–6). Zur Berechnung des Energie- und Proteinertrages wurden die Analysen zum Zeitpunkt der Ernte (Welkgut) herangezogen.

Bezogen auf RLN wurde ein Ertrag von 8.170 kg T in BE bzw. 9.880 kg T in KE ermittelt. Auf Basis LN erhöhte die höhere N-Düngung in KE (aus NAC und Gülle, Tabelle 8) den Ertrag um 11,9 kg T pro kg N, auf Basis RLN um 9,6 kg T (Düngung siehe 3.3). Unter alpenländischen Wachstumsbedingungen, ähnlich dem vorliegenden Versuch, stellten JO und SCHECHTNER (1990) eine Steigerung des Ertrages von 8 bis 16 kg T pro kg mineralischem Stickstoff fest. In einem gesamteuropäischen Forschungsprojekt über Bergweiden ermittelten CAPUTA und SCHECHTNER (1970) eine Effizienz der mineralischen N-Düngung von 15 kg T pro kg N. Schweizer Untersuchungen ergaben einen Mehrertrag von 12,9 kg T pro kg N im Mittel von 5 Jahren und 4 Versuchsstandorten (KÜNZLI, 1968). Im Durchschnitt von 7 Versuchsstandorten in Bayern stellte RIEDER (1985) eine Effizienz von 10,5 kg T pro kg mineralischem N fest. Auf einem dem Versuch sehr nahe gelegenen Standort erhöhte sich der Ertrag um 7,1 kg T pro kg mineralischem N (GRUBER et al., 1999). MÜLLER (1985) stellte fest, daß die Wirksamkeit der N-Düngung mit dem Wachstumspotential des Standortes negativ korreliert sei (8.7, 9.4, 13.2 und 22.1 kg T pro kg N auf Wiesen mit

Tabelle 3: Trockenmasse- und Nährstofftrag des Grünlandes
Table 3: Dry matter and nutrient yield of grassland

		BE	KE	S _e	P-Wert
<i>Ertrag pro LN</i>					
T-Ertrag Heu	kg/ha	1.650	2.020	91	0,000
T-Ertrag Siliergut	kg/ha	2.049	2.662	117	0,000
T-Ertrag Weide	kg/ha	3.541	4.652	204	0,000
T-Ertrag Gesamt	kg/ha	7.240	9.334	412	0,000
NEL-Ertrag Gesamt	GJ/ha	45,696	58,767	2,714	0,000
XP-Ertrag Gesamt	kg/ha	1.136	1.604	67	0,000
<i>Ertrag pro RLN</i>					
T-Ertrag Heu	kg/ha	1.863	2.134	94	0,000
T-Ertrag Siliergut	kg/ha	2.313	2.821	121	0,000
T-Ertrag Weide	kg/ha	3.997	4.927	210	0,000
T-Ertrag Gesamt	kg/ha	8.173	9.881	424	0,000
NEL-Ertrag Gesamt	GJ/ha	51,579	62,188	2,765	0,000
XP-Ertrag Gesamt	kg/ha	1.283	1.700	79	0,000

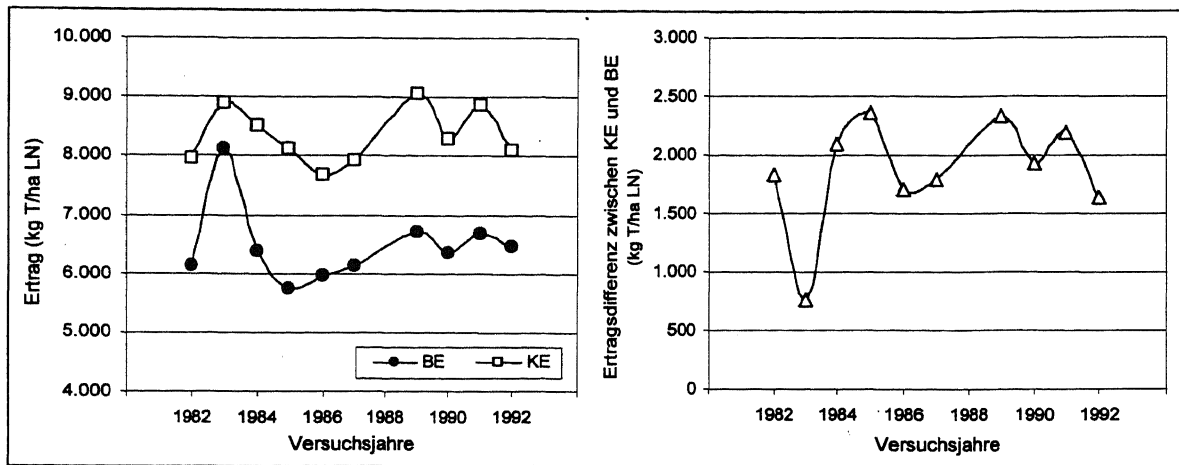


Abbildung 3: Trockenmasseertrag des Grünlandes während der Versuchsjahre

Figure 3: Dry matter yield of grassland during the experimental years

einem Ertrag von 9780, 8640, 6410 und 4400 kg T). SCHECHTNER und BUCHGRABER (1985) berichten von einer geringen Ertragssteigerung, wenn der Gülle Gesteinsmehl beigegeben wird. Kalkzugaben bewirkten eher eine leichte Ertragsminderung. Schonende Belüftung der Rindergülle führte im allgemeinen weder zu einem Ertragsanstieg noch zu Ertragsverlusten.

3.2 Nährstoffgehalt des Wiesenfutters

In den Tabellen 4 bis 6 sind die Inhaltsstoffe des in den beiden Versuchseinheiten geernteten Wiesenfutters getrennt nach Aufwüchsen angeführt. Der zeitliche Verlauf des Gehaltes an Rohprotein, Energie und Phosphor während der Versuchsjahre ist in Abbildung 4 dargestellt. Zwischen den Jahren waren in beiden Versuchseinheiten beträchtliche Schwankungen in den Inhaltsstoffen, die jedoch annähernd parallel verliefen (Abbildung 4).

Das Wiesenfutter beider Versuchseinheiten wurde zu einem sehr ähnlichen Vegetationsstadium genutzt. Es waren nur geringe Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Nähr- und Mineralstoffgehalt festzustellen. Signifikante Unterschiede traten jedoch bei Rohprotein und Calcium in allen 3 Futtergruppen (Heu, Grassilage und Weidefutter) auf. Diese sind mit dem längerfristigen Einfluß der Bewirtschaftungsform auf die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände zu erklären. In der Gruppe KE mit mineralischer N-Düngung fanden SOBOTIK et al. (3. Mitteilung) einen geringeren Anteil an Leguminosen. Im Mittel aller Versuchsjahre betrugen die Anteile der botanischen Artengruppen in Gruppe BE 49 % Grä-

ser, 38 % Kräuter und 13 % Leguminosen, in KE 52 %, 38 % und 10 % (Flächenprozent nach BRAUN-BLANQUET). Gräser weisen gegenüber Leguminosen und Kräutern einen niedrigeren Mineralstoffgehalt auf (DLG, 1973; DDR-FUTTERBEWERTUNGSSYSTEM, 1986; INRA, 1981; INRA, 1989; KIRCHGESSNER, 1997). Der Rohproteingehalt war jedoch im konventionell erzeugten Futter höher. Die N-Düngung des Wiesenfutters wirkte sich auf dessen Rohproteingehalt somit stärker aus als die leichte Verschiebung des Pflanzenbestandes in Richtung eines geringeren Leguminosenanteils. Nach den Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum (BUCHGRABER et al., 1998) entsprechen die Rohfasergehalte des Heues 1. Aufwuchs dem Erntezeitpunkt „Ende Blüte“, des Heues 2. Aufwuchs dem Erntezeitpunkt „Mitte Blüte“, der Grassilage dem Erntezeitpunkt „Beginn Blüte“ und der Weide dem Erntezeitpunkt „Ähren-/Rispschieben bis Beginn Blüte“.

GRUBER et al. (1994) untersuchten den Nähr- und Mineralstoffgehalt von Grundfuttermitteln in Österreich auf der Grundlage von umfangreichen Analysendaten des Futtermittellabors Rosenau der Nö. Landes-Landwirtschaftskammer. Im Vergleich mit diesen Daten weist das Heu in der vorliegenden Untersuchung einen ähnlichen Rohfasergehalt (30,3 vs. 31,5 % XF) auf, die Grassilage wurde in diesem Versuch zu einem früheren Schnitzeitpunkt (29,2 vs. 25,9 % XF) geerntet.

Die Wiesenfutter zeigen einen relativ hohen Gehalt an Mineralstoffen, was sowohl mit dem Pflanzenbestand als auch dem Vegetationsstadium zusammenhängt. Trotz höherer N-Düngungsintensität in Gruppe KE war im Gehalt des Futters an Kalium zwischen BE und KE kaum ein Unterschied. Kalium wurde außer durch die Wirtschafts-

dünger nicht gedüngt. Gemessen an den höheren Erträgen in KE (auf Grund der N-Düngung) war das Angebot an Kalium relativ niedriger, was die geringfügig niedrigeren Kalium-Gehalte im Futter der Versuchseinheit KE erklärt. Die Mineralstoffgehalte entsprechen in ihrer Größenord-

nung auch der zusammenfassenden Auswertung einer Schweizer Untersuchung (KESSLER, 1989).

Die Gehalte an den Mengenelementen Ca, P, Mg, Na und den Spurenelementen Mn, Zn und Cu stiegen vom 1. zum 3. Aufwuchs in beiden Versuchseinheiten deutlich an. Der

Tabelle 4: Nährstoffgehalt des Heus
Table 4: Nutrient content of hay

Inhaltsstoff Probenanzahl	1. Aufwuchs				Folgaufwüchse				
	BE 122	KE 129	s _e	P-Wert	BE 141	KE 128	s _e	P-Wert	
Nährstoffgehalt									
T	g/kg	837	834	20	0,205	805	825	90	0,068
XP	g/kg T	115	122	12	0,000	143	154	13	0,000
XL	g/kg T	21	22	3	0,176	27	27	4	0,395
XF	g/kg T	314	315	21	0,725	284	289	20	0,064
XX	g/kg T	466	455	22	0,000	435	428	22	0,004
XA	g/kg T	84	85	13	0,327	110	103	20	0,009
Energiegehalt									
ME	MJ/kg T	9,09	9,03	0,51	0,435	9,19	9,15	0,42	0,420
NEL	MJ/kg T	5,31	5,27	0,37	0,425	5,41	5,36	0,30	0,199
Mineralstoffgehalt									
Ca	g/kg T	5,5	5,4	0,8	0,237	7,2	6,8	1,1	0,003
P	g/kg T	3,1	3,1	0,4	0,881	3,9	3,6	0,3	0,000
Mg	g/kg T	2,2	2,2	0,5	0,814	3,0	2,9	0,7	0,301
K	g/kg T	19,9	20,1	3,1	0,569	24,3	22,6	3,2	0,000
Na	g/kg T	0,23	0,22	0,09	0,389	0,31	0,31	0,14	0,852
Mn	mg/kg T	76	79	19	0,210	102	95	27	0,048
Zn	mg/kg T	27	29	5	0,005	31	31	4	0,316
Cu	mg/kg T	7,7	8,0	1,7	0,108	9,8	9,9	1,5	0,483

Tabelle 5: Nährstoffgehalt des Siliergutes und der Grassilagen
Table 5: Nutrient content of wilted grass and of grass silages

Inhaltsstoff	Biologische Einheit				Konventionelle Einheit				P-Wert Gras- silage	
	Siliergut Aufwuchs	Gras- silage			Siliergut Aufwuchs	Gras- silage				
Probenanzahl	1.	2.	3.	x	1.	2.	3.	x	s _e	
	36	27	29	122	26	27	34	133		
Nährstoffgehalt										
T g/kg	323	361	322	343	307	340	295	315	68	0,008
XP g/kg T	138	145	176	152	156	156	183	169	22	0,000
XL g/kg T	28	30	31	38	29	30	32	40	7	0,057
XF g/kg T	257	259	222	259	262	260	231	259	38	0,933
XX g/kg T	479	448	414	413	454	447	396	387	49	0,001
XA g/kg T	97	117	158	137	99	107	158	145	52	0,349
Energiegehalt										
ME MJ/kg T	10,02	9,40	9,43	9,41	9,98	9,51	9,42	9,31	0,63	0,289
NEL MJ/kg T	5,99	5,55	5,62	5,58	5,94	5,62	5,60	5,50	0,46	0,233
Mineralstoffgehalt										
Ca g/kg T	7,6	10,4	10,1	8,9	6,3	9,0	8,6	8,4	1,5	0,005
P g/kg T	3,6	4,2	4,4	4,0	3,7	3,9	4,1	3,8	0,5	0,002
Mg g/kg T	2,8	3,4	4,0	3,6	2,6	3,3	3,8	3,6	0,8	0,976
K g/kg T	21,7	23,3	24,0	23,7	24,4	21,6	24,8	23,2	3,9	0,393
Na g/kg T	0,25	0,21	0,41	0,50	0,27	0,29	0,55	1,54	0,61	0,000
Mn mg/kg T	84	109	139	134	75	99	145	133	48	0,879
Zn mg/kg T	32	35	40	39	34	36	42	42	12	0,132
Cu mg/kg T	9,2	9,6	13,1	12,7	9,3	10,2	12,8	12,7	3,9	0,915

Tabelle 6: Nährstoffgehalt des Weidegrases
Table 6: Nutrient content of fresh grass (pasture)

	Biologische Einheit Aufwuchs					Konventionelle Einheit Aufwuchs					s _e	P- Wert
	1.	2.	3.	4.	x	1.	2.	3.	4.	x		
Probenanzahl	157	187	153	21	518	148	172	145	57	522		
Nährstoffgehalt												
T g/kg	166	158	152	176	159	166	162	142	161	157	29	0,247
XP g/kg T	145	170	187	199	170	161	182	204	207	187	34	0,000
XL g/kg T	32	37	36	31	35	33	36	39	34	36	5	0,001
XF g/kg T	268	254	230	193	246	266	257	238	209	247	38	0,538
XX g/kg T	474	435	432	437	446	461	434	416	424	434	36	0,000
XA g/kg T	81	104	115	140	103	78	92	103	128	96	28	0,000
Energiegehalt												
ME MJ/kg T	10,79	10,43	10,81	11,21	10,71	10,84	10,52	10,78	11,04	10,76	0,75	0,344
NEL MJ/kg T	6,54	6,27	6,57	6,93	6,49	6,56	6,31	6,51	6,77	6,50	0,57	0,759
Mineralstoffgehalt												
Ca g/kg T	7,6	10,2	10,2	10,2	9,6	6,7	9,1	8,9	9,2	8,5	1,9	0,000
P g/kg T	3,7	4,4	4,9	4,4	4,3	3,8	4,0	4,5	4,5	4,2	0,7	0,000
Mg g/kg T	2,7	3,4	3,8	3,8	3,3	2,6	3,4	3,5	3,9	3,3	0,8	0,205
K g/kg T	21,2	24,6	24,6	22,8	23,6	21,0	21,7	26,0	23,6	22,8	5,5	0,025
Na g/kg T	0,24	0,30	0,43	0,48	0,31	0,24	0,39	0,46	0,73	0,38	0,27	0,000
Mn mg/kg T	73	98	111	136	95	70	90	95	122	89	38	0,007
Zn mg/kg T	32	35	39	41	35	33	34	37	38	35	8	0,251
Cu mg/kg T	9,0	10,2	11,7	12,9	10,3	8,7	10,1	11,3	11,9	10,2	2,4	0,624

Aschegehalt besonders des 3. und 4. Aufwuchses war erhöht und weist auf eine gewisse Narbenlockerung besonders bei den Hangflächen hin. Diese Narbenlockerung führte zu stärkerer Verunreinigung des Futters mit Erde durch die mechanische Bearbeitung und Beweidung. Vermehrtes Auftreten von Maulwurfshügeln wurde während der ganzen Versuchszeit nie beobachtet und kann daher als Grund für die Verunreinigung ausgeschlossen werden. Der Na-Gehalt in der Silage der KE war durch die Na-hältigen Silierhilfsmittel erhöht. REGIUS und VARHEGYI (1980) untersuchten die Mineralstoff- und Spurenelementveränderungen in Gräsern in Abhängigkeit von der Vegetation. Bei allen Gräsern besaß der erste Aufwuchs den höchsten Aschegehalt im Blätterentwicklungsstadium, im älteren Gras und im Grummet verminderte er sich. Im 2. Aufwuchs war der Ca-Gehalt am höchsten. Der Mg-Gehalt stieg vom Frühjahr zum Herbst hin an, der P-Gehalt blieb während der Vegetation fast konstant. Die untersuchten Grasarten enthielten wenig Zn und im allgemeinen viel Mn. Der Cu-Gehalt vermindert sich parallel mit dem Altern des Grases. Die eigenen Ergebnisse bestätigen diese Aussagen nur zum Teil.

3.3 Anfall an Wirtschaftsdünger

Im Durchschnitt aller Analysen wies die Gülle einen T-Gehalt von $6,7 \pm 1,2$ % und $5,6 \pm 1,2$ % in Gruppe BE bzw. KE auf (Tabelle 7). Zur besseren Vergleichbarkeit werden die Gehalte der Gülle an Inhaltsstoffen auf einen T-Gehalt von 10 % korrigiert. Die Gülle beider Versuchsgruppen unterschied sich signifikant im Gehalt an N (4,5 vs. 5,2 g/kg), an Ca (2,1 vs. 1,9 g/kg), dem Anteil des $\text{NH}_4\text{-N}$ am Gesamt-N (32 vs. 39 %) und im pH-Wert (7,7 vs. 7,4). Die Unterschiede in den anderen Inhaltsstoffen waren geringfügig (Tabelle 7).

SCHECHTNER et al. (1991) geben für Gülle aus der Milchviehhaltung (10 % T) Gehaltswerte für N von 4,5 g/kg, für Ca von 2,1 g/kg, für P von 0,9 g/kg, für Mg von 0,9 g/kg und für K von 5,4 g/kg an, was mit den vorliegenden Ergebnissen gut übereinstimmt. In der Schweiz (FAP, RAC, FAC, 1994) wird von ähnlichen Gehaltszahlen einer Gülle aus der Rinderhaltung ausgegangen (Gehaltswerte für N von 4,5 g/kg, für Ca von 1,8 g/kg, für P von 0,7 g/kg, für Mg von 0,6 g/kg und für K von 7,5 g/kg).

Der Anfall an Gülle (10 % T) betrug 22,2 bzw. 24,9 m³ pro ha LN sowie 25,0 bzw. 26,3 m³ pro ha RLN in Gruppe BE bzw. KE. Bei diesen Werten ist zu berücksichtigen, daß die auf der Weide während der Vegetationszeit anfallenden Ausscheidungen an Kot und Harn nicht erfaßt werden

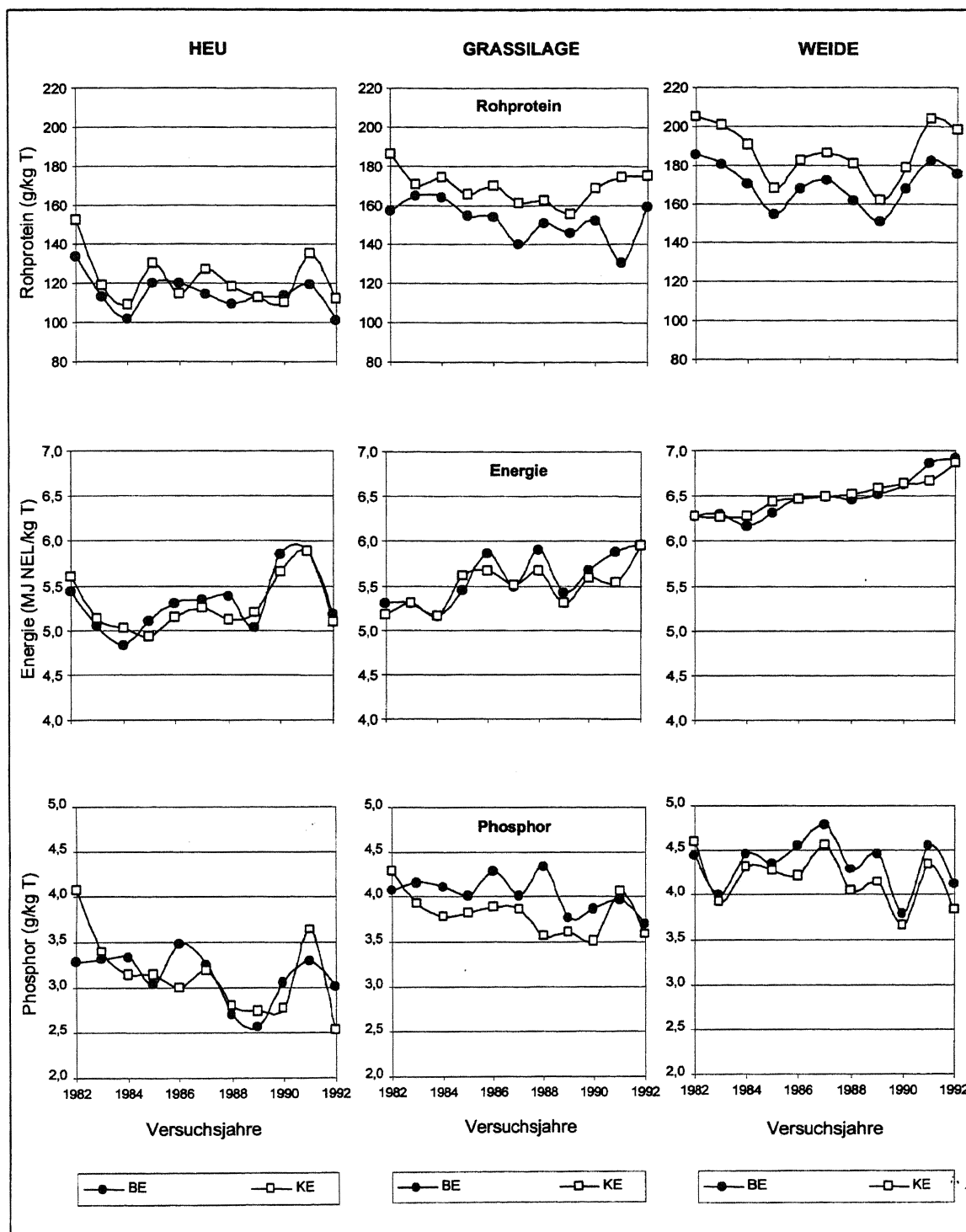


Abbildung 4: Gehalt an Rohprotein, Energie und Phosphor im Wiesenfutter während der Versuchsjahre

Figure 4: Content of crude protein, energy and phosphorus in the forages during the experimental years

konnten. Mit der Gülle wurden 100 kg N, 22 kg P und 114 kg K in Gruppe BE sowie 129 kg N, 24 kg P und 126 kg K pro ha LN in Gruppe KE ausgebracht. In Gruppe KE war durch die zusätzliche Ausbringung von mineralischem N-

Dünger (526 kg NAC/ha LN) mit insgesamt 275 kg N/ha LN und Jahr eine deutlich höhere N-Versorgung des Grünlandes gegeben. SCHECHTNER et al. (1991) geben einen Anfall an Gülle (10 % T) von 15 m³ pro GVE und

Jahr bei ausschließlicher Stallhaltung an. Daraus errechnet sich bei einer Lebendmasse von 610 kg und einem Kuhbesatz von 1,27 pro ha LN in Gruppe BE bzw. 1,60 pro ha LN in Gruppe KE ein jährlicher Gülleanfall von 23,2 bzw. 29,3 m³ pro ha LN. In der Schweiz wird von einem durchschnittlichen Gülleanfall (9 % T) von 20 m³ pro GVE und Jahr ausgegangen, das sind 18 m³ bei einem T-Gehalt von 10 %. GRUBER et al. (1999) stellten einen großen Einfluß der Nutzungsfrequenz auf den Düngieranfall pro Grundfutterfläche fest. Bei bedarfsgerechter Kraftfütterergänzung

betrug die Güllemenge 61, 45 und 32 m³ Gülle (10 % T) pro ha Grundfutterfläche bei 2, 3 und 4 Schnitten pro Jahr. Die N-Rücklieferung belief sich auf 199, 174 und 151 kg pro ha. Mit steigender Nutzungsfrequenz sinkt also der Ertrag und der Grundfutterverzehr nimmt zu. Je Hektar Grünland ist daher bei hoher Nutzungsfrequenz nur ein deutlich niedrigerer Tierbesatz möglich. Aus der Untersuchung von KIRCHGESSNER et al. (1991) geht klar hervor, daß der Proteingehalt der Ration die entscheidende Einflußgröße für die Höhe der N-Ausscheidungen ist.

Tabelle 7: Nährstoffgehalt der Gülle (umgerechnet auf 10 % T)

Table 7: Nutrient content of slurry (corrected to a DM content of 10 %)

Probenanzahl		BE 111	KE 105	s _e	P-Wert
T	%	6,68	5,63	1,01	0,000
N	g/kg	4,51	5,18	0,33	0,001
Ca	g/kg	2,08	1,86	0,13	0,004
P	g/kg	0,99	0,96	0,06	0,329
Mg	g/kg	0,81	0,88	0,13	0,231
K	g/kg	5,03	5,07	0,50	0,862
Na	g/kg	0,49	0,55	0,09	0,140
Mn	mg/kg	29	31	7	0,477
Zn	mg/kg	18	18	3	0,585
Cu	mg/kg	4,2	4,7	1	0,220
pH		7,67	7,40	0,32	0,000

Tabelle 8: Ausbringungsmengen an Düngern und Nährstoffen je Hektar (m³ bzw. kg) und JahrTable 8: Applied amounts of slurry, fertilizer and nutrients per hectare (m³ or kg) and year

Dünger / Nährstoff	BE			KE			P-Wert Gülle	P-Wert Gesamt
	Gülle	Steinm.	Gesamt	Gülle	NAC	Gesamt		
pro ha LN								
Dünger ¹⁾	22,16	466,4	-	24,90	526,1	-	0,038	-
N ²⁾	99,8	-	99,8	128,5	146,8	275,2	0,000	0,000
Ca	46,0	10,9	56,8	46,3	48,9	95,2	0,879	0,000
P	21,8	0,8	22,5	23,8	-	23,8	0,050	0,218
Mg	17,8	12,2	30,0	22,0	1,6	23,6	0,012	0,048
K	110,7	10,8	121,6	125,5	-	125,5	0,037	0,607
Na	10,9	12,6	23,5	13,8	-	13,8	0,033	0,070
Mn	0,63	0,57	1,21	0,77	-	0,77	0,077	0,008
Zn	0,39	0,08	0,47	0,46	-	0,46	0,056	0,756
Cu	0,09	0,02	0,12	0,12	-	0,12	0,023	0,979
pro ha RLN								
Dünger ¹⁾	24,95	523,7	-	26,28	554,9	-	0,303	-
N ²⁾	112,2	-	112,2	135,7	154,8	290,5	0,002	0,000
Ca	51,8	12,2	63,9	48,9	51,6	100,4	0,294	0,000
P	24,5	0,9	25,4	25,1	-	25,1	0,495	0,837
Mg	20,1	13,7	33,7	23,2	1,7	24,8	0,048	0,014
K	124,5	12,2	136,7	132,6	-	132,6	0,037	0,589
Na	12,3	14,1	26,4	14,5	-	14,5	0,102	0,043
Mn	0,71	0,64	1,36	0,81	-	0,81	0,209	0,003
Zn	0,44	0,09	0,53	0,48	-	0,48	0,199	0,258
Cu	0,10	0,03	0,13	0,12	-	0,12	0,070	0,487

¹⁾ Gülle in m³, Steinmehl und Nitramoncal (NAC) in kg pro ha

²⁾ alle Nährstoffe (N, Ca, P, ...) in kg pro ha

Der geringere Anteil $\text{NH}_4\text{-N}$ am Gesamt-N der Gülle in Gruppe BE dürfte zumindest teilweise durch die Belüftung bedingt sein. Nach NEBIKER (1974) kommt es durch die Belüftung der Gülle zu einer Abnahme des $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehaltes durch Entweichen von N in die Luft. Im selben Maße hat aber auch der Gesamtstickstoff abgenommen. Die Wirksamkeit des Wirtschaftsdünger-Stickstoffes im Grünland wird von SCHECHTNER et al. (1991) bei Gülle mit 40 % Direktwirkung beim gedüngten Aufwuchs, 10 % Nachwirkung innerhalb eines Jahres und 25 % als Summe aller Nachwirkungen angegeben.

Basierend auf langfristigen Grünlandversuchen an der Bundesanstalt Gumpenstein wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Grundfutterqualitäten auf die Nährstoffausscheidung und Rücklieferung auf die Futterfläche kalkuliert (STEINWENDER und GRUBER, 1996). Die Nutzungsintensität und damit die Energiekonzentration im Grundfutter sowie die Milchleistung haben einen deutlichen Einfluß auf den Viehbesatz und auf die Rücklieferung insbesondere dann, wenn das Kraftfutter nicht im eigenen Betrieb erzeugt wird. Dies wurde auch in Versuchen bestätigt, in denen Wiesenfutter aus unterschiedlicher Nutzungsintensität an Kühe verfüttert und deren Nährstoffausscheidung auf die Futterfläche festgestellt wurde (GRUBER et al., 1999). ERNST und HEITING (1992) fanden in Weideversuchen bei intensiver Stickstoffdüngung extrem hohe Reststickstoffmengen bis 100 cm Bodentiefe im Herbst nach Weideabtrieb.

Zusammenfassend ergab die biologische Bewirtschaftung einen um etwa 2.000 kg T pro ha geringeren Grünlandertrag. Folglich waren der Kuhbesatz und der Gülleanfall pro ha LN sowie der N-Gehalt in der Gülle ebenfalls reduziert.

Im Nährstoff- und Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters waren nur geringe Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festzustellen. Darüberhinausgehende Untersuchungen zur Beurteilung der ökologischen Situation (Bodenaktivität etc.) und Qualität (Futterakzeptanz, sensorische Produktqualität etc.) wurden nicht vorgenommen.

Abkürzungen:

BE	Biologische Einheit
Ca	Calcium (g/kg T)
Cu	Kupfer (mg/kg T)
DM	Dry matter (g/kg T)
GE	Gross energy [Bruttoenergie] (MJ/kg T)
GVE	Großvieheinheit (500 kg LM)
ha	Hektar
K	Kalium (g/kg T)
KE	Konventionelle Einheit
LM	Lebendmasse
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
ME	Umsetzbare Energie [metabolizable energy] (MJ/kg T)
Mg	Magnesium (g/kg T)
Mn	Mangan (mg/kg T)
N	Stickstoff
Na	Natrium (g/kg T)
NAC	Nitramoncal [N-Dünger 28 % N]
NEL	Nettoenergie-Laktation (MJ/kg T)
P	Phosphor (g/kg T)
RLN	Reduzierte landwirtschaftliche Nutzfläche
T	Trockenmasse
XA	Rohasche (g/kg T)
XF	Rohfaser (g/kg T)
XL	Rohfett (g/kg T)

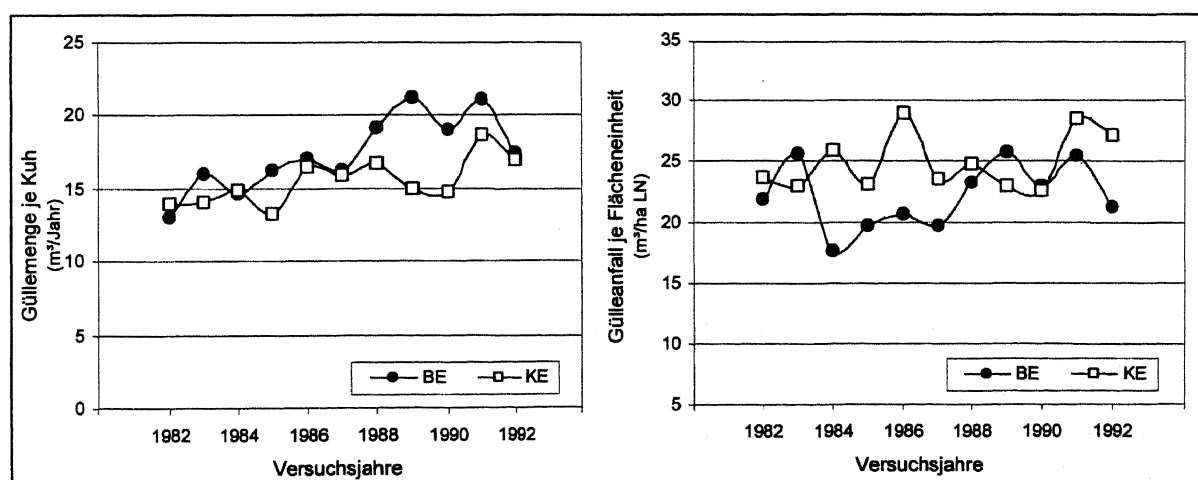


Abbildung 5: Anfall an Gülle (10 % T) pro Kuh und Flächeneinheit während der Versuchsjahre

Figure 5: Amount of slurry (10 % DM) per cow and unit area during the experimental years

XP Rohprotein (g/kg T)
 XX N-freie Extraktstoffe (g/kg T)
 Zn Zink (mg/kg T)

Literatur

- AEHNELT, E. und J. HAHN (1973): Fruchtbarkeit der Tiere – eine Möglichkeit zur biologischen Qualitätsprüfung von Futter- und Nahrungsmitteln? Tierärztliche Umschau, 28, 155–160.
- ALVA (ARBEITSGEMEINSCHAFT LANDWIRTSCHAFTLICHER VERSUCHSANSTALTEN) (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA, Wien.
- BESSON, J.-M., V. MICHEL und U. NIGGLI (1992): DOK-Versuch: vergleichende Langzeituntersuchungen in den drei Anbausystemen biologisch-dynamisch, organisch-biologisch und konventionell. II. Ertrag der Kulturen: Kunstwiesen, 1. und 2. Fruchtfolgeperiode. Schweiz. Landw. Fo., 31, 85–107.
- BFL (BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT – INSTITUT FÜR BODENWIRTSCHAFT): Anweisungen zur Durchführung der Bodenkartierung. Interner Arbeitsbehelf (ohne Seitenzahl und Jahresangabe).
- BUCHGRABER, K., R. RESCH, L. GRUBER und G. WIEDNER (1998): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der fortschrittliche Landwirt, 76 (2), Sonderbeilage 1–11.
- CAPUTA, J. und G. SCHECHTNER (1970): Wachstumsrhythmus und Stickstoffwirkung auf natürlichen Beständen der Bergweiden. Das wirtschaftseig. Futter, 16, 165–182.
- DDR-FUTTERBEWERTUNGSSYSTEM (1986): Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfes für Fütterung und Futterplanung. 5. Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- DLG (DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT) (1973): DLG-Futterwerttabellen – Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. 2. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- DLG (DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT) (1991): DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. 6. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- ERNST, P. und N. HEITING (1992): Weideleistung bei konventioneller und alternativer Weidewirtschaft. Lebendige Erde 1/1992, 14–18.
- FAP, RAC, FAC (EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFTLICHEN PFLANZENBAU RECKENHOLZ, STATION FEDERALE DE RECHERCHE AGRONOMIQUE DE CHANGINS, EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR AGRIKULTURCHEMIE UND UMWELTHYGIENE LIEBEFELD) (1994): Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Landwirtschaftliche Beratungszentrale (LBL), CH-8315 Lindau.
- FERRELL, C. I., W. N. GARRETT und N. HINMANN (1976): Growth, development and composition of the udder and gravid uterus of beef heifers during pregnancy. J. Anim. Sci., 42, 1477–1489.
- GEH (GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE – Ausschuss für Bedarfsnormen) (1986): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 3: Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag Frankfurt/Main.
- GRUBER, L., G. WIEDNER, A. VOGEL und T. GUGGENBERGER (1994): Nähr- und Mineralstoffgehalt von Grundfuttermitteln in Österreich. Auswertung und Interpretation der Grundfutteranalysen des Futtermittellabors Rosenau der Nö. Landes-Landwirtschaftskammer. Die Bodenkultur, 45, 57–73.
- 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.
- HARVEY, W. R. (1987): User's guide for LSMLMW PC-1 version. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University.
- INRA (INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE) (1981): Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA publications, Versailles.
- INRA (INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE) (1989): Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables (Ed. R. Jarrige). John Libbey Eurotext, Paris, London, Rome.
- JO, I. H. und G. SCHECHTNER (1990): Efficiency of mineral nitrogen fertilization on yield and botanical composition of grassland. I. Dry matter yield and economical mineral nitrogen application of grassland. J. Korean Grassl. Sci., 10, 102–109.
- KESSLER, J. (1989): Mineralstoffgehalt von Wiesenfutter. Zusammenfassende Ergebnisse. Landwirtschaft Schweiz, 2, 523–526.
- KIRCHGESSNER, M. (1997): Tierernährung. 10. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- KIRCHGESSNER, M., W. WINDISCH und M. KREUZER (1991): Stickstoffemission laktierender Milchkühe über

- die Gülle in Abhängigkeit von der Leistungsintensität. *Agribiol. Res.*, 44, 1–13.
- KÜNZLI, W. (1968): Pflanzenbestand und Ertrag der Fromentalwiese in Abhängigkeit von Standort und Düngung. *Arbeiten aus dem Gebiete des Futterbaues* 10. Juni 1968, 9–27.
- MATILE, Ph. (1973): *Biologie und Landwirtschaft. Tierärztliche Umschau*, 28, 102–108.
- MÄDER, P., L. PFIFFNER, Th. ALFÖLDI, U. NIGGLI, E. SPIESS und J.-M. BESSON (1993): Vergleichende Langzeituntersuchungen in drei Anbausystemen. *Ökologie und Landbau*, 21, Heft 86, 7–10.
- MEIER-PLOEGER, A. und H. VOGTMANN (1989): Ökologischer Landbau und Lebensmittelqualität. *Ökologie und Landbau*, 69, 9–15.
- MÜLLER, A. (1985): Auswirkungen langjähriger PK- und NPK-Düngung auf Pflanzenbestand und Ertrag in Abhängigkeit vom Standort. *Das wirtschaftseig. Futter*, 31, 150–164.
- NEBIKER, H. (1974): Ein Beitrag zur Bodenbiologie in der modernen Landwirtschaft und zum Umweltschutz. *Schweiz. Landw. Monatshefte*, 52, 57–87.
- REGIUS, A. und I. VARHEGYI (1980): Mineralstoff- und Spurenelementveränderungen in Gräsern während der Vegetation. *Das wirtschaftseig. Futter*, 26, 77–91.
- RIEDER, J. B. (1985): Der Einfluß steigender Düngung und steigender Nutzungshäufigkeit auf Ertrag und Qualität unterschiedlicher Grünlandbestände in Bayern. Versuchsergebnisse der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-München.
- SCHECHTNER, G. (1990): Mittel und Wege zur Extensivierung in den Bereichen Grünlandwirtschaft und Futterbau. Bericht BAL Gumpenstein über die Tagung „Grünlandwirtschaft – Intensiv ... Extensiv?“, ÖAG-Jahreshauptversammlung, 7. 11. 1990, 13–40.
- SCHECHTNER, G. und K. BUCHGRABER (1985): Veränderungen der Güllewirkung auf Grünland durch Belüftung und Verwendung von Zusatzmitteln. Bericht Bayer.-Österr. Güllekolloquium, Gumpenstein, 211–216.
- SCHECHTNER, G. und MITARBEITER (1991): Wirtschaftsdünger – Richtige Gewinnung und Anwendung. Sonderausgabe der Zeitschrift „Förderungsdienst“. BMLF, Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz.
- SCARS (STANDING COMMITTEE ON AGRICULTURE RUMINANT SUBCOMITTEE) (1990): Feeding standards for Australian Livestock Ruminants. CSIRO Publications Australia, S. 28.
- STEINKOHL, K., A. HEISSENHUBER und H. STEINHAUSER (1990): Abgrenzung, Bedeutung und Entwicklung des alternativen Landbaues. *Bayer. Landw. Jahrbuch*, 67, 513–529.
- STEINWENDER, R. und L. GRUBER (1996): Auswirkungen von Grundfutterqualitäten auf Tierbesatz, Nährstoffkreislauf und Einkommen. *Ökosoziales Forum Österreich* (Hrsg.): Erfolgsstrategien für die österreichische Landwirtschaft, Wien, 158–169.

Anschrift der Verfasser

Dr. Rudolf Steinwender, Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, Ing. Anton Schauer, Ing. Thomas Guggenberger, Josef Häusler und Dr. Monika Sobotik, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, A-8952 Irdning, Austria, e-mail: bal.gump@computerhaus.net

Eingelangt am 11. November 1999
Angenommen am 15. Februar 2000