

(Aus dem Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur, Vorstand o. Univ.-Prof. Dr. A. Haiger, Abteilung Tierernährung. Leiter: o. Univ.-Prof. Dr. F. Lettner)

Auswirkungen der mineralischen Stickstoffdüngung auf die Qualität von Grünfutter

Von G. OBERGRUBER

(Mit 5 Abbildungen)

1. Einleitung

Aufgrund der Überschußproduktion ergeben sich im agrarischen Bereich Rahmenbedingungen, die den unternehmerischen Spielraum des Landwirtes stark einengen. Lediglich auf der Seite der Produktionskosten ist Platz für unternehmerisches Handeln. Auch im Bereich des Grünfutters und dessen „Konserven“ sind diesbezüglich noch Produktionsreserven vorhanden, vor allem im Hinblick auf die Erzeugung hochwertiger Futterqualitäten.

Der Begriff „Futterqualität“ ist gerade beim Grünfutter sehr komplex, weil sich die Qualität aus einer Vielzahl von Eigenschaften ergibt (SCHECHTNER 1984). Unter Beachtung der Rentabilität der tierischen Veredlungswirtschaft kommt speziell den Eigenschaften „Energetischer Futterwert“ und „Verzehrleistung“ bzw. „Grundfutteraufnahme“ große Bedeutung zu.

Sowohl der energetische Futterwert als auch die Verzehrleistung hängen im hohen Maße von der Verdaulichkeit der organischen Substanz (VQOS) ab (MENKE und HUSS 1980, KLEIMANS und POTTHAST 1984, GRUBER 1987).

In der vorliegenden Arbeit soll der Einfluß verschieden hoher Gaben an mineralischem Stickstoff auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz und damit auf ein sehr wichtiges Qualitätskriterium von Grünfutter untersucht werden.

2. Material und Methode

Die für die vorliegende Arbeit untersuchten Grünfutterproben stammen von Versuchspartzen des Referates „Grünland“ der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft in Gumpenstein.

Das Erntegut für die durchgeführten Untersuchungen stammt aus dem Jahre 1984; geerntet wurde es von 78 Partzen des Versuches 433 (Düngungs- und Nutzungsversuch).

2.1 Versuchsanlage

Der Versuch beinhaltet drei Nutzungsvarianten:

- jährlich 3 Schnitte,
- jährlich 4 Schnitte und
- jährlich 6 Schnitte.

Die einzelnen Schnitte wurden zu folgenden Terminen vorgenommen:

Jährlich 3 Schnitte: 7. Juni
30. Juli
9. Oktober

Jährlich 4 Schnitte: 22. Mai
27. Juni
8. August
9. Oktober

Jährlich 6 Schnitte: 14. Mai
7. Juni
27. Juni
30. Juli
27. August
9. Oktober

Für jede Nutzungsvariante gibt es sechs Düngungsintensitäten:

1. PK
2. PK + 30 kg N/Nutzung
3. PK + 60 kg N/Nutzung
4. Stallmist + PK-Ergänzungsdüngung
5. Jauche + P-Ergänzungsdüngung
6. Düngungsfolge: In geraden Jahren: Stallmist + PK-Ergänzung
In ungeraden Jahren: Jauche + P-Ergänzung

Die PK-Düngung wird bei allen Düngungsvarianten so bemessen, daß insgesamt (einschließlich der Wirtschaftsdüngernährstoffe) 120 kg P_2O_5 /ha und 240 kg K_2O /ha zur Anwendung gelangen.

Die mineralische N-Düngung wird in drei Stufen angewendet, und zwar mit 0, 30 und 60 kg N/ha und Aufwuchs. Jede der drei Nutzungsvarianten erhält demnach folgende Stickstoffgaben/ha und Jahr:

- 3 Schnitte jährlich: 0 — 90 — 180 kg N/ha und Jahr,
- 4 Schnitte jährlich: 0 — 120 — 240 kg N/ha und Jahr,
- 6 Schnitte jährlich: 0 — 180 — 360 kg N/ha und Jahr.

Die Stallmist-Variante erhält jährlich 150 dt Stallmist/ha. Die PK-Ergänzung wird aufgrund der Analysenergebnisse des Stallmistes vorgenommen.

Die Jauche-Varianten erhalten grundsätzlich soviel Jauche, daß insgesamt 240 kg K_2O /ha zur Anwendung gelangen.

Für die vorliegende Veröffentlichung werden nur jene Varianten miteingeschlossen, die eine mineralische N-Düngung in den oben beschriebenen drei Stufen erhielten.

2.2 Pflanzenbestand

Es handelt sich um eine Dauerwiesenansaat aus dem Jahre 1961. Der Pflanzenbestand entwickelt sich auf den 3-Schnitt-Flächen in Richtung Geranio-Trisetum, auf den 4- und 6-Schnitt-Flächen ist eine Entwicklung in Richtung Alchemillo — Cynosuretum festzustellen.

2.3 Durchführung der Verdaulichkeitsbestimmung

Die gezogenen Grünfutterproben wurden schonend getrocknet und gemahlen; das so entstandene Grünmehl wurde nun einerseits bezüglich der Rohnährstoffgehalte untersucht und andererseits einer in-vitro-Verdaulichkeitsuntersuchung nach TILLEY und TERRY (1963) in fünffacher Wiederholung unterzogen. Diese fünf

Wiederholungen wurden deshalb gemacht, um einerseits der wechselnden Aktivität des Pansensaftes Rechnung zu tragen und andererseits ein den tatsächlichen Gegebenheiten nahe kommendes Blatt-Stengel-Verhältnis zu erfassen. Zu jeder Versuchsreihe liefen sechs Blindproben mit, um die Futterbestandteile des Pansensaftes von den eigentlichen Futterpartikeln in Abzug bringen zu können.

Mit den auf diese Weise ermittelten Werten für die Verdaulichkeit der organischen Substanz wurde mit den folgenden Regressionsgleichungen (OBERGRUBER 1988) der energetische Futterwert geschätzt:

$$y = 0,0965 x - 0,64$$

y = MJ NEL/kg TS

x = Verdaulichkeit der org. Substanz (in vitro)

$$y = 10,8898 x - 169,59$$

y = StE/kg TS

x = Verdaulichkeit der org. Substanz (in vitro).

3. Ergebnisse

Vorausgeschickt wird, daß für die folgenden Darstellungen nur die mineralischen Stickstoffdünger-Varianten herangezogen wurden.

3.1 Einfluß der mineralischen Stickstoffdüngung (in Verbindung mit verschiedenen Nutzungsvarianten) auf die botanische Zusammensetzung und die Verdaulichkeit der organischen Substanz

Tabelle 1

Einfluß von N-Düngung und Nutzungsfrequenz auf die botanische Zusammensetzung und auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz

Nutzungs- frequenz	Düngungs- intensität	Gräser %	Verdaulichkeit d. org. Subst. absolut	Diff. zu PK
3 ×	PK	31	67,7	—
	PK + 90 kg N	44	65,4	- 2,3 ¹
	PK + 180 kg N	70	59,3	- 8,4***
4 ×	PK	31	71,4	—
	PK + 120 kg N	43	69,6	- 1,8 ²
	PK + 240 kg N	56	68,2	- 3,2***
6 ×	PK	24	71,2	—
	PK + 180 kg N	51	70,5	- 0,7 n.s.
	PK + 360 kg N	63	71,2	0,0 n.s.

¹ und ²: nur beim 3. Aufwuchs signifikante Differenzen

***: hoch signifikant bei allen Aufwüchsen

n.s.: nicht signifikant bei allen Aufwüchsen

Bei allen Nutzungsvarianten kommt es bei einer Intensivierung der Stickstoffdüngung zu einem Ansteigen des Gräseranteiles. Diese Veränderung der botanischen Zusammensetzung bewirkt aber nur dann einen ungünstigen Einfluß auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz, wenn ein relativ später Schnitzeitpunkt gewählt wird bzw. eine geringe Nutzungsfrequenz unterstellt wird. Wird jedoch die Nutzungshäufigkeit erhöht, so ist nicht nur die Verdaulichkeit der organischen Substanz am höchsten, sondern es geben sich auch zwischen den einzelnen Intensitäten der Stickstoffdüngung keine signifikanten Unterschiede.

Eine Erhöhung des Gräseranteiles hat also dann **keinen** negativen Einfluß auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz, wenn gleichzeitig auch die Nutzungsfrequenz in einer entsprechenden Weise erhöht wird.

3.2 Durchschnittliche Gehalte an StE bzw. MJ NEL/kg Trockensubstanz

Die in den Tabellen 2 und 3 angeführten Werte sind die Durchschnittswerte der einzelnen Schnitte.

Tabelle 2

Durchschnittliche Gehalte an StE/kg TS bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung und Nutzungsfrequenz

Nutzungs- frequenz	Düngungsvariante	StE/kg TS	
		absolut	Diff. zu PK
3 ×	PK	528	—
	PK + 90 kg N (3 × 30)	500	— 28 ¹
	PK + 180 kg N (3 × 60)	425	— 103***
4 ×	PK	573	—
	PK + 120 kg N (4 × 30)	551	— 22 ²
	PK + 240 kg N (4 × 60)	534	— 39***
6 ×	PK	571	—
	PK + 180 kg N (6 × 30)	562	— 9 n.s.
	PK + 360 kg N (6 × 60)	570	— 1 n.s.

¹ und ²: nur beim 3. Aufwuchs signifikante Differenzen

***: hoch signifikant bei allen Aufwüchsen

n.s.: nicht signifikant bei allen Aufwüchsen

Tabelle 3

Durchschnittliche Gehalte an MJ NEL/kg TS bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung und Nutzungshäufigkeit

Nutzungs- frequenz	Düngungsvariante	MJ NEL/kg TS	
		absolut	Diff. zu PK
3 ×	PK	5,54	—
	PK + 90 kg N (3 × 30)	5,29	— 0,25 ¹
	PK + 180 kg N (3 × 60)	4,63	— 0,91***
4 ×	PK	5,94	—
	PK + 120 kg N (4 × 30)	5,74	— 0,20 ²
	PK + 240 kg N (4 × 60)	5,60	— 0,34***
6 ×	PK	5,92	—
	PK + 180 kg N (6 × 30)	5,84	— 0,08 n.s.
	PK + 360 kg N (6 × 60)	5,91	— 0,01 n.s.

¹ und ²: nur beim 3. Aufwuchs signifikante Differenzen

***: hochsignifikant bei allen Aufwüchsen

n.s.: nicht signifikant bei allen Aufwüchsen.

Bei gleichbleibender Nutzungsfrequenz kommt es bei einer Erhöhung der Stickstoffzufuhr zu einer Verringerung des Futterwertes durch die bereits im Kapitel 3.1 erwähnte Abnahme der Verdaulichkeit der organischen Substanz. Hingegen wirkt eine entsprechende Intensivierung der Nutzung dieser Verminderung des energetischen Futterwertes entgegen.

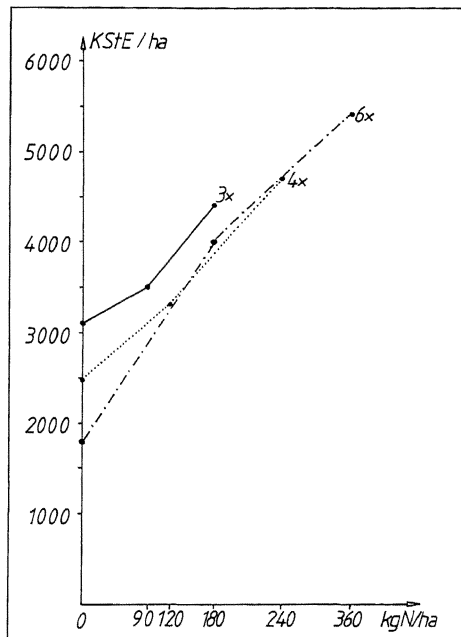


Abb. 1: Ertrag an KStE/ha bei unterschiedlicher Höhe der Stickstoffdüngung und Nutzungsfrequenz

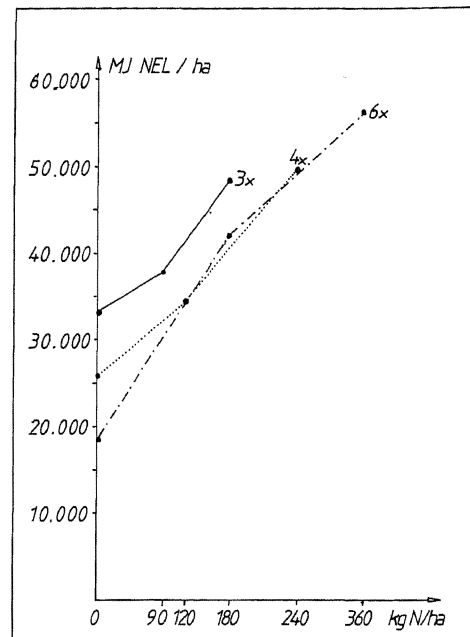


Abb. 2: Ertrag an MJ NEL/ha bei unterschiedlicher Höhe der Stickstoffdüngung und Nutzungsfrequenz

3.3 Erträge an KStE/ha bzw. MJ NEL/ha

Benutzt man die Qualitätsmaßstäbe für Grünfutter auch dazu, Maßnahmen auf dem Sektor der Grünlandbewirtschaftung zu beurteilen, so ist sicherlich der Ertrag an KStE bzw. MJ NEL je Flächeneinheit (ha) von großem Interesse.

Die diesbezüglichen Ergebnisse sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt.

Legt man das energetische Leistungsvermögen eines Bestandes auf die Flächeneinheit um, so ergibt sich — bedingt durch die ertragssteigernde Wirkung des Stickstoffs — ein ganz anderes Bild wie bei der Beurteilung der Futterqualität aufgrund der Energiedichte je kg Trockensubstanz: Trotz sinkender Energiekonzentration je kg Trockensubstanz stieg durch die höhere Stickstoffdüngung der Ertrag an KStE bzw. MJ NEL/ha kontinuierlich an.

4. Diskussion

Da in der aktuellen Agrarpolitik in Ergänzung zum Flächenstilllegungsprogramm die Förderung der Extensivierung bzw. Umstellung der Produktion von Überschussezeugnissen vorgesehen ist (POSCHACHER 1989), sollen in der Folge die Auswirkungen keiner bzw. verschieden hoher Gaben an mineralischem Stickstoff auf die Grünfutterqualität aufgezeigt werden. Vorauszuschicken ist weiters, daß in diesem Zusammenhang betriebswirtschaftliche Aspekte (Düngemittelpreise, Vorhandensein und Preis von Pachtflächen, etc.) nicht miteinbezogen werden können, die einer differenzierten einzelbetrieblichen Betrachtung unterzogen werden müssen.

Als Maßstab für die Futterqualität wird die Verdaulichkeit der organischen Substanz (VQOS) herangezogen, die einerseits in einem engen Zusammenhang

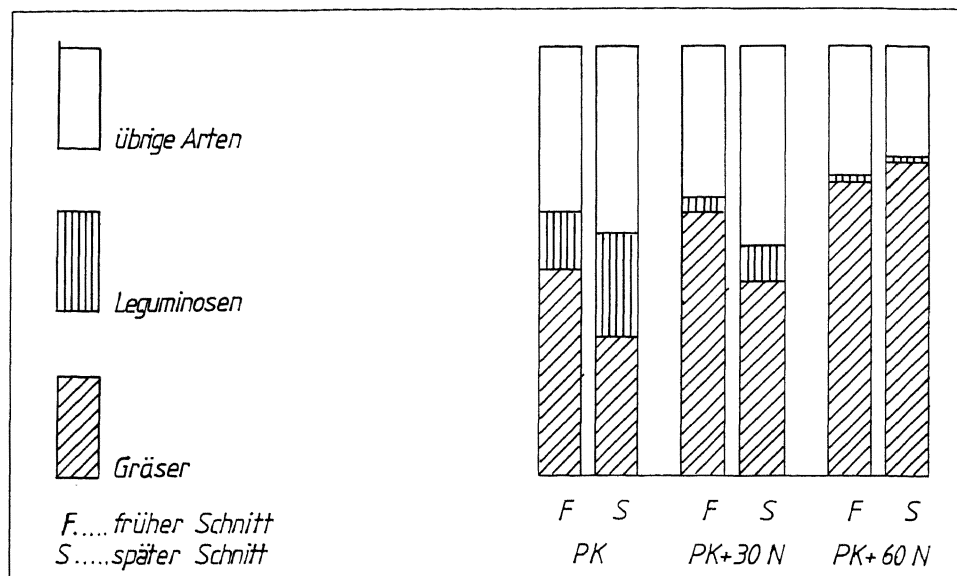


Abb. 3: Einfluß der verschieden hohen Stickstoffdüngung auf den Pflanzenbestand bei frühem und spätem Nutzungszeitpunkt (1. Schnitt, 22. 5. bzw. 7. 6.)

mit der Energiedichte steht (SCHECHTNER 1966, MENKE und HUSS 1980) und andererseits auch einen wesentlichen Einfluß auf die Höhe der Grundfuttermittelaufnahme ausübt (GRUBER 1987).

Mit sinkender Intensität der mineralischen Stickstoffdüngung geht der Grasanteil zugunsten der Leguminosen zurück. Dies gilt sowohl beim frühen Schnittzeitpunkt als auch im verstärkten Maß für einen späteren Schnitt, wie aus Abbildung 3 zu entnehmen ist.

Diese Ergebnisse stehen in guter Übereinstimmung mit KLAPP (1971), wonach es durch den Einfluß der Stickstoffdüngung zu einer Verdrängung der Leguminosen zugunsten der Gräser kommt. Bereits bei semi-intensiver Düngung (= bedarfsgerechte PK-Düngung + ca. 50 % des N-Bedarfes) kommt es im allgemeinen zu einer Verdrängung der Leguminosen, was zu einer Verringerung der Verdaulichkeit der organischen Substanz um 2 bis 4 Einheiten führt (HÜBNER 1984); bei intensiver Düngung, d. h. bei voller Ausnutzung der ertragssteigernden Wirkung der Stickstoffdüngung, ist dieser qualitätsmindernde Einfluß natürlich noch größer (SCHECHTNER 1984).

Hingegen bedingt eine Verschiebung des Pflanzenbestandes zugunsten der Leguminosen eine Abnahme der Rohfasergehalte und damit eine Erhöhung der Verdaulichkeit der organischen Substanz, was vor allem bei den extensiven Nutzungsvarianten zum Tragen kommt (siehe Tabelle 1). Dies wirkt sich natürlich auch auf die Energiedichte aus. Legt man die Energiekonzentration der einzelnen Varianten auf den Milchproduktionswert um, so ergibt sich das in der Abbildung 4 gezeigte Bild.

Die statistische Auswertung der in Abbildung 4 dargestellten Ergebnisse zeigt, daß sich bei hoher Nutzungsintensität (= früher Schnittzeitpunkt) keine signifikanten Unterschiede im Energiegehalt zwischen den einzelnen Intensitätsstufen der Stickstoffdüngung ergeben. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten auch DYCKMANS (1989) und THOMET und Ma. (1989). Bei spätem Schnitt ergeben sich nur bei der Variante PK + 60 kg N signifikante Differenzen gegenüber der PK-Variante.

Aus den vorhin erwähnten Zusammenhängen ist auch deutlich zu entnehmen, daß bezüglich der Energiedichte die Frage von Nutzungszeitpunkt und Nutzungshäufigkeit entscheidend ist (OBERGRUBER 1988, ZIMMER 1990).

Der größte Vorteil hinsichtlich der Futterqualität liegt in der höheren „Nutzungselastizität“ von extensiv bewirtschafteten Flächen; man versteht darunter einen geringeren altersbedingten Qualitätsabfall.

Dabei ergeben sich zwischen den Varianten PK und PK+30 kg N/Nutzung keine signifikanten Unterschiede; bei hohem Einsatz von mineralischen Stickstoffdüngern ergibt sich eine hoch signifikante Abnahme der Verdaulichkeit der organischen Substanz um etwa 16 Prozentpunkte, was eine tägliche Abnahme um 1 Prozentpunkt bedeutet. Beim Rückgang der Verdaulichkeit der organischen Substanz um eine Einheit errechnet sich aber eine Abnahme des energetischen Futterwertes von 0,1 MJ NEL bzw. 11 StE/kg TS (OBERGRUBER 1988).

Trotz der höheren Nutzungselastizität extensiver gedüngter Flächen ist eine frühe Nutzung zu fordern, um eine zufriedenstellende Futterqualität zu erzielen (ERNST und Ma. 1990, OBERGRUBER 1989).

Diese Forderung ist auch im Hinblick auf die Qualität von Futterkonserven zu stellen, da z. B. zu spät geerntetes Futter wegen der reduzierten Verdichtungsmöglichkeit nur schlecht für die Silagebereitung geeignet ist (ZIMMER 1988, WOLF und ELSÄSSER 1989).

Bezüglich der Erträge an KStE bzw. MJ NEL/ha ist eine Ertragsminderung durch die Zurücknahme der mineralischen Stickstoffdüngung festzustellen (siehe Abb. 2 und 3). Dabei muß aber festgehalten werden, daß der Rückgang des Nährstoffertrages nicht so stark ausfällt wie der des Trockensubstanzertrages, da mit der Verminderung der Stickstoffdüngung die Verdaulichkeit der organischen Substanz und damit die Energiedichte wieder ansteigen (OBERGRUBER 1988).

Die Forderung nach Extensivierung der Grünlandnutzung ist als Reaktion auf viele ökologische und agrarpolitische Probleme zu sehen. Eine Extensivierung kann sowohl in der Nutzungshäufigkeit als auch in der Düngungsbemessung

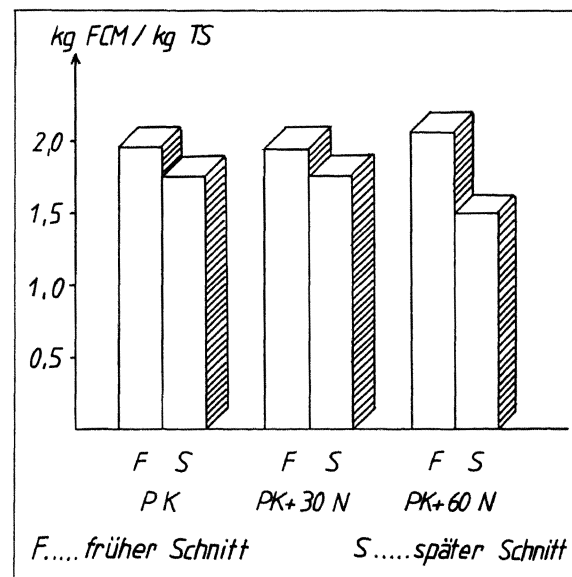


Abb. 4: Einfluß der verschiedenen hohen Stickstoffdüngung auf den Milchproduktionswert von Grünfutter bei frühem und spätem Nutzungszeitpunkt (1. Schnitt, 22. 5. bzw. 7. 6.)

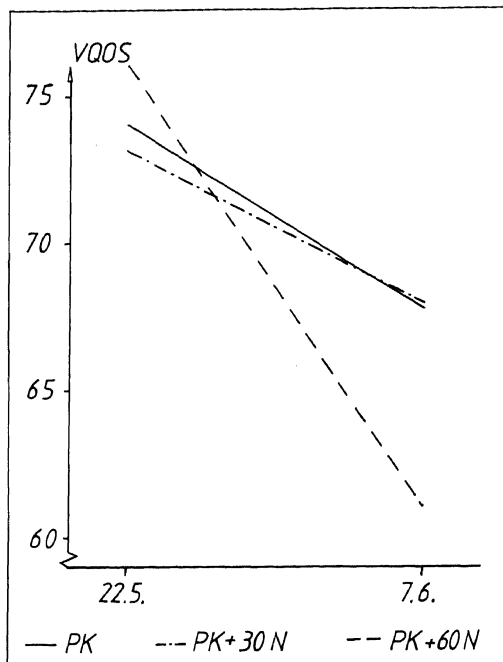


Abb. 5: Abfall der Verdaulichkeit der organischen Substanz in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt und Höhe der mineralischen Stickstoffdüngung (1. Schnitt)

erfolgen, wobei eine ausreichende PK-Versorgung selbstverständlich sein sollte. Da wir im alpinen Raum im Rahmen der Winterfuttergewinnung bereits eher extensive Nutzungsformen anwenden, besteht in der Verminderung der Stickstoffdüngung ein wirksames Mittel zur Anpassung der Betriebe. Die Stickstoffdüngung kann somit also eine Art „Puffer“ zwischen vorhandenen Flächen und Futterbedarf darstellen.

Geht man davon aus, daß eine Extensivierung der Grünlandnutzung eine Stilllegung von Flächen ausschließt und daß ein hoher Düngereinsatz betriebswirtschaftlich nicht mehr vertretbar ist, so würden Ökologie und Ökonomie in die gleiche Richtung wirken — und dies fände sicherlich breite Zustimmung.

Zusammenfassung

Anhand von 39 Grünfutterproben aus fünffacher Wiederholung werden die Auswirkungen der mineralischen Stickstoffdüngung auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz untersucht.

Im Hinblick auf die vielerorts geforderte Grünlandextensivierung soll gezeigt werden, wie eine Extensivierung der mineralischen Stickstoffdüngung die Verdaulichkeit der organischen Substanz beeinflußt.

Mit sinkender Intensität der mineralischen Stickstoffdüngung geht der Grasanteil zugunsten der Leguminosen zurück. Dies bedingt eine Abnahme der Rohfasergehalte und eine Erhöhung der Verdaulichkeit der organischen Substanz, vor allem bei den extensiveren Nutzungsvarianten. Bei hoher Nutzungsintensität ergeben sich nur geringe Unterschiede im Energiegehalt zwischen den verschiedenen Stufen der Stickstoffdüngung.

Der größte Vorteil bezüglich der Futterqualität liegt in der höheren „Nutzungs-

elastizität“ von extensiv bewirtschafteten Flächen (=geringerer altersbedingter Qualitätsabfall). Trotz der größeren Nutzungselastizität extensiv gedüngter Flächen ist zur Erzielung einer hohen Energiedichte eine frühe Nutzung zu fordern.

Die erhobenen Werte beziehen sich auf Grünfutter; Verluste durch Werbung und Konservierung sind unberücksichtigt geblieben.

Effects of Mineral Nitrogen Fertilizing on Quality of Green Forage

Summary

39 green forage samples (each sample taken in 5 replications) are made in order to examine the effects of mineral nitrogen fertilizing on the digestibility of organic matter.

In respect to the extensive grassland management desired this paper shows how extensification of nitrogen fertilizing influences the value of digestibility.

With decreasing intensity of mineral nitrogen fertilizing the amount of grass declines in favour of the leguminosae. The results are a decrease of the crude fibre-contents and an increase of the digestibility of organic matter, most clearly to be seen at extensive kinds of utilization. More frequent cutting shows only small differences between the intensities of nitrogen fertilizing as far as energy-contents are concerned.

Regarding forage quality, the biggest advantage is the higher “elasticity of utilization” of more extensively used areas (= smaller decrease of quality caused by later used grassland). In spite of the higher “elasticity of utilization” of extensive fertilized areas an early cut is necessary in order to obtain a high energy value in the fodder.

The values found refer to green forage only; losses in hay- or silage production have not been considered.

Danksagung

Dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft bzw. der Direktion der Bundesanstalt Gumpenstein sei für die Möglichkeit der Durchführung der Verdauungsversuche und für die Ermittlung der Rohrnährstoffgehalte herzlich gedankt.

Literatur

- DYCKMANS, A.: Die Leistungsfähigkeit von Weißklee — Sein Beitrag zur Ertragssteigerung von Dauergrünland-Neuansaat. 1. Mitteilung: Gesamtauswertung über alle Versuchsstandorte. *Das wirtschaftseigene Futter* 35, 29—48, 1989.
- ERNST, P. und N. HETTING: Ist Grünland auch mit weniger Stickstoff leistungsfähig? *top agrar* 3, 110—112, 1990.
- GRUBER, L.: Grundfutteraufnahme von Milchkühen. Vortrag 14. Tierzuchttagung in Gumpenstein, 125—158, 1987.
- HÜBNER, H.: Verdaulichkeit von Grünlandfutter. Zitiert nach SCHECHTNER (1984).
- KLAPP, E.: Wiesen und Weiden. 4. Auflage, Verlag P. Parey, Berlin und Hamburg 1971.
- KLEIMANS, J. und V. POTHAST: Zur „Verdrängung“ von Grundfutter durch Kraftfutter in der Milchviehfütterung. *Übersichten der Tierernährung* 12, 165—186, 1984.
- MENKE, K. H. und W. HUSS: Tierernährung und Futtermittelkunde. 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1980.
- OBERGRUBER, G.: Zur Ermittlung des energetischen Futterwertes von Grünlandfutter und dessen Beeinflussung durch Stickstoffdüngung und Nutzungshäufigkeit. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien 1988.
- OBERGRUBER, G.: Zur Ermittlung des energetischen Futterwertes von Grünlandfutter und dessen Beeinflussung durch die Aufwuchsdauer. *Die Bodenkultur* 40, 73—84, 1989.
- POSCHACHER, G.: Neue Impulse für die Agrarpolitik. *Agrarische Rundschau* 3, 56—60, 1989.
- SCHECHTNER, G.: Zur Ermittlung des Stärkewertes im Erntegut von Grünlandversuchen. Vortrag anlässlich des 20jährigen Bestehens der ARGE landwirtschaftlicher Versuchsanstalten, 310—337, Salzburg 1966.

- SCHECHTNER, G.: Richtige Grünlandbewirtschaftung im Hinblick auf hohe Milchleistungen aus dem Grundfutter. 36. Wiener Seminar über Fütterungsfragen, 33—70, Wien 1984.
- THOMET, P., R. ELMER und F. ZWEIFEL: Einfluß der Stickstoffdüngung und des Schnittregimes auf Pflanzenbestand und Ertrag von Naturwiesen höherer Lagen. Landwirtschaft Schweiz 2, 67—75, 1989.
- TILLEY, J. M. A. and R. A. TERRY: A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crop. Journal of the British Grassland Society 18, 104—111, 1963.
- WOLF, R. und M. ELSÄSSER: Extensivierung, veränderte Qualität, Futter von extensiv genutztem Grünland sinnvoll kombinieren. Agrarpraxis 4, 50—53, 1989.
- ZIMMER, E.: Auswirkungen einer veränderten Grünlandbewirtschaftung auf die Futterkonservierung. KTBL-Arbeitspapier Nr. 131, 73—85, Darmstadt 1988.
- ZIMMER, E.: Grünlandbewirtschaftung. KTBL-Arbeitspapier Nr. 140, 7—22, Darmstadt 1990.

(Manuskript eingelangt am 11. September 1990)

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Dr. Gerold OBERGRUBER, Höhere Bundeslehranstalt für alpenländische Landwirtschaft Raumberg, A-8952 Irdning, Steiermark