

84

**SONDERDRUCK**

aus

**28/II. SONDERHEFT**

zur Zeitschrift »Landwirtschaftliche Forschung«

zugleich Zeitschrift des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher  
Untersuchungs- und Forschungsanstalten

Herausgegeben von: H. Kick, Bonn; H.-J. Oslage, Braunschweig-Völkenrode; U. Ruge, Hamburg;  
F. Scheffer, Göttingen; E. Schlichting, Stuttgart-Hohenheim; L. Schmitt, Darmstadt; W. Wöhlbier, Stuttgart-Hohenheim

**Stand und Leistung  
agrikulturchemischer und  
agrarbiologischer Forschung  
XXV**

Vorträge  
gehalten auf der Jahrestagung des VDLUFA  
in Mainz am Rhein  
18. - 23. September 1972



J. D. SAUERLÄNDER'S VERLAG, FRANKFURT AM MAIN

# Mengen- und Spurenelemente im Grundfutter in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung der Futterflächen

(Aus dem Institut für Grünlandlehre der Technischen Universität München  
in Freising-Weihenstephan)

Von G. VOIGTLÄNDER und V. LANG \*)

## Einleitung

Der Gehalt des Grundfutters an Mengen- und Spurenelementen als Qualitätsmerkmal ist in seiner Bedeutung in den letzten Jahren hinter dem eigentlichen Nährstoffgehalt zurückgetreten. Energie, Verdaulichkeit und Futteraufnahme stehen eindeutig im Vordergrund. Dennoch ist die Kenntnis der Gehalte an anorganischen Bestandteilen unter dem Einfluß von Standort und Bewirtschaftung für die optimale Gestaltung der Gesamtration unerlässlich.

Von den Bewirtschaftungsmaßnahmen sind die *Nutzungshäufigkeit*, die *Versorgung mit Pflanzennährstoffen* und — besonders im Feldfutterbau — die Auswahl der *Pflanzenarten* die wesentlichsten Faktoren zur Beeinflussung des Gehaltes von Futterbeständen an Mengen- und Spurenelementen.

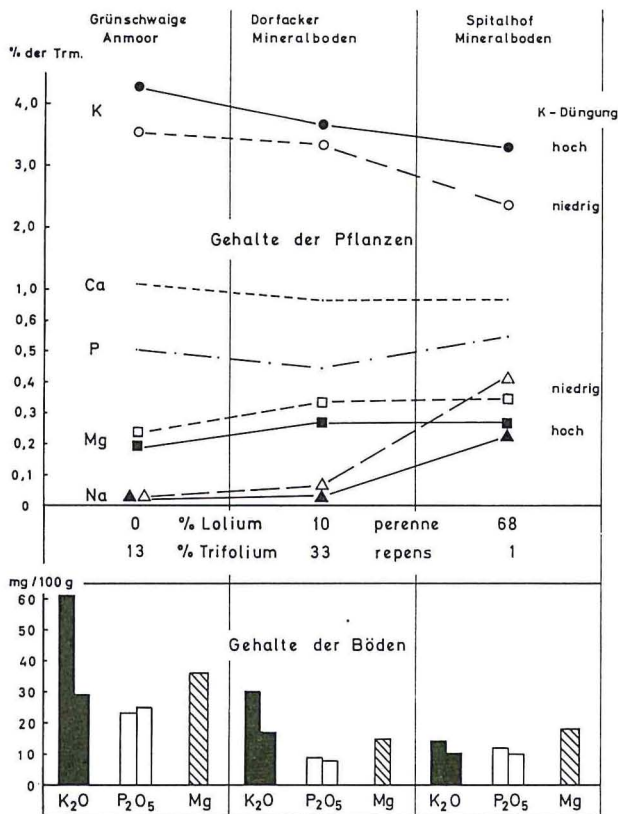


Abb. 1  
Nährstoffangebot, Pflanzenbestand und Mengenelemente im Weidefutter von drei Standorten

\*) Prof. Dr. G. VOIGTLÄNDER und Dipl.-Ing. agr. V. LANG, 8050 Freising-Weihenstephan.

## Ergebnisse

### Beispiele aus eigenen Untersuchungen

In Abbildung 1 sind die Gehalte von Mähweidefutter auf 3 Standorten mit unterschiedlicher Nährstoffversorgung der Böden, verschiedenen Anteilen von *Lolium perenne* und *Trifolium repens* in 2 Kalidüngungsstufen (50 - 60 gegen 320 - 400 kg K<sub>2</sub>O/ha) miteinander verglichen. Fallende Kaligehalte im Boden bewirken geringere Kaligehalte, aber steigende Natrium- und Magnesiumgehalte im Futter. Dabei steigen die Magnesiumgehalte im Futter trotz stark abfallender Magnesiumgehalte im Boden. Die Natriumgehalte im Futter werden erst dann erhöht, wenn das Kaliumangebot im Boden und in der Düngung zurückgeht und wenn gleichzeitig das natriumreiche *Lolium perenne* zunimmt. Die Unterschiede infolge der differenzierten Kaliumdüngung kommen deutlich im Kaliumgehalt der Pflanzensubstanz und gegensätzlich in den Magnesium- und Natriumgehalten zum Ausdruck. Die Phosphorgehalte im Futter werden von den Phosphorgehalten im Boden kaum und von der Phosphorsteigerung in der Düngung von 120 auf 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha überhaupt nicht beeinflusst. Auch die Calciumgehalte bleiben trotz stark differierender pH-Werte im Boden und trotz unterschiedlicher Anteile des calciumreichen *Trifolium repens* nahezu konstant.

In der intensiven Mähweidewirtschaft ist der Einfluß der *Stickstoffdüngung* auf die Mineralstoffgehalte von größtem Interesse. Generell ist wohl unbestritten, daß die Aufnahme von Mengen- und Spurenelementen durch die Pflanze mit steigenden Stickstoffgaben und steigenden Trm-Erträgen Schritt halten kann, wenn das Angebot an diesen Elementen aus dem Boden und/oder der Düngung für die Versorgung ausreicht. Es kann sogar zu einer Gehaltssteigerung kommen, wie die Abbildungen 2 und 3 am Beispiel der Kalium- und Magnesiumgehalte von grasreichem Mähweidefutter aus reichlich versorgtem Niedermoorboden zeigen. Das NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Ion begünstigt nach MENGEL (1) und anderen

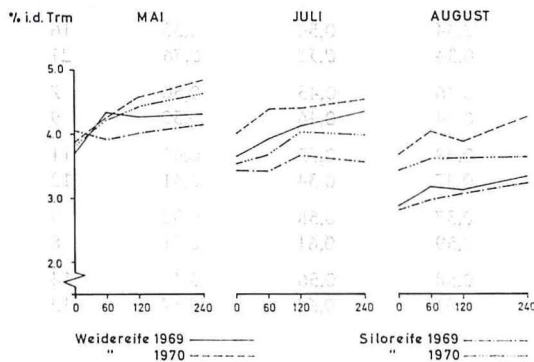


Abb. 2

N-Düngung und K-Gehalt  
im Mähweidegras

die Aufnahme von K<sup>+</sup> und Mg<sup>++</sup>, wobei nach SCHACHTSCHABEL (2) auf Böden mit guter Nitrifikation die Stickstoffform in der Düngung eine untergeordnete Rolle spielt.

Mit zunehmendem *Alter des Aufwuchses* — von der Weidereife bis zur Siloreife — nimmt der Kaliumgehalt deutlich ab, der an Magnesium kann etwa auf gleicher Höhe bleiben oder mit zunehmender Wuchsdauer, z. B. im August, noch zunehmen. Jahreszeitlich gesehen oder mit fortschreitender *Vegetationszeit* stehen sinkenden Kaliumgehalten steigende Magnesiumgehalte gegenüber.

Schließlich sind für die Abschätzung der Gehalte in der Fütterungspraxis die möglichen *Jahresunterschiede* von Bedeutung. So waren in unserem Beispiel die Kaliumgehalte 1970



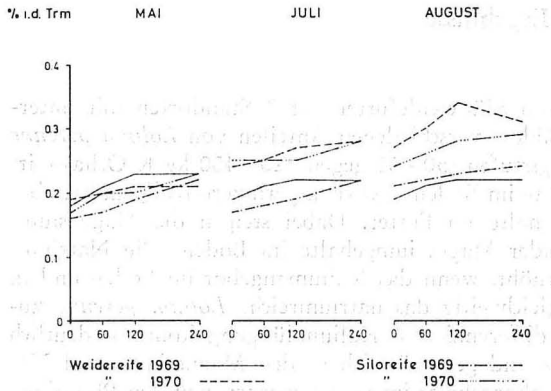


Abb. 3  
N-Düngung und Mg-Gehalt  
im Mähweidegras

wesentlich höher als 1969, ebenso die Magnesiumgehalte im Juli und August — bei gleicher Düngung auf demselben Standort sicher nur eine Folge der höheren Sommer-niederschläge 1970.

Die jahreszeitlichen Schwankungen der Gehalte können durch eine entsprechende *Verteilung der Düngergaben* ausgeglichen oder verstärkt werden. Die Möglichkeiten sind in Tabelle 1 angedeutet. Eine Verteilung von 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> je ha auf 5 Weidenutzungen

Tab. 1  
P-Gehalte im Mähweidefutter (in % d. Trm) bei einmaliger (1) und geteilter (2) P-Gabe  
D = Dorfacker, S = Spitalhof

Jahr		Nutzung					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Boden
		1.	2.	3.	4.	5.	
D 69	1	0,43	0,40	0,34	0,50	0,33	16
	2	0,39	0,39	0,34	0,52	0,36	21
D 70	1	0,49	0,44	0,46	0,45	0,50	7
	2	0,46	0,45	0,44	0,46	0,50	9
D 71	1	0,46	0,49	0,38	0,37	0,40	11
	2	0,44	0,47	0,37	0,34	0,41	12
S 70	1	0,55	0,53	0,57	0,58	0,52	9
	2	0,53	0,49	0,59	0,61	0,51	8
S 71	1	0,53	0,54	0,58	0,56	0,48	14
	2	0,51	0,53	0,61	0,61	0,54	12

bewirkte gegenüber *einer* Gabe im Frühjahr bei sehr hohen Phosphorwerten im Futter und unabhängig von den Phosphorgehalten des Bodens keine für den Futterwert entscheidende Gehaltsänderung. Lediglich in der ersten Nutzung fallen etwas höhere Gehalte bei *einer* Phosphorgabe bzw. in der 4. und 5. Nutzung in einzelnen Fällen bei *verteilter* Phosphorgabe auf. Ähnliches gilt für die Kaliumgehalte in Tabelle 2 bei hohen Kaliumwerten im Boden; hier ist keine wesentliche Wirkung der Kaliumverteilung erkennbar. Lediglich bei mäßiger Kaliumversorgung des Bodens brachte die Verteilung von 320 kg/ha auf 5 Nutzungen einen gewissen Ausgleich in den Kaliumgehalten. Dieser bewirkte erwartungsgemäß im Frühjahr etwas geringere Kalium- und dementsprechend höhere Magnesium- und Natriumgehalte. Bei hohen Kaliumgehalten des Bodens brachte die verteilte Kaliumdüngung auch in dieser Hinsicht keinen Vorteil.

Tab. 2

K-Gehalte im Mähweidefutter (in % d. Trm) bei einmaliger (1) und geteilter (2) K-Gabe  
D = Dorfacker, S = Spitalhof

Jahr		Nutzung					K <sub>2</sub> O Boden
		1.	2.	3.	4.	5.	
D 69	1	3,68	3,33	3,34	3,77	3,06	33
	2	3,57	3,43	3,24	3,91	3,28	48
D 70	1	3,97	3,95	3,86	3,73	3,86	31
	2	3,88	3,99	4,07	4,07	4,14	37
D 71	1	3,63	3,75	3,45	3,00	3,10	27
	2	3,43	3,73	3,51	3,13	3,33	30
S 70	1	3,53	3,46	3,38	3,54	2,51	11
	2	2,68	2,93	3,51	3,91	3,26	11
S 71	1	3,93	3,82	3,71	3,00	2,30	17
	2	3,18	3,78	3,71	3,77	3,38	10

Tab. 3

Trm-Ertrag und Inhaltsstoffe (% der Trm) in Abhängigkeit von der Nutzung  
Veitshof 1964 - 1966

Ertrag Stoffe	Weide		Wiese	
	NPK <sub>1</sub>	NPK <sub>2</sub>	PK	NPK
Trm (dz/ha)	115	147	78	85
Rohprotein	21,1	20,8	13,6	14,6
Rohfaser	20,7	21,1	29,5	29,6
Asche	11,5	11,8	9,23	8,74
P	0,44	0,45	0,34	0,35
K	3,50	3,94	2,35	2,15
Ca	1,02	0,80	1,12	1,04
Mg	0,24	0,20	0,34	0,37
Na	0,04	0,03	0,06	0,08

Wie gravierend der *Nutzungseinfluß* unter praktischen Bedingungen sein kann, wird in Tabelle 3 exemplifiziert. Das jüngere Weidefutter aus 6 Nutzungen pro Vegetationszeit weist bei höheren Rohprotein- und geringeren Rohfasergehalten wesentlich höhere Phosphor- und Kaliumgehalte, aber geringere an Magnesium und Calcium auf als das einer zweimal geschnittenen Wiese auf unmittelbar benachbartem Standort mit denselben natürlichen Voraussetzungen. Diesen Unterschied sollte man stets im Auge haben, wenn man in Praxis, Beratung und Wissenschaft über die Qualität des Grünlandfutters diskutiert. Der Einfluß der Düngung auf die Qualität tritt in diesem Fall weit zurück. Er macht sich allerdings sehr deutlich in den Erträgen bemerkbar. Diesen haftet insofern ein Mangel an, als höhere Wiesenerträge jahrelang durch eine zu geringe Kaliumdüngung und einen auf diese Weise verursachten extremen K-Mangel des Bodens verhindert wurden, obgleich das in den Kaliumgehalten des Wiesenfutters noch nicht in extrem niedrigen Werten zutage tritt.

Wenn die ertragssteigernde Wirkung der einzelnen Pflanzennährstoffe bei rechtzeitiger Nutzung auf der Weide voll ausgeschöpft wurde, waren mit Ausnahme von Magnesium und Natrium auch für die Tierernährung ausreichende oder gar zu hohe Gehalte erreicht.

Es hat sich nicht bewährt, die Düngung lediglich zur Anreicherung eines Elementes weiter zu steigern, zumal einer solchen Anreicherung bei den meisten Elementen enge physiologische Grenzen gezogen sind.

Abbildung 4 macht am Weidefutter eines Lolio-Cynosuretum im Donau-Isar-Hügel-land die Zusammenhänge zwischen dem physiologischen *Alter* und dem *Vegetationsabschnitt* einerseits und dem Gehalt an Mengenelementen im Weidefutter andererseits deutlich (H. L. MÜLLER et al., 3). Mit zunehmendem Alter sinken die Phosphor- und die hier nicht aufgeführten Kaliumgehalte, während die Magnesium- und Calciumgehalte im

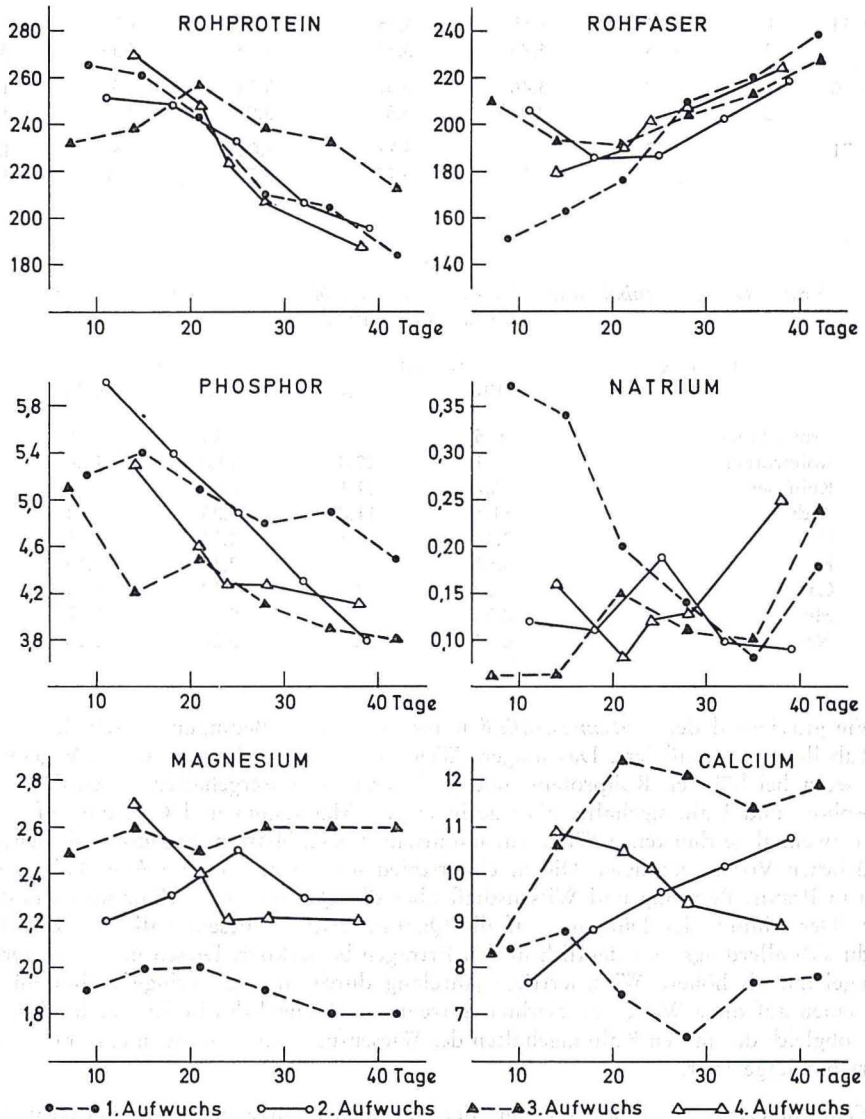


Abb. 4  
Gehalte des Weidegrases an Rohprotein, Rohfaser und Mengenelementen (in g/kg Trm.)



Mittel der Weidenutzungen etwa gleich bleiben. Im 1. Aufwuchs sind die Gehalte an Phosphor und Kalium am höchsten; sie fallen bis zum 3. signifikant ab, um im 4. wieder etwas anzusteigen. Calcium und Magnesium verhalten sich fast gesetzmäßig umgekehrt. Natrium zeigt weder vom Alter noch von der Jahreszeit reproduzierbare Abhängigkeiten.

Aus zahllosen Analysen ist seit langem bekannt, daß *Pflanzenarten* und *Artengruppen* große Unterschiede in den Gehalten an Mengen- und Spurenelementen aufweisen können. Diesen Tatbestand kann man sich nur bei Neuansaat und in geringerem Umfang durch Bestandeslenkung mit den Mitteln der umbruchlosen Verbesserung auf dem Dauergrünland zunutze machen. Im Feldfutterbau kann der Pflanzenbestand dagegen durch entsprechende Arten- und Sortenwahl bei jeder Ansaat neu reguliert und mehr als auf dem Dauergrünland zur Qualitätsverbesserung schnell und gezielt eingesetzt werden.

In Tabelle 4 sind Gehalte aus einem Weihenstephaner Versuch mit Ackerfutterpflanzen aufgezeichnet, in der ersten Zeile jeweils für 1970, in der zweiten für 1971. Im Phosphor- und Kaliumgehalt bestehen nur geringe Unterschiede. Der häufig dreifache Calciumgehalt von Leguminosen im Vergleich zu Gramineen zeigt sich auch in diesem Beispiel an den Unterschieden zwischen Einjährigem Weidelgras und Perserklee. Ebenso wird der Einfluß des Leguminosenanteils auf die Calciumgehalte in den Klee grasbeständen sichtbar, wenn auch in etwas geringerem Maße, als man auf Grund der geschätzten Bestandsanteile erwartet hätte. Fast dasselbe kann für den Magnesiumgehalt festgestellt werden, womit zugleich ein Beispiel für das gleichsinnige Verhalten dieser Elemente gegeben sei. Es ist wohl so zu erklären, daß die Aufnahme von Calcium und Magnesium (nach SCHACHTSCHABEL, 2) in ähnlicher Rate erfolgt. Dabei ist der Transport beider Elemente in der Pflanze nach MENGEL (1) mehr auf- als abwärts gerichtet. Beide sind überwiegend im Blatt lokalisiert und in der Pflanze relativ schwer beweglich. Das mag im Zusammenhang mit der stetigen Aufnahme, auch im fortgeschrittenen physiologischen Alter, dazu führen, daß die Calcium- und Magnesiumgehalte mit dem Älterwerden der Pflanze nach MENGEL (1) eher zu- als abnehmen.

Im Natriumgehalt treten die auffallend niedrigen Werte der Gräser hervor, die auch im Gemisch mit Luzerne und Rotklee nicht erhöht werden. Das stimmt mit Ergebnissen von KIRCHGESSNER und PAHL (4) überein, die für Luzerne und Rotklee 1967 ebenfalls sehr niedrige Natriumgehalte mitteilten.

Tab. 4  
Mineralstoffgehalte von Ackerfutterpflanzen (in % d. Trm)  
Weihenstephan 1970 und 1971

		P	K	Ca	Mg	Na
Einjähriges Weidelgras		0,52	4,0	0,69	0,15	0,04
		0,60	3,6	0,84	0,17	0,04
Perserklee		0,50	4,3	1,92	0,20	0,21
	% *)	0,49	3,6	2,14	0,19	0,32
W. Weidelgras	59	0,55	4,9	1,50	0,24	0,05
+ Rotklee	69	0,46	4,2	1,35	0,26	0,02
Luzerne	80	0,50	4,3	1,89	0,27	0,04
Glatthafer	80	0,46	4,0	1,75	0,19	0,02
Knautgras						
D. Weidelgras	35	0,60	4,4	1,17	0,29	0,13
Weißklee	80	0,56	3,7	1,68	0,22	0,11
Lieschgras						

\*) Leguminosenanteil

Im Gegensatz dazu wurden hohe und im Sinne der Tierernährung ausreichende Natriumgehalte im Perserklee festgestellt. Ebenso schlugen sich die bekannt hohen Natriumgehalte von Deutschem Weidelgras und Weißklee im Natriumgehalt ihres Gemisches mit Lieschgras eindeutig nieder.

Es sei noch auf die z. T. erheblichen Jahresunterschiede im Gehalt an Mengenelementen verwiesen, die zwar nicht in allen Pflanzen und Mischungen in einer Richtung liegen, aber teilweise die bekannten Antagonismen klar erkennen lassen.

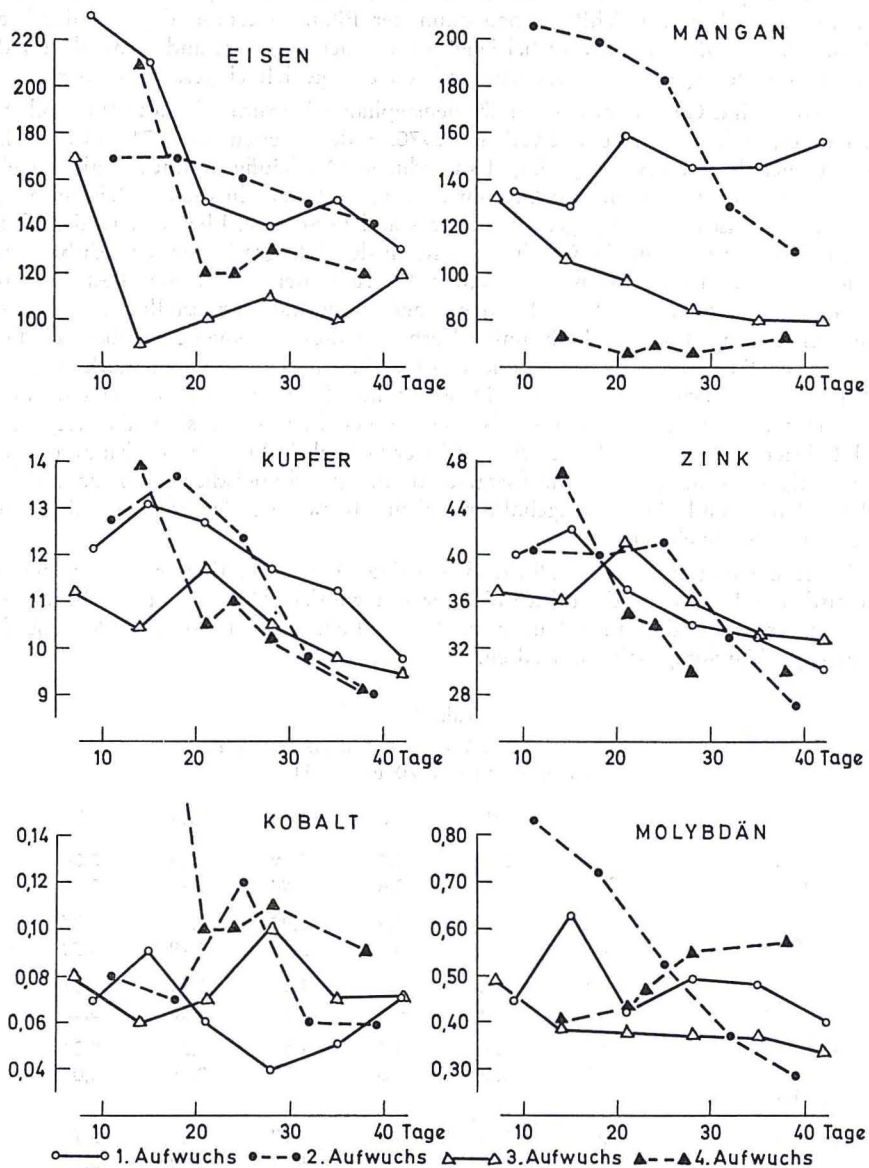


Abb. 5  
Spurenelementgehalte des Weidegrases (in mg/kg Trm.)



An den Instituten für Tierernährung und für Grünlandlehre in Weihenstephan wurden in den vergangenen 8 Jahren größere Serien von Futterpflanzen und Weidebeständen auf ihre Gehalte an Spurenelementen untersucht (KIRCHGESSNER et al., 5). Hier können nur einige Ergebnisse als Beispiele für häufig wiederkehrende Zusammenhänge herausgegriffen werden. Abbildung 5 enthält die *Spurenelementgehalte im Weidefutter*. Sie entstammen demselben Material wie die Mengenelemente in Abbildung 4. Die Kupfer-, Zink- und Eisengehalte nehmen mit zunehmendem *Alter* ab, während die Mangangehalte in diesem Fall viel stärker von Aufwuchs zu Aufwuchs voneinander abweichen und nur im 2. und 3. Aufwuchs mit zunehmendem *Alter* abnehmen. In unseren letzten Untersuchungen an Wiesenschwingel und Luzerne fanden wir aber ebenfalls eine durchgehende Abnahme des Mangangehaltes mit der Alterung. Die Co- und Molybdängehalte waren weder vom *Alter* noch von der *Nutzungszeit* reproduzierbar abhängig.

Die Spurenelemente sind nach FINCK (6) und MENGEL (1) vornehmlich im Blatt lokalisiert; z. T. werden sie dort festgelegt, worauf auch ROMNEY und TOTH (7) hinweisen. Mangan und Kupfer sind nach FINCK (6) und anderen neben Magnesium wichtig für die Photosynthese. Das Bedarfsmaximum liegt daher in der Phase der stärksten Blattbildung. Die Abnahme mit zunehmendem *Alter* wird für Kupfer und Mangan durch Arbeiten von KIRCHGESSNER (8, 9), ANKE (10) und FLEMING (11) bestätigt.

Wenn man den *Spurenelementgehalt einzelner Arten* betrachtet, ergeben sich klare Parallelen zum Weidefutter. Besonders auffallend ist in unseren hier nicht eingehender behandelten Versuchen die Abnahme der Kupfer-, Zink- und Mangangehalte in Rotklee, Luzerne und Wiesenschwingel mit dem Fortschreiten von Wachstum und Entwicklung im 1. Aufwuchs. Dabei sind die Jahresunterschiede in den Gehalten des Wiesenschwingsels wesentlich größer als die der Luzerne.

Weiter sei hervorgehoben, daß alle Faktoren, die das Redoxpotential des Bodens erhöhen, den Mangangehalt stark senken können. So fanden wir im Weidefutter auf Mineralboden doppelte bis dreifache Gehalte im Vergleich zu Niedermoorboden. Diese Gesetzmäßigkeit beeinflußt die Mangangehalte des Futters stärker als der chemisch ermittelte Mangangehalt des Bodens, der in unseren Untersuchungen mit 118 ppm weit über dem von SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL (12) angegebenen Grenzwert von  $> 70$  ppm für pH 7,0 lag.

Die *Beziehungen zwischen den Spurenelementgehalten des Bodens und denen im Futter* sind sicher noch nicht für alle Elemente, Böden und Nährstoffverhältnisse im gesamten Angebot aus Boden und Düngung geklärt. Fest steht, daß die Verfügbarkeit sehr stark vom pH-Wert des Bodens abhängt. Düngungsempfehlungen basieren daher, z. B. in Holland, auf Grenzwerten, die nach pH-Werten abgestuft sind. Dabei verhalten sich die meisten Spurenelemente etwa gleichsinnig, nur Molybdän wird mit Kalkung und zunehmenden pH-Werten besser verfügbar. Unter den Verhältnissen der Praxis wird der Ertrag wahrscheinlich seltener durch einen Mangel begrenzt als die Gehalte. Jedenfalls waren in unseren Versuchen mit Berücksichtigung der pH-Werte stets ausreichende bis hohe Gehalte im Boden vorhanden. Trotzdem traten im Futter, wenigstens vom Standpunkt der Tierernährung aus betrachtet, bis auf Molybdän und Eisen an allen Elementen zeitweilig, an Zink fast ständig Mangelsituationen auf.

Als Beispiel für die Unterschiede der *Jahresschwankungen* in den Gehalten von Luzerne und Wiesenschwingel sei in den Abbildungen 6 und 7 der Zinkgehalt angeführt. Während er in der Luzerne (Abbildung 6) in 3 Jahren mit nur geringer Streuung mit der Alterung des Futters abnimmt, zeigt er im Wiesenschwingel (Abbildung 7) von Jahr zu Jahr beträchtliche Unterschiede, aber ebenfalls stets sinkende Gehalte mit fortschreitendem *Alter*. Der Unterschied kommt sehr deutlich im Bestimmtheitsmaß von  $B = 80\%$  bzw.  $36\%$  zum Ausdruck.

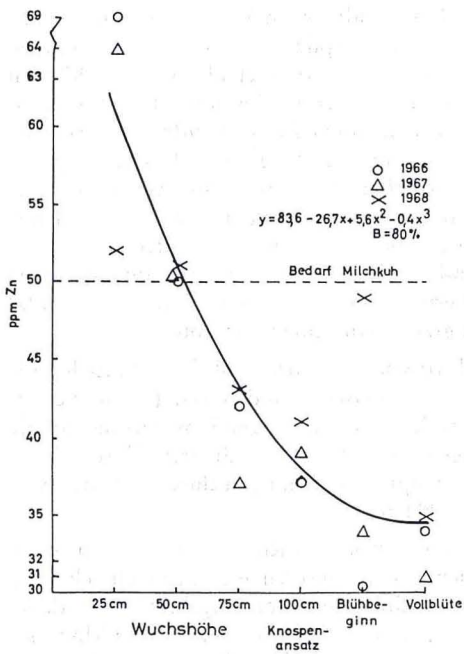


Abb. 6  
Entwicklungsstadium und Zn-Gehalt  
der Luzerne

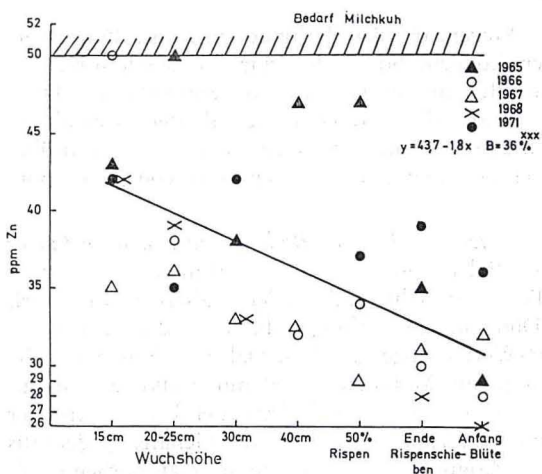


Abb. 7  
Entwicklungsstadium und  
Zn-Gehalt des Wiesenschwingels

Tabelle 5 enthält die immer wiederkehrenden *Korrelationen zwischen verschiedenen Inhaltsstoffen*. Hier sei besonders auf das gleichsinnige Verhalten von Phosphor, Kalium und Rohprotein, auf die Beziehungen zwischen Calcium und Magnesium sowie auf die der 3 Spurenelemente untereinander verwiesen. Diese Zusammenhänge lassen sich — neben vielen anderen — in allen 3 Fällen physiologisch und pflanzenbaulich erklären. So bewirken folgende Faktoren die Korrelation zwischen Phosphor und Kalium: Beide Elemente sind im Boden unter feuchten Bedingungen besser verfügbar. Düngung und Nährstoffaufnahme erfolgen etwa zum gleichen Zeitpunkt. Die Aufnahme eilt der Produktion organischer Substanz voraus. Beide Elemente sind in der Pflanze leicht beweglich.





## Schlußfolgerungen

Nach den angeführten Ergebnissen erscheint es möglich, durch gleichmäßige, auf Standort und Nutzung abgestimmte Düngung und Bewirtschaftung in bezug auf die wichtigsten Inhaltsstoffe gleichmäßiges Futter zu produzieren. Dagegen erscheint es aussichtslos, die stärker schwankenden Spurenelementgehalte durch Düngung oder Nutzungsmaßnahmen auf einen bestimmten Wert einstellen zu wollen. Soweit das Grundfutter einer Ergänzung durch Kraftfutter, Mineral- und Wirkstoffe bedarf, wird man daher die erforderliche Menge an Rohprotein, Rohfaser, Energie, Phosphor, Calcium und Magnesium gut auf die abschätzbaren Gehalte des Grundfutters abstimmen können; dagegen wird man sich wohl für die Spurenelemente auch weiterhin mit Sicherheitszuschlägen begnügen müssen.

### Schriftum

1. MENGEL, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 3. Aufl. Verlag Gustav Fischer, Stuttgart 1968
2. SCHACHTSCHABEL, P.: Das pflanzenverfügbare Magnesium des Bodens und seine Bestimmung. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd. 67 (112), 9 - 23, 1954
3. MÜLLER, H. L., G. VOIGTLÄNDER u. M. KIRCHGESSNER: Veränderungen des Gehaltes an Mengenelementen (Ca, Mg, P, Na, K) von Weidegras in Abhängigkeit von Wachstumsdauer und Vegetationsperiode. Wirtschaftseig. Futter 17, 165 - 178, 1971
4. KIRCHGESSNER, M., E. PAHL u. G. VOIGTLÄNDER: Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Mineralstoffgehalt von Rotklee (*Trifolium pratense* L.) und Luzerne (*Medicago varia* Mart.). Wirtschaftseig. Futter 13, 173 - 188, 1967
5. KIRCHGESSNER, M., H. L. MÜLLER u. G. VOIGTLÄNDER: Spurenelementgehalte (Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Mo) des Weidegrases in Abhängigkeit von Wachstumsdauer und Vegetationsperiode. Wirtschaftseig. Futter 17, 179 - 189, 1971
6. FINCK, A.: Pflanzenernährung in Stichworten. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel 1969
7. ROMNEY, E. M. u. S. J. TOH: Plant and soil studies with radioactive manganese. Soil Sci. 77, 107 - 117, 1954
8. KIRCHGESSNER, M.: Der Einfluß der botanischen Zusammensetzung, Erntezeit und -art auf den Mengen- und Spurenelementgehalt des Wiesenheues. Z. Tierernähr. Futtermittelkd. 12, 304 - 314, 1957
9. KIRCHGESSNER, M.: Der Einfluß verschiedener Wachstumsstadien auf den Makro- und Mikro-nährstoffgehalt von Wiesengras. Landwirtsch. Forsch. 10, 45 - 50, 1957
10. ANKE, M.: Der Spurenelementgehalt von Grünland- und Ackerpflanzen verschiedener Böden in Thüringen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 112, 113 - 140, 1961
11. FLEMING, G. A.: The influence of stage maturity and season on trace element level in perennial ryegrass. Agri digest 19, 25 - 32, 1970
12. SCHEFFER, F. u. P. SCHACHTSCHABEL: Lehrbuch der Bodenkunde. 7. Aufl. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1970

SONDERHEFTE ZUR „LANDWIRTSCHAFTLICHEN FORSCHUNG“

3. Sonderheft:

**Justus v. Liebig im Lichte der Forschung des 20. Jahrhunderts**

1953. 30 Seiten mit einer Kunstdrucktafel. Kartoniert DM 3,60

5. Sonderheft:

**Forschungen im Dienste der Tierernährung**

1954. 75 Seiten mit zahlreichen Tab. u. graph. Darstellungen. Kart. DM 8,—

6. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung II**

1955. 156 Seiten mit 57 Abb. und 55 Tab. Kartoniert DM 18,80

7. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung III**

1956. 161 Seiten mit 32 Abb. und 70 Tab. Kartoniert DM 19,80

8. Sonderheft:

**Pflanzenqualität — Nahrungsgrundlage**

1956. 143 Seiten mit 68 Abb. und 33 Tab. Kartoniert DM 22,20

9. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung IV**

1957. 157 Seiten mit 34 Abb. und 96 Tab. Kartoniert DM 22,20

10. Sonderheft:

**Bodenfruchtbarkeit II**

1957. IV u. 123 Seiten mit 56 Abb. u. 28 Tab. Kart. DM 19,80

11. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung V**

1958. VIII u. 127 Seiten mit 56 Abb. u. 38 Tab. Kart. DM 22,20

12. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung VI**

1959. VIII u. 152 Seiten mit 60 Abb. und 28 Tab. Kart. DM 27,—

13. Sonderheft:

**Magnesium — Boden — Pflanze**

1959. VIII u. 100 Seiten mit 43 Abb. u. 66 Tab. Kart. DM 24,80

14. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung VII**

1960. VIII u. 141 Seiten mit 51 Tab. und 55 Abb. Kart. DM 26,40

15. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung VIII**

1961. VIII u. 159 Seiten mit 62 Abb. u. 38 Tab. Kart. DM 27,50

16. Sonderheft:

**Die Spurenelementversorgung von Pflanze, Tier und Mensch**

1962. VIII u. 147 Seiten mit 37 Abb. u. 56 Tab. Kart. DM 26,20

17. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung X**

1963. VIII u. 211 Seiten mit 91 Abb. und 72 Tab. Kart. DM 30,75

18. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XI**

1964. VIII u. 208 Seiten mit 52 Abb. und 43 Tab. Kart. DM 30,25

J. D. SAUERLÄNDER'S VERLAG FRANKFURT AM MAIN



SONDERHEFTE ZUR „LANDWIRTSCHAFTLICHEN FORSCHUNG“

19. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XII**  
1965. VIII u. 252 Seiten mit 87 Abb. und 75 Tab. Kart. DM 41,80

20. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XIII**  
1966. VIII u. 152 Seiten mit 20 Abb. und 33 Tab. Kart. DM 28,80

21. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XIV**  
1967. VIII. u. 137 Seiten mit 81 Abb. und 35 Tab. Kart. DM 31,80

22. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XV**  
1968. VIII und 198 Seiten mit 91 Abb. und 44 Tab. Kart. DM 43,20

23. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XVI - XVII**  
1969. Teil I. VIII und 228 Seiten mit 81 Abb. und 81 Tab. Kart. DM 52,80  
Teil II. VIII und 191 Seiten mit 70 Abb. und 63 Tab. Kart. DM 48,80

24. Sonderheft:

**Internationales Symposium: Hundert Jahre Saatgutprüfung**  
1970. VIII und 207 Seiten mit 47 Abb. und 49 Tab. Kart. DM 50,60

25. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XVIII - XIX**  
1970. Teil I. VIII und 172 Seiten mit 78 Abb. und 56 Tab. Kart. DM 47,20  
Teil II. VIII und 178 Seiten mit 73 Abb. und 71 Tab. Kart. DM 46,60

26. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XX - XXI**  
1971. Teil I. VIII und 333 Seiten mit 158 Abb. und 96 Tab. Kart. DM 87,60  
Teil II. VI und 220 Seiten mit 87 Abb. und 64 Tab. Kart. DM 64,80

27. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XXII - XXIII**  
1972. Teil I. VI und 281 Seiten mit 95 Abb. und 136 Tab. Kart. DM 86,50  
Teil II. VI und 237 Seiten mit 102 Abb. und 107 Tab. Kart. DM 77,40

28. Sonderheft:

**Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XXIV - XXV**  
1973. Teil I. X und 390 Seiten mit 127 Abb. und 173 Tab. Kart. DM 122,—  
Teil II. VIII und 279 Seiten mit 94 Abb. und 138 Tab. Kart.

*Demnächst wird ausgeliefert:*

29. Sonderheft:

**Justus von Liebig und unsere Zeit**  
1973. 48 Seiten mit 2 Abb. Kart. DM 9,80