

Pflanzen

Bewirtschaftung beeinflusst Mineralstoffe im Gras

Ueli Wyss und Jürg Kessler, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux
Auskünfte: Ueli Wyss, e-mail: ueli.wyss@rap.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 72 14

Zusammenfassung

Wie sich verschiedene Schnitthäufigkeiten und unterschiedliche Düngermengen auf die wichtigsten Mengen- und Spurenelemente auswirken, untersuchten wir in einer Naturwiese in den Jahren 1994 bis 1999.

Die folgenden vier Varianten wurden untersucht: 5 Schnitte pro Jahr und 300 kg Stickstoff (N), 5 Schnitte pro Jahr und 150 kg N, 3 Schnitte pro Jahr und 150 kg N und 2 Schnitte pro Jahr und keine Düngung. Dabei wurde die Hälfte der N-Menge als Mineraldünger und die andere Hälfte in Form von Gülle eingesetzt. Dadurch war auch die Phosphor- und Kalium-Versorgung in den einzelnen Varianten unterschiedlich.

Bei den beiden 5-Schnitt-Varianten führte die Verdoppelung der N-Düngermenge zu tieferen Kalzium- und höheren Kaliumgehalten. Nicht oder nur leicht wurden die Phosphor-, Magnesium-, Natrium-, Zink- und Kupfer-Gehalte durch die Düngungsintensität beeinflusst.

Die Reduzierung der Schnitthäufigkeit bewirkte, dass das Futter tiefere Mengen- und Spurenelementmengen aufwies. Dies ist auf die Veränderung der botanischen Zusammensetzung und das Alter der Pflanzen zurückzuführen. Die berechneten Korrelationen bestätigen, dass mit höherem Gräseranteil, höherem Rohfasergehalt sowie älterem Futter (Entwicklungsstadium) die Gehalte der verschiedenen Mineralstoffe abnehmen.

Es gibt eine Vielzahl verschiedener Faktoren, die den Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters beeinflussen können. Dazu zählen unter anderem der Boden (Mineralstoffgehalt, chemische und physikalische Eigenschaften) und das Klima (Niederschläge, Temperatur und Belichtung). Im Weiteren beeinflussen botanische Zusammensetzung, Aufwuchs und Entwicklungsstadium den Mineralstoffgehalt. Nach Kessler und Jolidon (1998) sowie Gruber *et al.* (1995) wirkt sich auch die Düngung auf den Gehalt an Mengen- und Spurenelementen aus.

In einem Langzeit-Versuch haben wir den Einfluss von verschiedenen Schnitthäufigkeiten und unterschiedlichen Düngermengen auf den Ertrag, die bota-

Bei verminderter Schnitthäufigkeit nahm der Gräseranteil zu und die Mineralstoffe im Futter ab (Foto U. Wyss, RAP)



Tab. 1. Gehalt an Mengenelementen des Grünfutters der unterschiedlichen Varianten (Mittelwerte \bar{x} und Standardabweichung s der Jahre 1994 bis 1999, Werte gewichtet nach Ertragsanteil)

Variante	Aufwuchs	Anzahl Proben	Ca		P		Mg		K		Na	
			g/kg TS		g/kg TS		g/kg TS		g/kg TS		g/kg TS	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
5 Schnitte, 300 kg N	1	6	5,5	0,8	3,6	0,4	1,9	0,2	29,8	3,3	0,5	0,1
	2	6	7,1	1,4	3,2	0,3	2,3	0,5	25,5	2,1	0,7	0,2
	3	6	8,2	1,9	3,4	0,4	2,7	0,6	28,3	4,2	0,8	0,1
	4	6	9,5	1,5	3,8	0,4	3,4	0,5	29,3	3,2	1,1	0,2
	5	6	9,7	1,0	3,8	0,2	3,7	0,4	27,8	1,5	1,6	0,2
	30		7,5	2,1	3,5	0,4	2,6	0,8	28,3	3,4	0,8	0,4
5 Schnitte, 150 kg N	1	6	5,8	0,8	3,5	0,4	2,0	0,2	26,6	3,3	0,6	0,3
	2	6	7,9	1,6	3,1	0,5	2,3	0,4	22,2	3,5	0,8	0,2
	3	6	9,5	1,6	3,7	0,5	3,0	0,4	24,6	2,7	0,8	0,1
	4	6	10,9	1,2	4,1	0,3	3,6	0,3	25,4	1,4	1,0	0,2
	5	6	10,5	0,6	4,2	0,2	3,6	0,4	26,3	2,3	1,2	0,3
	30		8,2	2,3	3,6	0,5	2,7	0,8	25,1	3,4	0,8	0,3
3 Schnitte, 150 kg N	1	6	4,3	0,7	2,6	0,2	1,7	0,7	20,5	1,2	0,3	0,1
	2	6	5,6	1,2	2,8	0,3	1,8	0,2	17,9	2,6	0,3	0,0
	3	6	7,7	1,3	3,4	0,2	2,8	0,4	23,5	3,6	0,8	0,2
	18		5,3	1,6	2,8	0,4	2,0	0,7	20,3	3,0	0,4	0,2
2 Schnitte, 0 kg N	1	6	5,5	1,4	2,4	0,1	1,6	0,2	16,3	2,1	0,2	0,1
	2*	3	6,8	1,2	3,0	0,2	2,1	0,2	17,9	2,8	0,4	0,1
	9		5,8	1,5	2,6	0,3	1,7	0,3	16,7	2,4	0,3	0,1

* nur Jahre 1994 bis 1996

nische Zusammensetzung und den Nährwert des Futters einer Naturwiese untersucht. Dabei wurden im Grünfutter auch die wichtigsten Mengen- und Spurenelemente analysiert.

Versuchsablauf

Auf einer Naturwiese führten wir in den Jahren 1993 bis 1999 drei Schnittregime durch, kombiniert mit unterschiedlichen Düngungsstufen. Insgesamt wurden die folgenden vier Varianten verglichen:

■ 5 Schnitte pro Jahr, 300 kg N pro ha

■ 5 Schnitte pro Jahr, 150 kg N pro ha

■ 3 Schnitte pro Jahr, 150 kg N pro ha

■ 2 Schnitte pro Jahr, keine Düngung

1993 war das Anpassungsjahr. Es wurden nur etwa 60 % der geplanten Düngermengen verabreicht. Der Dünger wurde als Gülle und in Form eines Mineraldüngers (Ammonsalpeter) ausgebracht. Die Mineralstoffe wurden erst ab 1994 analysiert. Die Einzelheiten zu Versuchsanordnung und Probenahmen sind bei Wyss (2002) beschrieben. Diese Publikation enthält auch die detaillierten Angaben zur botanischen Zusammensetzung sowie zu den Rohnährstoffen.

Mineralstoffe

Kalzium (Ca)

Bei den beiden 5-Schnitt-Verfahren wies die Variante mit 300 kg N bei jedem Aufwuchs jeweils tiefere Ca-Gehalte auf als die Variante mit 150 kg N (Tab. 1). Unterschiede gab es auch zwischen den verschiedenen Aufwüchsen. Im ersten Aufwuchs wurden die tiefsten Gehalte festgestellt. Vom ersten zum fünften Aufwuchs nahmen die Gehalte in den meisten Fällen zu, wobei der höchste Anstieg zwischen dem ersten und zweiten Aufwuchs festgestellt wurde. Der Anstieg ist zum Teil auf die Veränderung der botanischen Zusammensetzung zurückzuführen. Der Gräseranteil

nahm vom zweiten bis zum fünften Aufwuchs kontinuierlich ab und der Klee- und Kräuteranteil (Löwenzahn) zu. Nach Daccord *et al.* (2001) ist der Ca-Gehalt bei Klee und Kräutern deutlich höher als bei den Gräsern. Tiefere Werte als bei den 5-Schnitt-Verfahren haben wir im Futter der Parzellen festgestellt, die nur zwei- beziehungsweise dreimal geschnitten wurden. Unsere Daten decken sich mit den Ergebnissen der Untersuchung von Kessler und Jolidon (1998), bei der mit steigender N-Düngung und abnehmender Schnitthäufigkeit der Ca-Gehalt abnahm.

Phosphor (P)

Die Phosphorgehalte der beiden ersten Aufwüchse der 5-Schnitt-

Verfahren waren unabhängig von der Düngermenge sehr ähnlich (Tab. 1). Nur beim dritten bis zum fünften Aufwuchs hatte die Variante mit 300 kg N tiefere Werte im Vergleich zur Düngungsvariante mit 150 kg N. Mit Ausnahme vom ersten zum zweiten Aufwuchs bei den 5-Schnitt-Verfahren, stiegen die P-Werte von Aufwuchs zu Aufwuchs in der Regel leicht an. Eine leichte Abnahme vom ersten zum zweiten Aufwuchs haben auch Kessler und Jolidon (1998) bei der 4-Schnitt-Variante mit 110 beziehungsweise 165 kg N festgestellt. Nach Untersuchungen von Taube *et al.* (1995) hatte die Intensivierung der N-Düngung praktisch keinen Einfluss auf den P-Gehalt

und nach Kessler und Jolidon (1998) führte die Erhöhung der N-Düngung zu einer leichten Abnahme des P-Gehaltes im Futter.

Unterschiede konnten hingegen zwischen den 5-Schnitt-Verfahren und dem 3-Schnitt beziehungsweise 2-Schnitt-Verfahren festgestellt werden. Die beiden weniger häufig geschnittenen Varianten wiesen, wie in den Untersuchungen von Kessler und Jolidon (1998), tiefere P-Gehalte auf.

Magnesium (Mg)

Ähnlich wie beim P-Gehalt sah die Situation beim Mg-Gehalt aus (Tab. 1). Die Intensität der N-Düngung hatte nur einen geringen Einfluss auf die Mg-Gehalte. Hingegen nahm der Mg-Gehalt bei einer verminderten Schnitthäufigkeit ab. Von Aufwuchs zu Aufwuchs stieg der Mg-Gehalt bei allen Verfahren an. Dies ist zum Teil auf die Veränderung der botanischen Zusammensetzung zurückzuführen. Nach Daccord *et al.* (2001) weist Löwenzahn im Vergleich mit verschiedenen Gräserarten mehr als doppelt so viel Magnesium auf.

Kalium (K)

Im Gegensatz zu den anderen Mineralstoffen wies das Futter bei den beiden 5-Schnitt-Verfahren mit 300 kg N höhere K-Gehalte auf als das Futter mit 150 kg N (Tab. 1). Dies ist dadurch erklärbar, dass die Hälfte der N-Düngermenge als Gülle ausgebracht wurde und dabei auch eine höhere K-Düngung stattfand. Gruber *et al.* (2000) sowie Kessler und Jolidon (1998) konnten keinen oder nur einen geringen Einfluss der N-Düngung auf den K-Gehalt feststellen. Die K-Gehalte waren bei den 5-Schnitt-Verfahren höher als beim 3- beziehungsweise 2-Schnitt-Verfahren. Von Aufwuchs zu Aufwuchs gab es nur geringe Unterschiede.

Tab. 2. Gehalt an Spurenelementen des Grünfutters der unterschiedlichen Varianten (Mittelwerte \bar{x} und Standardabweichung s der Jahre 1994 bis 1999, Werte gewichtet nach Ertragsanteil)

Variante	Aufwuchs	Anzahl Proben	Zn		Cu	
			mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
5 Schnitte, 300 kg N	1	6	30	3	8	1
	2	6	35	4	8	1
	3	6	36	6	8	1
	4	6	41	5	11	2
	5	6	49	3	13	4
			30	36	8	9
5 Schnitte, 150 kg N	1	6	30	2	8	1
	2	6	31	3	7	1
	3	6	40	7	9	1
	4	6	45	6	11	1
	5	6	50	4	13	3
			30	37	9	9
3 Schnitte, 150 kg N	1	6	27	2	6	1
	2	6	32	4	6	1
	3	6	45	5	11	2
			18	32	8	7
2 Schnitte, 0 kg N	1	6	26	3	5	1
	2*	3	43	1	8	1
			9	30	7	6

* nur Jahr 1994 bis 1996

Natrium (Na)

Die Na-Gehalte nahmen bei allen Verfahren vom ersten bis zum letzten Aufwuchs stark zu. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, wurden die Na-Gehalte praktisch nicht durch die N-Düngung, hingegen stark durch die Schnitthäufigkeit beeinflusst. Im Vergleich zu den Angaben in den Nährwerttabellen (RAP 1999), den Untersuchungen von Kessler und Jolidon (1998) sowie den Werten von Gruber *et al.* (2000) sind die Werte in dieser Erhebung bedeutend höher.

Zink (Zn)

Die Zn-Gehalte nahmen bei allen Varianten von Aufwuchs zu Aufwuchs stark zu (Tab. 2). Nur leichte Erhöhungen der Zn-Gehalte von Aufwuchs zu Aufwuchs fanden Gruber *et al.* (2000) bei den 2 bis 4-Schnitt-Verfahren. Bei den beiden 5-Schnitt-Verfahren wies das Futter mit 300 kg N bei einigen Aufwüchsen tiefere Zn-Gehalte auf als das Futter mit 150 kg N. Beim ersten Aufwuchs führte die Reduzierung der Schnitthäufigkeit zu geringeren Zn-Gehalten.

Kupfer (Cu)

Wie bei den Zn-Gehalten nahmen auch die Cu-Gehalte von Aufwuchs zu Aufwuchs zu (Tab. 2). Im Vergleich zur Untersuchung von Gruber *et al.* (2000) waren unsere Werte der ersten Aufwüchse tiefer, hingegen lagen die Werte der letzten Aufwüchse im ähnlichen Bereich. Die Werte bei den beiden Düngungsstufen der 5-Schnitt-Varianten waren praktisch identisch. Tiefere Werte haben wir bei der 3-Schnitt- und 2-Schnitt-Variante festgestellt.

Mineralstoffe und Rohnährstoffe

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass die Korrelationen zwischen den verschiedenen Mengen- sowie Spurenelementen mit den

Tab. 3. Korrelationen zwischen den Mineralstoffen und den Rohnährstoffen (93 Proben)

	Rohasche	Rohprotein	Rohfaser
Ca	0,33	0,58	-0,65
P	0,46	0,73	-0,74
Mg	0,49	0,72	-0,72
K	0,30	0,60	-0,58
Na	0,42	0,77	-0,69
Zn	0,66	0,69	-0,70
Cu	0,62	0,79	-0,73

Tab. 4. Korrelationen zwischen den Mineralstoffen und der botanischen Zusammensetzung sowie dem Entwicklungsstadium (93 Proben)

	Gräser	Klee	Kräuter	Entwicklungsstadium
Ca	-0,79	0,29	0,67	-0,52
P	-0,70	0,19	0,62	-0,77
Mg	-0,77	0,11	0,73	-0,59
K	-0,41	-0,05	0,43	-0,65
Na	-0,53	0,18	0,46	-0,62
Zn	-0,64	0,14	0,58	-0,50
Cu	-0,59	0,16	0,52	-0,64

Rohproteingehalten höher sind als mit den Rohaschegehalten. Mit der Rohasche zeigen die beiden Spurenelemente Zink und Kupfer die höchsten Beziehungen. Negative Korrelationen ergaben sich zwischen den verschiedenen Mengen- sowie Spurenelementen und dem Rohfasergehalt.

Mineralstoffe und botanische Zusammensetzung

Hohe negative Korrelationen konnten wir zwischen dem Gräseranteil und den Gehalten an Kalzium, Magnesium und Phosphor feststellen (Tab. 4). Auch zwischen den übrigen untersuchten Mineralstoffen und dem Gräseranteil war die Korrelation negativ. Positive Korrelationen zeigten sich mit dem Kräuteran-

teil, wobei wiederum die drei Elemente Kalzium, Phosphor und Magnesium die höchsten Werte aufwiesen. Die geringsten Zusammenhänge waren mit dem Klee vorhanden. Negative Korrelationen konnten auch zwischen dem Entwicklungsstadium (Alter der Pflanzen) und den Mineralstoffen festgestellt werden.

Einfluss Konservierung

Im Jahr 1995 wurde von jedem Schnitt Futter auf etwa 30 % angewelkt und in Laborsilos zu 1,5 Liter einsiliert. Dabei haben wir sowohl im Ausgangsmaterial als auch in den Silagen die Mengen- und Spurenelemente analysiert.

Bei allen Varianten war der Mineralstoffgehalt der Silagen höher als im Ausgangsmaterial.

Tab. 5. Einfluss der Silagebereitung auf die Mengenelemente (Datenmaterial 1995 - 15 Proben)

			Ca	P	Mg	K	Na
Grünfutter	g/kg TS	\bar{x}	7,3	3,3	2,4	24,3	0,8
		s	2,6	0,7	0,8	4,9	0,5
Silagen	g/kg TS	\bar{x}	8,1	3,7	2,8	27,7	0,9
		s	2,5	0,7	0,9	5,5	0,6
Anteil in Silage	%	\bar{x}	113	114	114	115	115
		s	13	10	7	11	14

Prozentual war die Erhöhung beim Ca, P, Mg, K und Na mit 13 bis 15 % praktisch identisch (Tab. 5). Dass wir in den Silagen höhere Mineralstoffgehalte als im Grünfutter gefunden haben, entspricht nicht den Erwartungen. Im Vergleich zum Grünfut-

ter ist nach Gruber *et al.* (1995) bedingt durch die unterschiedlichen Konservierungsverluste, besonders an Blattsubstanz, mit tieferen Mineralstoffgehalten in den Futtermischungen zu rechnen. Auch eine sich in Auswertung befindende Praxiserhebung

scheint das vorliegende Resultat nur teilweise zu bestätigen (Kessler und Kunz 2002).

Folgerungen

■ An den Veränderungen bei den Mineralstoffgehalten im Grünfutter sind verschiedene Faktoren, direkt oder indirekt, beteiligt. Beispielsweise beeinflussen die Düngungsintensität und die Schnitthäufigkeit die botanische Zusammensetzung. Mehr Gräser bedeutet in der Regel tiefere Mineralstoffgehalte (besonders Ca und Mg).

■ Die Form des Düngers (Mineraldünger oder Gülle) kann sich auch auf die Mineralstoffgehalte auswirken. So wurden die K-Gehalte im Futter zum Teil durch die unterschiedlichen Güllemengen beeinflusst.

■ Den stärksten Einfluss hatte die Erhöhung der N-Düngung auf den Ca-Gehalt.

■ Die Untersuchungen haben auch gezeigt, dass der erste Aufwuchs tiefere Gehalte an Ca, Mg, Na, Zn und Cu aufweist als die folgenden Aufwüchse.

■ Mit Ausnahme des Natriums entsprechen die analysierten Gehalte an Mengenelementen den Angaben im Grünen Buch (RAP 1999).



Nach dem Mähen haben wir von den verschiedenen Varianten Proben gezogen und anschliessend die Mengen- und Spurenelemente bestimmt (Foto U. Wyss, RAP).

Literatur

- Daccord R., Arrigo Y., Kessler J., Jeangros B., Scephovic J., Schubiger F.X. und Lehmann J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Ca, P, Mg und K. *Agrarforschung* **8** (7), 264-269.
- Gruber L., Wiedner G. und Buchgraber K., 1995. Mineralstoffe aus dem Grundfutter für das Rind. *Der fortschrittliche Landwirt* **3**, SB 1-8.
- Gruber L., Steinwider A., Guggenberger T., Schauer A., Häusler J., Steinwender R. und Steiner B., 2000. Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. Bericht 27. viehwirtschaftliche Fachtagung. BAL Gumpenstein, 6. bis 8. Juni 2000.
- Kessler J. und Jolidon V., 1998. N-Düngung und Mineralstoffgehalt von Wiesenfutter. *Agrarforschung* **5** (3), 117-120.
- Kessler J. und Kunz P., 2002. Persönliche Mitteilung.
- RAP, 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. Auflage, LmZ Zollikofen, 327 S.
- Taube F., Wulfes R. und Südekum K.H., 1995. Veränderung der Mineralstoffgehalte von Futtergräsern im Zuwachsverlauf und in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung und Aufwuchszeitraum. *Das wirtschaftseigene Futter* **41** (2), 219-237.
- Wyss U., 2002. Bewirtschaftung beeinflusst Nährwert im Gras. *Agrarforschung* **9** (7), 286-291.

RÉSUMÉ

L'intensité d'exploitation des prairies influence la teneur en minéraux de l'herbe

De 1993 à 1999, nous avons étudié l'effet de différents régimes de coupe et niveaux de fumure sur les principaux minéraux.

Les variantes d'essai étaient les suivantes: 5 coupes et 300 kg azote (N) par an; 5 coupes et 150 kg N par an; 3 coupes et 150 kg N par an; 2 coupes par an sans fumure. Les quantités de N ont été apportées pour moitié sous forme minérale et pour moitié sous forme de lisier. L'approvisionnement en phosphore et en potassium était pour cette raison variable.

Pour les variantes à 5 coupes, le doublement des apports azotés a conduit à des teneurs en calcium plus basses et à des teneurs en potassium plus élevées. En revanche, les teneurs en phosphore, magnésium, sodium, zinc et cuivre n'ont pas ou peu été influencées par l'intensité de la fumure.

La réduction de la fréquence de coupe a entraîné une baisse des teneurs en minéraux. Ce résultat s'explique par les différences de composition botanique et l'âge des plantes. Les corrélations que nous avons observées montrent que les teneurs en différents minéraux diminuent parallèlement avec l'augmentation de la proportion de graminées, l'accroissement de la teneur en cellulose brute et l'âge du fourrage (stade de développement).

SUMMARY

The intensity of grassland management influences the mineral contents of the grass

The influence of different cutting frequencies and fertilization levels on mineral contents of meadow grass was investigated from 1994 to 1999.

The following four variants were compared: 5 cuts and 300 kg nitrogen (N) per ha; 5 cuts and 150 kg N per ha; 3 cuts and 150 kg N per ha; 2 cuts and no fertilizer. Besides a commercial N-fertilizer slurry was also used. Half of the N amount came from the N-fertilizer and the rest from the slurry. Due to the slurry also phosphorus and potassium supply was different in the various treatments.

In the 5-cut-variants the double fertilizer level resulted in lower calcium-contents and higher potassium-contents. On the other hand the fertilization intensity had no or only little effects on the phosphorus, magnesium, sodium, zinc and copper-contents. The reduction of the cutting frequency produced lower mineral contents. This is due to the change in botanical composition and to the age of the plants. The calculated correlations confirm, that with a higher proportion of grasses, a higher crude fibre content as well as with older forage (stage of development) the mineral contents decrease.

Key words: intensity of grassland, fertilization, cutting frequencies, botanical composition, mineral contents