

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 110 (1968)

Heft: 11

Artikel: Über den Mineralstoffgehalt des schweizerischen Wiesenfutters und seine möglichen Beziehungen zur Herdensterilität

Autor: Hasler, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-593279>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Eidg. Agrikulturchemische Versuchsanstalt Liebefeld-Bern
Direktor: Dr. E. Bovay

Über den Mineralstoffgehalt des schweizerischen Wiesenfutters und seine möglichen Beziehungen zur Herdensterilität¹

Von Dr. A. Hasler

1. Mineralstoffe, Mengen- und Spurenelemente

Unter der Bezeichnung Mineralstoffe verstehen wir nach dem Stande unseres heutigen Wissens die folgenden chemischen Elemente, die als unentbehrlich (essentiell) angesehen werden: Kalzium, Phosphor, Kalium, Natrium, Schwefel, Chlor, Magnesium, Eisen, Zink, Kupfer, Mangan, Kobalt, Jod, Molybdän und Selen (Underwood 1966). In gewissem Sinne wird man dazu auch noch das Fluor zählen müssen. In dieser Reihenfolge sind die ersten sieben Elemente in relativ großen Mengen im Körper enthalten, weshalb man von ihnen gelegentlich als von «Mengenelementen» (Makroelementen) spricht, und die übrigen von Eisen bis Selen sind allgemein unter der Bezeichnung «Spurenelemente» (Mikroelemente) bekannt, weil sie in sehr kleinen Konzentrationen wirksam sind. Sie alle üben in ihrer Gesamtheit lebenswichtige Funktionen im Organismus aus, sei es, daß sie zum Teil am Körperbau selber beteiligt sind oder wichtige Aufgaben innerhalb der Zellen zu erfüllen haben oder als Katalysatoren an den verschiedenartigsten Stoffwechselvorgängen und Fermentreaktionen beteiligt sind. Sind eines oder mehrere dieser Elemente im Mangel oder aber auch in gewissem Überschuß vorhanden, so wird der Organismus in seiner Funktionstüchtigkeit gehemmt, und es kommt früher oder später zu schwerwiegenden Gesundheitsstörungen, die sich in verschiedenartigen Krankheitssymptomen äußern und vor allem die Leistungsfähigkeit der Tiere stark in Mitleidenschaft ziehen (Russell und Mitarb. 1956). Nach Groth (1967) steigert die Zucht und Fütterung auf Hochleistungen die Empfindlichkeit der Tiere gegenüber ungünstigen Umweltfaktoren. Abweichungen vom Optimum, die auf ein weniger leistungsfähiges Tier noch keinerlei sichtbare Einflüsse haben, rufen bei Hochleistungstieren schon einen Leistungsabfall hervor. Um die Gesundheit und Leistungsfähigkeit zu erhalten, ist deshalb u.a. auch eine in jeder Beziehung ausreichende Mineralstoffversorgung des Organismus unerlässlich.

¹ Nach einem Vortrag gehalten am Symposium für «Herdensterilität beim Rind» am 6. März 1968 in Bern.

2. Problematik der chemischen Analyse bei der Gehaltsbestimmung und der Festlegung von Bedarfsnormen

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die chemische Analyse ein sehr wichtiges Hilfsmittel bei der Erarbeitung von Einzelheiten und der Erforschung der Zusammenhänge darstellt und daß die bestbekannten und erprobten analytischen Methoden und physikalischen Apparaturen eingesetzt werden. Das darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß diesem Vorgehen gewisse Grenzen gesetzt sind und jede analytische Methode mit bestimmten verfahrenseigenen Fehlern behaftet ist. Es kommt deshalb nicht von ungefähr, daß schon seit Jahren auf internationaler Ebene daran gearbeitet wird, diese Methoden immer mehr zu verfeinern und in Ringanalysen ihre Leistungsfähigkeit zu überprüfen. Auch die Agrikulturchemische Versuchsanstalt Liebefeld ist an diesen Arbeiten beteiligt. Deshalb sind wir in der Lage, an einem Beispiel zu zeigen, wie die Verhältnisse in der Praxis sind. Es handelt sich hier um eine Grasmehlprobe, die von verschiedenen Instituten aus 12 Ländern analysiert wurde. In Tabelle 1 sind die Analysenergebnisse, welche den Mineralstoffgehalt betreffen, zusammengestellt. Es zeigt sich hier, daß man im allgemeinen bei chemischen Gehaltsbestimmungen im großen Durchschnitt mit einer relativen Streuung von 10% der Einzelwerte rechnen muß. Dabei läßt sich beispielsweise das Kalium mit erfreulich kleinen Schwankungen bestimmen; bei den Spurenelementen ist mit größeren Abweichungen zu rechnen. Zudem handelte es sich bei der untersuchten Grasmehlprobe um Teilmuster desselben Standardproduktes, das von einem einzigen Institut hergestellt und verschickt worden war, so daß gewisse Fehlerquellen bei der Probenahme und Aufarbeitung zum laborfertigen Untersuchungsmuster, die auch noch zu berücksichtigen wären, schon im vornherein ausgeschaltet wurden. Für die Beurteilung des Mineralstoffgehaltes des Rauhfutters müssen wir die Frage stellen, welche Mengen an einzelnen Mineralstoffen im Futter enthalten sein müssen, um den Ansprüchen der Tiere zu genügen. Diese Frage kann nur durch den Tierversuch richtig beantwortet werden. Je nach Tier-

Tabelle 1 Mineralstoffgehalt in der Trockensubstanz einer Grasmehlprobe nach den Untersuchungsergebnissen verschiedener Institute aus 12 verschiedenen Ländern.

Anzahl der beteiligten Institute	Mineralstoff	niedrigster Wert	höchster Wert	Mittelwert	Standardabweichung	Standardabweichung relativ	Anzahl ¹ Extremwerte
29	Na %	0,14	0,24	0,19	± 0,024	± 12,6	0
27	K %	2,93	3,29	3,12	± 0,097	± 3,1	2
31	Ca %	0,45	0,64	0,57	± 0,040	± 7,0	1
29	Mg %	0,12	0,22	0,17	± 0,020	± 11,8	3
22	Cu ppm	6,1	9,7	8,0	± 1,07	± 13,4	3
25	Mn ppm	145,0	243,0	194,0	± 23,1	± 11,9	1
20	Co ppm	0,11	0,39	0,23	± 0,07	± 30,4	1

¹ Für die Berechnung des Mittelwertes nicht berücksichtigt.

Tabelle 2 Mittlerer Mineralstoffgehalt in der Trockensubstanz von Weidefutter aus Schottland und den Niederlanden (nach Butler bzw. Kemp und 't Hart).

Autoren	Mg %	K %	Ca %	Na %	P %	$\frac{K}{Ca+Mg}$ millival in 100 g Ts.
<i>Normale Weiden:</i>						
Butler (1963)	0,165	3,02	0,693	0,193	0,481	1,62
Kemp und 't Hart (1957)	0,190	3,03	0,640	0,250	0,410	1,67
<i>Tetanie-Weiden:</i>						
Butler (1963)	0,145	3,39	0,634	0,121	0,475	2,03
Kemp und 't Hart (1957)	0,170	3,67	0,520	0,160	0,480	2,37

art, Alter und Leistung sind die Ansprüche des betreffenden Organismus auch für die Mineralstoffversorgung sehr verschieden (Einzelheiten siehe z.B. Underwood 1962, 1966, ferner: *Agricultural Research Council*, 1965). Die Verwertbarkeit der einzelnen Mineralstoffe hängt jedoch nicht nur von der Konstitution des Tieres ab. Chemische und strukturelle Eigenschaften des Futters selbst sind ebenso entscheidend für die Ausnutzung der Mineralstoffe wie auch deren Absolutgehalt und Mengenverhältnisse. Dabei vermögen bestimmte Elemente und organische Stoffe oder Stoffgruppen die Verwertung der einzelnen Mineralstoffe synergistisch oder antagonistisch zu beeinflussen (Crasemann 1952). Die Vielgestaltigkeit des ganzen Problems sei an einem Beispiel dargelegt.

In vielen Weidegebieten des Auslandes treten bei Tieren Störungen auf, die unter dem Namen Hypomagnesämie – eine Magnesiummangelkrankheit mit schweren Tetanien – bekannt sind. Obwohl Hypomagnesämie eindeutig mit einer ungenügenden Magnesiumernährung im Zusammenhang steht, ist jedoch nicht nur das Magnesium allein für das Auftreten der Krankheit verantwortlich zu machen. Vielmehr stehen noch eine Reihe anderer Faktoren im Spiel. Kemp und Mitarb. (1957) fanden zwischen dem Auftreten von Hypomagnesämie und dem K:Ca-Verhältnis eine positive Abhängigkeit. Noch ausgeprägter kommt diese Korrelation nach Butler (1963) im Quotienten $K:(Ca+Mg)$ zum Ausdruck, wobei mit einer genügenden Magnesiumzufuhr gerechnet werden darf, wenn der Quotient niedrig ist (Tabelle 2). Außerdem steigt der Minimalbedarf an Magnesium nach Maynard und Mitarb. (1962) bei hohem Phosphor- und Kalziumgehalt in der Futterration.

Nach Kemp und Mitarb. (1961) spielt ferner der Eiweißgehalt des Futters für die Resorbierbarkeit des Magnesiums eine Rolle. Mit abnehmendem Roheiweißgehalt, was vor allem bei älterem Futter zutrifft, wird das Magnesium vom Tier besser aufgenommen. Zwischen dem Roheiweiß- sowie dem Kalium- und Magnesiumgehalt des Futters einerseits und dem Magnesiumspiegel des Blutes anderseits besteht eine deutliche Wechselbeziehung. Liegt der Magnesiumgehalt des Futters jedoch über 0,25%, dann ist auch bei Kaliumgehalten von über 3% und Roheiweißgehalten von mehr als 18–20% keine Schädigung der Tiere zu befürchten (Kemp 1960). Nach Naumann (1962) kann ein Futter auch dann Tetanien verursachen, wenn einem hohen Kaliumgehalt geringe Mengen an Kalzium, Magnesium, Natrium sowie Mangan und Kupfer gegenüberstehen. Neuere Untersuchungen von Wind und Mitarb. (1966) lassen vermuten, daß auch höhere ungesättigte Fettsäuren im Futter die Verwertung von Magnesium (wie auch von Kalzium) beeinträchtigen.

Tabelle 3 Anforderungen an den Mineralstoffgehalt des Futters von Alpweiden bei alleiniger Aufnahme von Weidegras zur Bedarfsdeckung (nach Schürrch 1967).

	Futterverzehr:	Milchtier				Aufzuchtrind			
		trocken	10 kg Milch	20 kg Milch	300 kg 1jährig	400 kg 1,5jährig	500 kg 2jährig		
<i>Frischsustanz (Ts. 18%)</i>									
Frischsustanz	kg/kg	45	55	65	80	35	45	55	
Trockensubstanz	kg/kg	8	10	12	14	6	8	10	
<i>In der Trockensustanz:</i>									
Ca	%	0,20	0,16	0,38	0,50	0,25	0,20	0,16	
P	%	0,20	0,16	0,32	0,40	0,23	0,19	0,15	
Na	%	0,10	0,08	0,12	0,14	0,11	0,07	0,08	
Co	ppm	—	—	0,04 bis 0,06	—	—	0,06	—	
Mn	ppm	—	—	20	—	—	60 bis 70	—	

Tabelle 4 Durchschnittlicher Futterverzehr und Mineralstoffaufnahme je Kuh und Tag (Versuch über den Futterverzehr der Gutsverwaltung und landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Liebefeld 1964).

	Futterverzehr Ts. in kg	Mineralstoffaufnahme			
		P	Ca	Mg	K
Kuh mit dem niedrigsten Futterverzehr:	12,04	41,2 g	162,0 g	38,0 g	345,3 g
Kuh mit dem höchsten Futterverzehr:	16,60	57,0 g	225,2 g	52,5 g	478,4 g
Die aufgenommenen Mineralstoffmengen entsprechen einem mittleren Gehalt der Futtetrockensubstanz von		0,34 %	1,36 %	0,31 %	2,86 %
					0,08 %

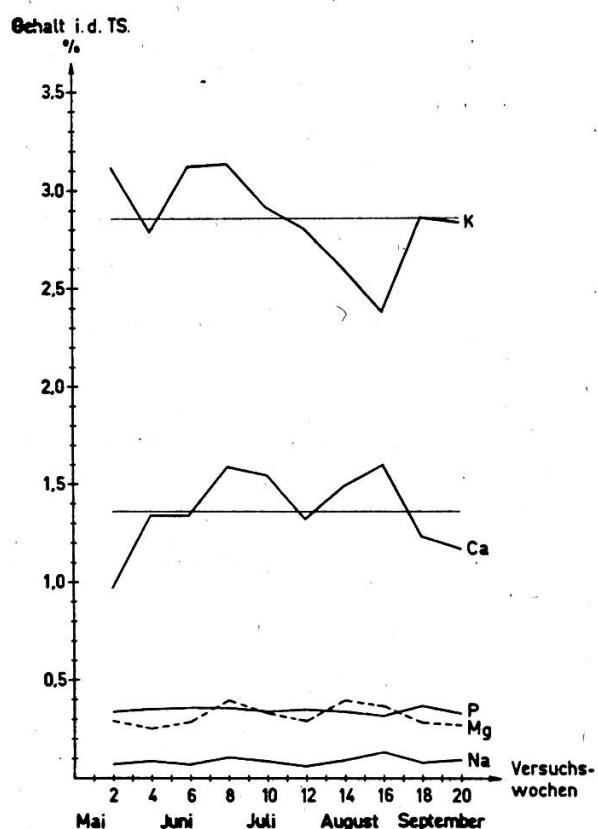


Abb. 1 Mineralstoffgehalt von verfüttertem Gras. Futterverzehrversuch 1964 der Gutsverwaltung und landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Liebefeld.

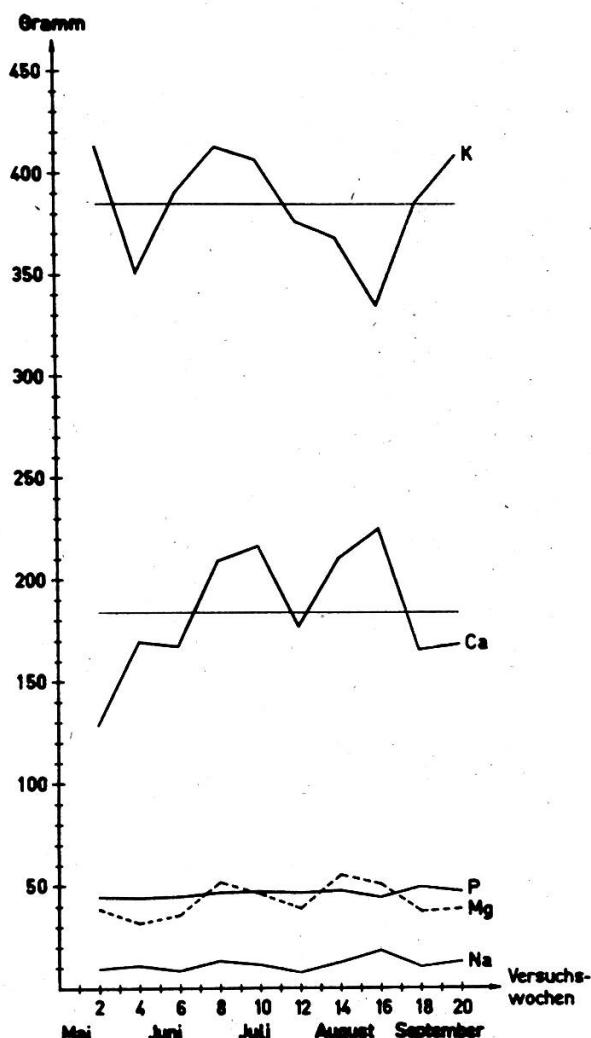


Abb. 2 Mineralstoffaufnahme je Kuh und Tag. Futterverzehrversuch 1964 der Gutsverwaltung und landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Liebefeld.

Aus allen diesen Hinweisen geht hervor, daß die Ausnutzung der im Futter dargebotenen Mineralstoffe von zahlreichen Faktoren abhängig ist, deren Komplexität nur teilweise bekannt ist. Deshalb ist es kaum möglich, allgemein gültige Mindestanforderungen hinsichtlich des Mineralstoffgehaltes eines Futters aufzustellen, da die Ansprüche je nach Tierart, Größe und Leistung verschieden sind. Als Beispiel hiezu mögen die Angaben in Tabelle 3 dienen (Schürch 1967).

Kühe mit den höchsten Milchleistungen stellen auch die höchsten Anforderungen an den Mineralstoffgehalt. Bei gleichen Leistungen, Alter oder Größe der Tiere richten sich jedoch die Anforderungen an den Mineralstoffgehalt auch nach der Menge des verzehrten Futters.

Die von den einzelnen Tieren verzehrten Mengen an Futter und Futtertrockensubstanz sind u.U. von Tag zu Tag ziemlich verschieden, was insbesondere bei Grünfütterung zutreffen kann (Künzi 1965, Schneeberger 1966). Außerdem können aber vor allem im Mineralstoffgehalt des Futters zwischen den Tagesrationen große Unterschiede auftreten, womit auch die von den

einzelnen Tieren täglich aufgenommenen Mineralstoffmengen stark schwanken können. Dies zeigen z. B. die Ergebnisse eines Fütterungsversuches der Gutsverwaltung und landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Liebefeld aus dem Jahre 1964. Der Versuch mit 15 Milchkühen dauerte 20 Wochen. Die von uns analysierten Mineralstoffgehalte sind in Abbildung 1 und die durchschnittlichen Mineralstoffmengen, die je Kuh täglich aufgenommen wurden, in Abbildung 2 dargestellt.

Hier fallen auf den ersten Blick die recht starken Schwankungen des Mineralstoffgehaltes und der aufgenommenen Mengen an Mineralstoffen – insbesondere von Kalium und Kalzium – auf. Sehr ausgeglichen sind dagegen die entsprechenden Werte für Phosphor. Als Ergänzung zu den beiden Abbildungen sind in Tabelle 4 noch die durchschnittlichen Mineralstoffmengen sowohl der Kuh mit dem niedrigsten als auch derjenigen mit dem höchsten Futterverzehr aufgeführt. Die Werte zeigen, daß die Unterschiede in bezug auf die durchschnittliche tägliche Futter- und Mineralstoffaufnahme zwischen den beiden Tieren groß sind.

Angesichts der verschiedenen und nicht immer zu vermeidenden Fehlerquellen, die sich bei der Futteranalyse und namentlich beim Tierversuch aus methodischen Gründen ergeben, erstaunt es nicht, wenn die Angaben in der Literatur über den Mineralstoffbedarf der Tiere und über die Anforderungen an den Mineralstoffgehalt des Futters zum Teil erheblich voneinander abweichen. Das trifft vor allem für die geforderten Minimalgehalte an Spurenelementen zu. Es wirft ein bezeichnendes Licht auf die hier herrschende Unsicherheit, wenn Wöhlbier (1962) u. a. schreibt:

«Man findet zwar in der Literatur viele Angaben über Bedarfszahlen. Dabei zeigt es sich, daß die meisten Zahlen aus andern Publikationen entnommen sind, die oftmals selbst Zitate waren.»

Die Werte über den Bruttobedarf an einzelnen Spurenelementen und den daraus errechneten Mindestanforderungen an den Gehalt des Futters gehen oft noch weit auseinander, wie das folgende Beispiel für den Manganbedarf zeigt. Zur Deckung des Manganbedarfs von Milchkühen werden bei einem Futterverzehr von etwa 15 kg Trockensubstanz folgende Mindestwerte gefordert:

von Bentley und Mitarb.	(1951)	20 ppm Mn
Bosch und Mitarb.	(1966)	< 50 ppm Mn
Grashuis	(1953)	> 100 ppm Mn
Kirchgessner und Mitarb.	(1966)	10–30 ppm Mn

Ein Grund für die so verschiedene Beurteilung des Manganbedarfs ist nicht leicht anzugeben. Grashuis (1953) fordert für Weidegras mit einem hohen Gehalt an Eiweiß, Eisen, Phosphor, Kalzium und Kalium einen Mangangehalt sogar von 150–250 ppm.

Die Betonung eines hohen Gehaltes an Eiweiß, Phosphor, Kalzium usw. weist darauf hin, daß es offenbar nicht so entscheidend auf die absolute Höhe des Mangangehaltes an sich ankommt, sondern ebenso sehr auch auf die

Anwesenheit und den Gehalt anderer Begleitelemente und Inhaltstoffe, die an der Verwertung der aufgenommenen Spurenelemente im Organismus irgendwie mitbeteiligt sind. Hawkins und Mitarb. (1955) weisen hier beispielsweise auch auf das Angebot an Kalzium und Phosphor hin.

Noch komplizierter wird die Situation beim Kupfer. Auf Einzelheiten können wir hier jedoch nicht eintreten. Die zweifellos interessanteste Ansicht vertreten Schiller und Mitarb. (1967). Die Autoren kommen auf Grund ihrer Untersuchungen zum Schluß, daß unter den gegebenen Verhältnissen sowohl Kupfer wie auch Eisen in den Futterpflanzen anders eingebaut werden, je nachdem die betreffenden Pflanzen gedüngt oder nicht gedüngt worden sind. Sowohl das Kupfer wie auch das Eisen der gedüngten Futterpflanzen wiesen auf biochemische Verhältnisse hin, welche sich nachteilig auf die Fruchtbarkeit der Tiere auswirkten!

Die Ergebnisse der Analysen von Blutserum, Harn oder auch von Haaren (Koetsveld 1958, Anke 1965, 1966) erlauben oft eine zuverlässige Beurteilung der Mineralstoffversorgung der Tiere als die Resultate von Futteruntersuchungen. Zum mindesten sollten diese durch Organuntersuchungen ergänzt werden. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß sich die Mineralstoffsituation je nach Art und Menge der Verfütterung anderer betriebseigener Futtermittel sowie zugekaufter Kraftfutter wesentlich verändern kann (Jucker 1954, Kirchgessner und Mitarb. 1966).

3. Der Mineralstoffgehalt von schweizerischem Wiesenfutter und seine Beziehungen zum Auftreten von Fruchtbarkeitsstörungen beim Rind

Wie steht es nun mit dem Mineralstoffgehalt im schweizerischen Wiesenfutter? Nach Berichten von Tgetgel (1928) traten Mangelkrankheiten bei Kühen und Jungtieren schon vor Jahrhunderten in gewissen Gegenden der Schweiz auf. Da die Tiere bei gestörter Mineralstoffversorgung häufig die Gewohnheit haben, allerlei Gegenstände (Erde, Kot, Papier, Holz, Seife, Lumpen und dergleichen) zu fressen oder zu lecken, um offenbar den fehlenden Stoff zu ergänzen, sind Mangelkrankheiten in der Schweiz seit jeher ganz allgemein unter der Bezeichnung «Lecksucht» bekannt. Die wichtigste Mineralstoffquelle für unsere Haustiere ist das wirtschaftseigene Futter, wobei das Wiesenfutter und seine verschiedenen Konservierungsformen weitaus die bedeutendste Rolle spielen. Futterproben aus Betrieben mit Lecksucht wurden erstmals von Ritter (1929, 1931) an unserer Anstalt systematisch untersucht und das Auftreten der Mangelerscheinungen bei den Tieren in Beziehung zum Mineralstoffgehalt des Futters beschrieben.

Als Fortsetzung der Arbeiten von Ritter wurden in Liebefeld von Truninger und Mitarb. (1935), namentlich aber in vielen Untersuchungen durch von Grünigen (1945a, 1945b, 1946, 1947, 1948), ferner von Krupski und Mitarb. (1947) sowie von Glauser (1951) enge Beziehungen zwischen dem Mineralstoffgehalt des Futters und Mangelkrankheiten bei den Tieren angenommen. Besonders in Alpgebieten, wo der Boden arm an Phosphorsäure ist und selten oder nie mit Phosphorsäure gedüngt wurde, zeigten die Untersuchungsergebnisse deutliche Parallelen zwischen der Phosphorsäurearmut

des Bodens und den durch zu geringen Phosphorgehalt des Futters bedingten Mangelerscheinungen bei Kühen und Jungtieren.

Wie weit ein hoher Magnesiumgehalt des Futters von magnesiumreichen Böden, vorwiegend dolomitischen oder serpentinischen Ursprungs, den Mineralstoffhaushalt der Tiere gefährdet, ist uns nicht bekannt. Immerhin ist es denkbar, daß ein hohes Magnesiumangebot bei niedrigem Phosphorgehalt des Futters die Phosphorversorgung der Tiere noch zusätzlich erschweren kann, da nach Maynard und Mitarb. (1962) eine erhöhte Magnesiaufnahme auch den Bedarf des Organismus an Kalzium und Phosphor steigert.

Störungen der Gesundheit und der Fruchtbarkeit bei Rindern sollen auch durch ein Überangebot an Kalium im Futter verursacht werden. Nach von Grünigen (1945a) sind besonders solche Betriebe gefährdet, welche die Gülle öfters und einseitig nur auf Schläge ausbringen, die der Grünfutternutzung dienen und deshalb überdurchschnittlich hohe Kaliumgehalte des Futters zur Folge haben.

In den bereits erwähnten Arbeiten von Ritter, von Grünigen sowie Krupski und seinen Mitarbeitern wurde das Problem der verschiedenen Formen von Mangelkrankheiten und der dadurch verursachten Fruchtbarkeitsstörungen beim Rind ausschließlich von der mineralstofflichen Seite her verfolgt. Als Folge dieser Arbeitshypothese wurde das Hauptgewicht auf die Erforschung der Mineralstoffverhältnisse im Wiesenfutter gelegt. Allerdings beschrieb von Grünigen (1945a) auch Mangelkrankheiten – ungenügende Entwicklung bei jungen Tieren und Fruchtbarkeitsstörungen bei älteren –, deren Ursachen andern Einflüssen (Futterwechsel, Eiweißmangel, Vitaminmangel und dergleichen) oder dem Zusammenwirken mehrerer dieser Faktoren zugeschrieben wurden. In vielen Fällen war es jedenfalls nicht möglich, auf Grund der Mineralstoffzusammensetzung des Futters eindeutige Schlußfolgerungen zu ziehen.

Die große Bedeutung von Kalzium und Phosphor für den tierischen Organismus ist seit langem bekannt. Neuere Untersuchungen z.B. von Brünner (1955), Schiller und Mitarb. (1962), Hemingway (1967) zeigen, wie wichtig namentlich eine ausreichende Phosphorversorgung für die Fruchtbarkeit der Tierherden ist. Im Hinblick auf eine ausgewogene Mineralstoffversorgung unserer Haustiere ist jedoch nicht nur der absolute Phosphorgehalt, sondern auch das Ca:P-Verhältnis von Bedeutung, wobei für Milchtiere ein solches von ungefähr 1,2 bis 2,5 als optimal beurteilt wird.

Nach den Ergebnissen vieler Untersuchungen leidet bei uns das Wiesenfutter viel eher unter Phosphor- als unter Kalziummangel, vor allem in den Berglagen, wo wenig Phosphorsäuredünger verwendet werden. Eine Gruppierung der Analysenergebnisse von 593 Dürrfutterproben aus allen Gegenenden unseres Arbeitsgebietes zeigt (Tabelle 5), daß mit zunehmendem Phosphorgehalt des Futters der Kalziumgehalt im Durchschnitt sich nicht wesentlich ändert. Dagegen wird das Ca:P-Verhältnis mit steigendem Phosphor-

Tabelle 5 Mittelwerte der Kalziumgehalte und der Ca:P-Verhältnisse in der Trockensubstanz von 593 Dürrfutterproben geordnet nach P-Gehaltsklassen.

Gehaltsklassen % P	Heu			Emd		
	Anzahl Proben	% Ca	Ca:P	Anzahl Proben	% Ca	Ca:P
< 0,19	12	1,04	6,6	2	1,34	8,3
0,19-0,24	69	0,96	4,6	11	1,28	6,0
0,25-0,30	114	0,91	3,3	44	1,20	4,4
0,31-0,36	138	0,97	2,9	75	1,19	3,6
0,37-0,42	20	0,90	2,3	77	1,37	3,4
0,43-0,48	4	0,97	2,2	22	1,21	2,7
> 0,48	2	1,10	2,2	3	1,41	2,8

Tabelle 6 Mittlerer Mineralstoffgehalt von Heu und Emd aus Betrieben des Mittellandes mit und ohne Fruchtbarkeitsstörungen.

Dürrfutter	Fruchtbarkeits- störungen	Mineralstoffgehalt in der Trockensubstanz						
		Ca %	P %	K %	Mg %	Na %	Ca:P	Erd- alkalität ¹
Heu	mit	0,93 (0,60-1,42) ²	0,29 (0,22-0,39)	2,34 (1,56-3,78)	0,22 (0,14-0,26)	0,03 (0,01-0,08)	3,2 (1,7-5,2)	40 (10-72)
	ohne	0,99 (0,56-1,37)	0,32 (0,21-0,43)	2,53 (1,41-3,46)	0,21 (0,13-0,25)	0,03 (0,01-0,10)	3,0 (1,7-4,7)	36 (10-64)
Emd	mit	1,21 (0,89-1,69)	0,35 (0,27-0,47)	2,70 (2,10-3,75)	0,26 (0,13-0,44)	0,04 (0,02-0,09)	3,5 (2,7-6,4)	46 (24-102)
	ohne	1,29 (0,83-2,35)	0,36 (0,28-0,44)	2,62 (1,92-3,26)	0,23 (0,12-0,41)	0,05 (0,02-0,13)	3,6 (2,6-6,7)	48 (26-99)

¹ Erdalkalität = millilav Ca + Mg - P in 100 g Futter Trockensubstanz = $\frac{\text{mg Ca}}{20,04} + \frac{\text{mg Mg}}{12,16} - \frac{\text{mg P}}{10,34}$.

² () = niedrigster und höchster Wert.

gehalt des Futters deutlich enger. Bei gleichem Phosphorgehalt sind die Werte für Kalzium und Ca:P im Mittel für Emd etwas größer als für Heu. Weit aus der größte Teil der untersuchten Futterproben zeigt die Tendenz zu einem eher weiten Ca:P-Verhältnis. Nach Underwood (1966) vertragen Wiederkäuer ein weites Ca:P-Verhältnis jedoch viel besser als ein zu enges. Zudem wirkt ein weites Ca:P-Verhältnis erst dann nachteilig, wenn die absolute Phosphorversorgung der Tiere ohnehin ungenügend ist.

Bedeutsam für die Praxis ist die Abbildung 3, welche Analysenwerte von Heu und Emd der Jahre 1949 bis 1963 darstellt. Die Futterproben stammen sowohl aus dem Mittelland wie auch aus Bergregionen (Voralpen und Hochjura), und zwar aus Betrieben mit wie auch angeblich ohne Fruchtbarkeitsstörungen. Hier zeigt sich nun deutlich, daß die Zahl der Betriebe mit Fruchtbarkeitsstörungen besonders dort ansteigt, wo der Phosphorgehalt des Futters bei einem weiten Ca:P-Verhältnis unter 0,3% sinkt. Diese Tatsache trifft namentlich auf die Berglagen zu.

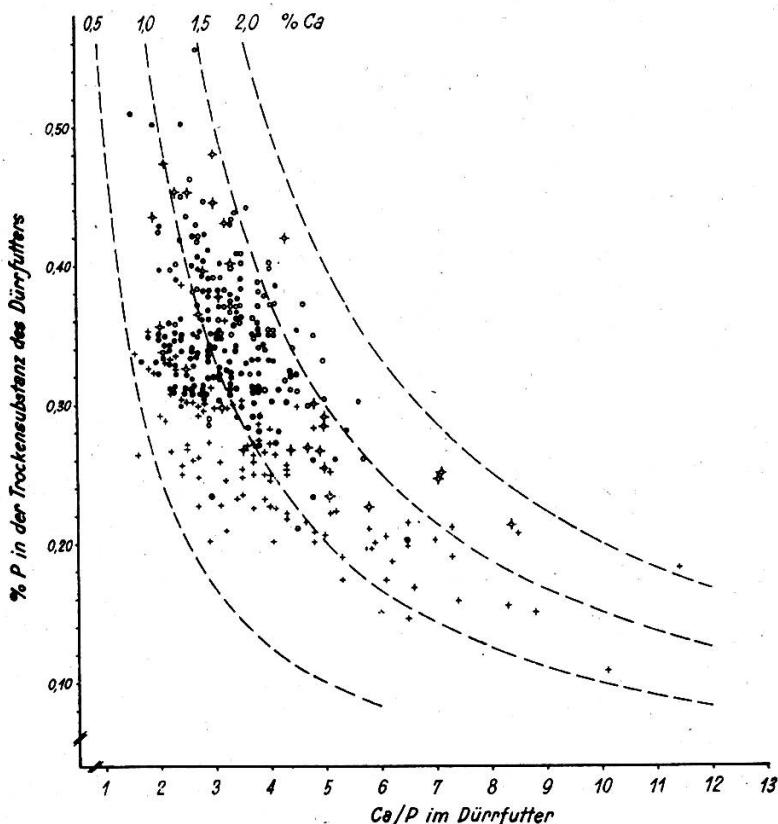


Abb. 3 Beziehungen zwischen dem Kalzium- und Phosphorgehalt in der Trockensubstanz von Dürrfutter aus Betrieben ohne und mit Fruchtbarkeitsstörungen. (Proben aus Tal- und Bergbetrieben der Jahre 1949–1963.)

- Heu aus Betrieben ohne Fruchtbarkeitsstörungen (134 Proben)
- Emd aus Betrieben ohne Fruchtbarkeitsstörungen (81 Proben)
- + Heu aus Betrieben mit Fruchtbarkeitsstörungen (103 Proben)
- ⊗ Emd aus Betrieben mit Fruchtbarkeitsstörungen (28 Proben)

In den Futterbaugebieten des Mittellandes lassen die Betriebe mit und ohne gemeldete Fruchtbarkeitsstörungen nach den Erfahrungen der letzten

Jahre mehr und mehr erkennen, daß in bezug auf die Mineralstoffversorgung beim Futter im Mittel aller Untersuchungen keine wesentlichen Differenzen bestehen, mit Ausnahme etwa der Werte für Phosphor, Ca:P und Erdalkalität¹ von Heu (Tabelle 6). Sowohl in Betrieben mit als auch ohne Fruchtbarkeitsstörungen schwanken jedoch die Einzelwerte im Mineralstoffgehalt etwa innerhalb desselben Wertbereiches. In sehr vielen Fällen ist es deshalb so gut wie ausgeschlossen, die Ursachen von Fruchtbarkeitsstörungen nur anhand von Mineralstoffanalysen des Rauhfutters erklären zu können.

Bisher war allerdings nur von Kalzium und Phosphor und dem gegenseitigen Verhältnis dieser beiden Elemente im Futter die Rede. Ohne Zweifel sind diese Elemente aber nicht allein für Gesundheitsstörungen verantwortlich zu machen. Besonders während der Grünfütterung spielt auch ein oftmals überdurchschnittlich hoher Kaliumgehalt eine sehr wesentliche Rolle. Dieser röhrt hauptsächlich von der in den Futteraugebieten des Mittellandes sehr reichlich verwendeten Gülle zur Düngung der Wiesen her. Aus der Literatur ist nun aber bekannt, daß ein der Gesundheit zuträgliches Futter nicht mehr als 2 bis 2,5% Kalium enthalten sollte (Munk 1964). Wir müssen aber feststellen, daß im Sommerfutter auch aus störungsfreien Betrieben gelegentlich 3% Kalium und mehr gefunden werden. Daher neigen wir zur Ansicht, daß nicht unbedingt ein hoher Kaliumabsolutgehalt zu Gesundheits- bzw. Fruchtbarkeitsstörungen führt, sondern daß auch wieder das Verhältnis der einzelnen Elemente zueinander der bestimmende Faktor ist. Nach Konermann (1966) ist u. a. auch das Verhältnis K:(Ca+Mg) für die Fruchtbarkeit der Tiere maßgebend, wobei die Erstbesamungsergebnisse mit steigenden Werten des Quotienten K:(Ca+Mg) in negativer Korrelation stehen. Hinzu kommt noch, daß unser schweizerisches Wiesenfutter durchwegs sehr arm an Natrium ist (Hasler 1962). Bei hohen Kaliumgehalten, insbesondere im Futter von Göllewiesen, bildet sich daher ein außerordentlich ungünstiges K:Na-Verhältnis aus (Tabelle 7).

Die Vielschichtigkeit des Mineralstoffproblems kommt auch in den Zahlen der Tabelle 7 zum Ausdruck. Die hier angegebenen Analysendaten beziehen sich auf 54 Wiesenfutter aus Betrieben mit Fruchtbarkeitsstörungen vor allem während der Sommerfütterung. In dieser Zusammenstellung fällt das Ausmaß der Schwankungen zwischen den niedrigsten und den höchsten Einzelwerten auf. Sowohl die Werte des Absolutgehaltes an einzelnen Mineralstoffen wie auch deren Mengenverhältnisse schwanken innerhalb weiter Grenzen und liegen oft weit außerhalb des «idealen» Wertbereiches. Selbst wenn die für schweizerisches Wiesenfutter ohnehin ungünstigen Werte von Natrium und K:Na außer Betracht fallen, werden auch die andern Anfor-

¹ Ähnlich wie der Quotient Ca:P ist auch die Erdalkalität eine Kennzahl für die Bewertung der Mineralstoffverhältnisse im Futter. Nach Marek und Mitarb. (1932) sowie Wöhlbier und Mitarb. (1957) liegt das Optimum der Erdalkalität ungefähr zwischen 10 und 25 (Erdalkalität = Milligrammaequivalente Ca+Mg-P in 100 g Futtertrockensubstanz). Wenn auch über die Bedeutung dieses Wertes die Ansichten verschieden sind, steht doch fest, daß ein zu großer Basenüberschuß im Körper des Tieres ebenso nachteilig sein kann wie ein Säureüberschuß.

Tabelle 7 Mineralstoffgehalt in 54 Grünfutterproben aus Betrieben mit Fruchtbarkeitsstörungen während der Grünfütterung.

Mineralstoff	Gehalt in der Trockensubstanz			Mineralstoffanforderungen an ein „ideales“ Grünfutter nach ver- schiedenen Angaben der Literatur
	mittlerer	niedrigster	höchster	
Ca %	1,32	0,58	2,23	0,45 bis 0,60
P %	0,41	0,25	0,63	etwa 0,30 bis 0,35 (und mehr)
K %	3,63	1,96	5,08	etwa 2,00 bis 2,50 (nicht mehr)
Mg %	0,29	0,16	0,62	etwa 0,20 bis 0,25
Na %	0,06	0,01	0,12	etwa 0,16 bis 0,20
K:Na	79	16	229	etwa 10 bis 16
Ca:P	3,3	1,1	5,3	etwa 1,2 bis 2,5
K:(Ca+Mg) Gew. %	2,5	0,7	5,8	etwa bis 2,0
K:(Ca+Mg) millival ¹	1,2	0,4	2,6	etwa bis 1,7
Erdalkalität	+ 51	- 11	+ 118	etwa + 10 bis + 25

$$^1 \frac{\text{mg K}}{39,10} : \left[\frac{\text{mg Ca}}{20,04} + \frac{\text{mg Mg}}{12,16} \right] \text{ in } 100 \text{ g Ts}$$

Tabelle 8 Mikroelementgehalt in der Trockensubstanz von Heu und Emd aus Betrieben unseres Arbeitsgebietes.

Mikro- elemente	Heu			Emd				
	Anzahl Proben	mittlerer Gehalt	höchster Gehalt	niedrigster Gehalt	Anzahl Proben	mittlerer Gehalt	höchster Gehalt	niedrigster Gehalt
Cu ppm	320	7,6	14,3	1,9	192	8,8	15,8	4,4
Co ppm	221	0,18	0,61	0,06	147	0,21	0,51	0,07
Mn ppm	219	83	454	16	139	88	259	17
Mo ppm	67	0,80	1,39	0,36	46	0,98	1,63	0,42
Zn ppm	68	31	52	20	48	35	44	21

derungen an den «idealen» Mineralstoffgehalt von keiner einzigen der 54 Futterproben erfüllt.

In Abbildung 4 sind die Werte für die Verhältnisse K:(Ca+Mg) als Funktion der Erdalkalität der erwähnten 54 Futterproben dargestellt. Die Werte für Futterproben, die sowohl den Anforderungen hinsichtlich des Verhältnisses K:(Ca+Mg) wie auch der Erdalkalität entsprächen, müßten innerhalb des kleinen Rechteckes in der Bildmitte liegen.

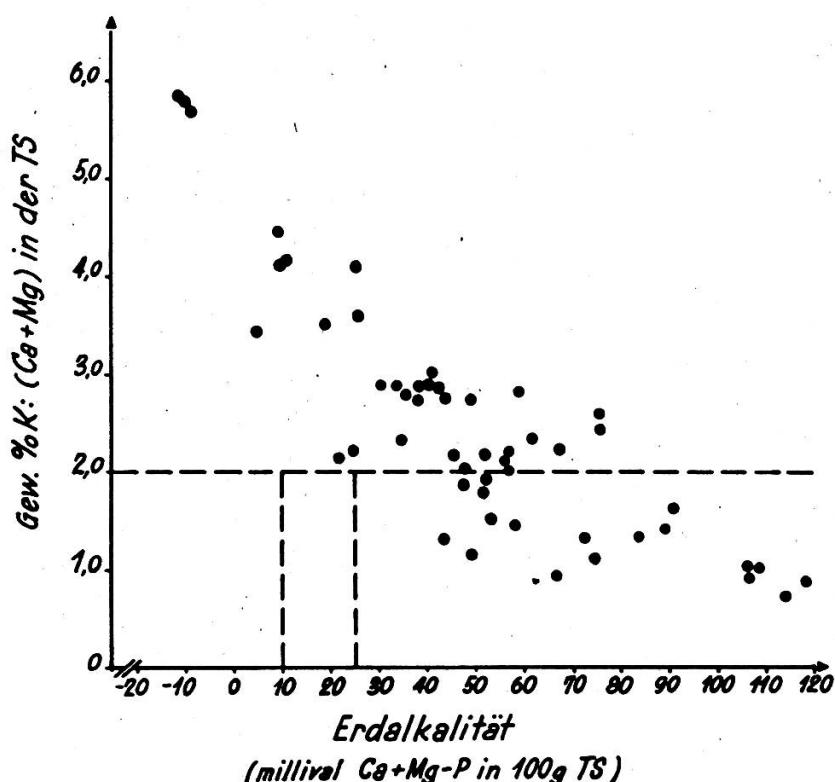


Abb. 4 Beziehung zwischen der Erdalkalität und dem Verhältnis K:(Ca + Mg) von 54 Grasproben aus Betrieben mit Fruchtbarkeitsstörungen hauptsächlich während der Sommerfütterung.

Die leider nur wenigen Untersuchungsergebnisse von Grünfutter aus störungsfreien Betrieben zeigen aber ein ähnliches Bild. Unseres Erachtens wird es notwendig sein, vermehrt Grünfutterproben auch aus Betrieben ohne Fruchtbarkeitsstörungen zu untersuchen, um bessere Vergleichsmöglichkeiten zu erhalten.

Auch über die Versorgung des Dürrfutters (Heu und Emd) mit Mikroelementen liegen eine ganze Anzahl Bestimmungen aus Betrieben unseres Arbeitsgebietes vor. Die Zusammenstellung in Tabelle 8 gibt Anhaltspunkte über die Größenordnungen, in welchen Kupfer, Kobalt, Mangan, Molybdän und Zink im Dürrfutter vorkommen. Der Gehalt des Dürrfutters an Spurenelementen schwankt innerhalb weiter Grenzen. Der mittlere Gehalt an einzelnen Mikroelementen ist im Emd etwas größer als im Heu. Wie weit ein ungenügender Spurenelementgehalt als Ursache von Fruchtbarkeitsstörungen in Frage kommen könnte, ist in Anbetracht der Unsicherheit unserer Kenntnisse über die Mindestanforderungen, welche an das Futter zu stellen sind, ungewiß. Nach den Untersuchungsergebnissen in Tabelle 9 kommen niedrige Gehalte

an Mikroelementen auch in Futterproben aus Betrieben, die angeblich nicht unter Fruchtbarkeitsstörungen leiden, vor. Doch ist die Zahl der Proben mit niedrigem Spurenelementgehalt aus Betrieben mit Fruchtbarkeitsstörungen eher größer als aus Betrieben ohne Störungen. Falls der Zinkgehalt des Futters unter günstigen Verhältnissen nach Angaben von Kirchgessner und Mitarb. (1966) rund 50 ppm betragen sollte, würden nach bisherigen Untersuchungsergebnissen kaum 5% der untersuchten Futterproben diese Anforderungen erfüllen. Dagegen scheint der Molybdängehalt des Futters durchaus normal zu sein.

Tabelle 9 Mikroelementgehalt in der Trockensubstanz von Heu aus Betrieben mit und ohne Fruchtbarkeitsstörungen.

Mikroelemente	Betriebe mit Störungen %	Betriebe ohne Störungen %
bis 6 ppm Cu	15	8
bis 8 ppm Cu	68	54
bis 10 ppm Cu	80	82
bis 25 ppm Mn	2	0
bis 50 ppm Mn	19	12
bis 0,07 ppm Co	5	2
bis 0,10 ppm Co	21	15

Wenn es auch oft schwierig ist, zwischen dem Auftreten von Fruchtbarkeitsstörungen und dem Mineralstoffgehalt des Futters einen direkten Zusammenhang festzustellen, ist es dennoch angezeigt, auf eine gute mineralstoffliche Beschaffenheit des Wiesenfutters zu achten.

4. Bedeutung der botanischen Zusammensetzung einer Wiese für den Mineralstoffgehalt des Futters

Von großer Bedeutung für die Mineralstoffversorgung der Tiere ist die botanische Zusammensetzung eines Wiesenfutters, die hauptsächlich aus den drei Artengruppen Gräsern, Kleearten und Kräutern besteht. Schon Truninger und Mitarb. (1935) stellten bei ihren Untersuchungen an einer großen Zahl von Wiesenfuttern die in Tabelle 10 aufgeführten mittleren Gehalte an Phosphor, Kalzium und Kalium fest. Innerhalb dieser drei Gruppen enthalten die Gräser im Mittel am wenigsten Kalzium, Phosphor und Kalium. Bei den Kräutern und vor allem bei den Leguminosen ist der Kalziumgehalt wesentlich höher als bei den Gräsern; die höchsten Werte für Phosphor und Kalium finden sich bei den Kräutern. Auch der Magnesiumgehalt des Wiesenfutters wird in hohem Maße von der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes beeinflußt. Nach einer Analyse von 44 verschiedenen Wiesenfuttern ergeben sich die folgenden Mittelwerte für:

Gräser: 0,124 (0,103–0,168) % Mg
 Kleearten: 0,248 (0,155–0,287) % Mg
 Kräuter: 0,295 (0,207–0,393) % Mg

Die weitaus höchsten Magnesiumwerte sind wiederum in der Gruppe der Kräuter zu finden. Wenn in der Schweiz durch Magnesiummangel bedingte Störungen bei Wiederkäuern praktisch unbekannt sind, darf dies zu einem guten Teil dem relativ hohen Anteil an Kräutern in unsren Wiesenbeständen zugeschrieben werden (Hasler und Mitarb. 1966).

Der botanische Bestand eines Futters ist u.U. weniger maßgebend auf den Absolutgehalt als auf das Mengenverhältnis der Mineralstoffe. In Tabelle 11 sind die Mineralstoffgehalte von sechs Futterpflanzen einer reichlich mit Gölle und Phosphorsäure gedüngten Wiese aufgeführt. Sowohl die Phosphor- wie auch die Kaliumgehalte aller Pflanzen sind hoch und, wenigstens was den Phosphorgehalt betrifft, ziemlich ausgeglichen. Dagegen sind die Differenzen der Gehalte von Kalzium, Magnesium und Natrium der einzelnen Pflanzen ziemlich groß. Recht auffallend sind die großen Unterschiede bei den einzelnen Mineralstoffverhältnissen. Das Überwiegen der einen oder anderen Art vermag daher erhebliche Verschiebungen in der Mineralstoffzusammensetzung zu verursachen.

Auch der Gehalt an Spurenelementen des Futters ist stark von der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes abhängig. Kräuter enthalten im allgemeinen größere Spurenelementmengen als Gräser. Gegenüber den Kleearten ist der Gehaltsunterschied dagegen weniger groß. In acht Untersuchungen fanden wir für Spurenelemente die in der Tabelle 12 aufgeführten Durchschnittswerte.

Innerhalb der erwähnten drei Pflanzengruppen weisen die einzelnen Arten zum Teil recht beträchtliche Unterschiede nicht nur im Mineralstoffgehalt, sondern auch im Mineralstoffverhältnis (wie Ca:P, Erdalkalität) auf. Die Tabelle 13 gibt die Gehaltszahlen für die erwähnten Pflanzengruppen einer Naturwiese wieder, wobei gleichzeitig auch noch der Gehalt einzelner Komponenten der verschiedenen Artengruppen angegeben ist. Danach ist ein artenreicher Pflanzenbestand jedenfalls für eine bessere Versorgung des Futters mit Mineralstoffen zu empfehlen und einer Wiese mit einseitiger botanischer Zusammensetzung bei weitem vorzuziehen (Nieschlag 1963, Konermann 1966, Schiller und Mitarb. 1967). Nach Stählin (1966) soll ein einseitiges Grundfutter die Erhaltung der Fruchtbarkeit unserer Haustiere beeinträchtigen. Nach dem gleichen Autor ist bei der Beurteilung einzelner Pflanzenarten nicht einseitig auf den Eiweiß- und Energiegehalt, sondern auch auf gewisse Inhaltsstoffe und Wirkstoffe abzustellen.

5. Beeinflussung des Mineralstoffgehaltes von Rauhfutter durch verschiedene Kulturmaßnahmen und die Art der Konservierung

Die mineralische Zusammensetzung des Futters kann direkt durch die Düngung oder auch indirekt über den botanischen Bestand – als Folge der Düngung sowie der Bewässerung, der Nutzung und des Anbaues – verändert werden.

Starke Stickstoffgaben, welche auf Kosten des Klee- und eventuell des

Tabelle 10 Mittlere Phosphor-, Kalzium- und Kaliumgehalte in der Trockensubstanz von Wiesenfutter (nach Truninger und von Grünigen 1935).

Pflanzen- gruppe	P %	Ca %	K %	Relativ-Werte (Gräser = 1,0)		
				P	Ca	K
Gräser	0,31 (0,19–0,49)	0,74 (0,28–0,85)	2,39 (1,68–4,10)	1,0	1,0	1,0
Kleearten	0,34 (0,19–0,49)	1,73 (1,10–2,52)	3,07 (1,86–4,08)	1,10	2,34	1,28
Kräuter	0,52 (0,31–0,77)	1,28 (0,64–1,89)	3,89 (2,27–5,00)	1,68	1,73	1,63

Tabelle 11 Mineralstoffgehalt in der Trockensubstanz von 6 verschiedenen Futterpflanzen des 1. Schnittes einer reichlich gedüngten Grasigmatte (Mittelwerte von je 4 Proben).

Futterpflanze	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %	Ca:P Gew. %	K:Na Gew. %	K:(Ca+Mg) Gew. %	K:(Ca+Mg) millivat	Erd-alkalität
Knaulgras	0,36	3,74	0,41	0,15	0,08	1,1	47	6,7	2,9	- 2
Wiesenrispengras	0,53	4,42	0,55	0,20	0,04	1,0	110	5,9	2,6	- 7
Gemeines Rispengras	0,42	3,92	0,46	0,14	0,03	1,1	131	6,5	2,9	- 7
Weißklee	0,43	3,51	1,59	0,22	0,05	3,7	70	1,9	0,9	+ 56
Löwenzahn	0,46	3,60	1,08	0,28	0,07	2,3	51	2,6	1,2	+ 29
Wiesenkerbel	0,48	4,02	1,54	0,35	0,01	3,2	402	2,1	1,0	+ 59

Kräuteranteils die Entwicklung der Gräser stark fördern, bewirken im allgemeinen eine Abnahme im Gesamtmineralstoffgehalt, insbesondere an Kalzium, Magnesium, Kupfer, Kobalt und Zink. Anderseits vermag aber die Stickstoffdüngung den Mineralstoffgehalt eines Wiesenfutters, das zum überwiegenden Teil aus Gräsern besteht, zu heben. Im übrigen haben ganz allgemein auch der Witterungsverlauf während der Wachstumsperiode und namentlich das Alter der Pflanzen einen bemerkenswerten Einfluß auf den Mineralstoffgehalt.

Als Beispiel verweisen wir auf die in Abbildung 5 dargestellten Verhältnisse, wo die Werte für die Molybdän- und Kupfergehalte von 5 verschiedenen Futterpflanzen des selben Standortes in Abhängigkeit von der Schnittzeit aufgezeichnet sind. Die Gehaltsunterschiede zwischen den an einem bestimmten Tag geernteten Futterpflanzen sind zum Teil ganz beträchtlich. Auffallend sind auch die für einzelne Pflanzen unterschiedlichen Veränderungen des Molybdän- und Kupfergehaltes im Laufe der Entwicklung innerhalb der Versuchsdauer.

Nachfolgend werden kurz Maßnahmen erwähnt, mit welchen der Gehalt des Futters an einigen Mineralstoffen wesentlich verbessert werden kann. Diese Angaben stützen sich auf die Untersuchungsergebnisse zahlreicher in- und ausländischer Arbeiten, wobei wir auf Einzelheiten nicht eintreten können.

Kalzium: Eine Erhöhung des Kalziumgehaltes erfolgt – ausgenommen auf sehr stark sauren Böden – nicht durch Kalkung, sondern durch Änderungen des botanischen Bestandes (Vermehrung des Leguminosen- und Kräuteranteils).

Phosphor: Eine Erhöhung des Phosphorgehaltes kann durch ausreichende Phosphorsäuredüngung, außerdem durch Kalkung stark saurer Böden sowie durch frühen Schnitt erzielt werden. Der Einfluß der botanischen Zusammensetzung ist gering.

Ca : P: Dieses Verhältnis wird um so weiter, je mehr Klee und Kräuter im Bestand vorhanden sind und je schlechter das Futter bzw. der Boden mit Phosphor versorgt ist. Im Futter von Alpweiden ist sehr oft der Phosphorgehalt gering und das Ca : P-Verhältnis sehr weit. Im Gegensatz dazu enthält das Futter stark gedünfter und gräserreicher Wiesen reichlich Phosphor, wobei das Ca : P-Verhältnis meistens ziemlich eng ist.

Kalium: Futter von reichlich mit Gülle gedüngten Wiesen enthält überdurchschnittlich hohe Kaliumgehalte. Die Pflanzenbestände sind meistens reich an Umbelliferen und Löwenzahn, die reichlich Kalium aufzunehmen vermögen. Als mögliche Ursache für das Auftreten von Fruchtbarkeitsstörungen kommt dabei weniger der Absolutgehalt an Kalium als das gestörte Verhältnis dieses Elementes zu andern Mineralstoffen [wie K : Na, K : (Ca + Mg)] in Frage. Ein zu hoher Kaliumgehalt kann vermieden werden durch eine Verteilung der Gülle möglichst über den ganzen Betrieb. Der Pflanzenbestand wird zudem verbessert durch frühen und häufigen Schnitt oder wiederholten Weidegang und im Bedarfsfall durch zusätzliche Verwendung von Phosphorsäuredüngern.

Tabelle 13 Mineralstoffgehalt in der Trockensubstanz von Gräsern, Kleearten und Kräutern einer Naturwiese.

Pflanzengruppen	Anteil am Gesamtbestand %	P %	Ca %	Mg %	K %	Na %	Mn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Co ppm	Ca:P Gew. %	K:Na Gew. %	Erdalkalität	K: (Ca+Mg) millivat
Gräser	45	0,21	0,41	0,10	1,33	0,016	58	63	5,5	0,06	2,0	83	8	2,6
Kleearten	12	0,28	1,99	0,28	2,05	0,035	36	144	14,4	0,09	7,1	59	95	0,9
Kräuter	43	0,38	2,09	0,39	2,71	0,057	63	177	9,2	0,17	5,5	48	100	1,1
Gesamtbestand	100	0,29	1,32	0,25	2,01	0,036	58	122	8,2	0,11	4,6	56	58	1,3
Verschiedene Einzelpflanzen aus dem Gesamtbestand:														0,6
Dactylis glomerata	0,23	0,33	0,13	1,36	0,018	83	86	6,6	0,08	1,4	76	5	3,0	1,3
Arrhenatherum elatius	0,20	0,46	0,08	1,30	0,015	48	48	4,6	0,06	2,3	87	10	2,4	1,1
Festuca pratensis	0,22	0,44	0,09	1,32	0,015	24	53	5,2	0,02	2,0	88	8	2,5	1,1
Trifolium pratense	0,24	2,45	0,30	1,69	0,035	34	101	8,0	0,10	10,2	48	124	0,6	0,3
Trifolium repens	0,32	1,63	0,27	2,50	0,031	36	185	20,2	0,08	5,1	81	73	1,3	0,6
Lotus corniculatus	0,22	1,77	0,22	1,10	0,058	50	112	12,0	0,13	8,0	19	85	0,6	0,3
Taraxacum officinale	0,47	2,54	0,58	3,22	0,094	52	240	7,8	0,10	5,4	34	129	1,0	0,5
Alchemilla vulgaris	0,31	1,67	0,22	2,37	0,030	133	183	7,3	0,18	5,4	79	71	1,3	0,6
Ranunculus acer	0,30	1,79	0,28	2,22	0,030	78	129	12,1	0,12	6,0	74	84	1,1	0,5
Rumex acetosa	0,34	0,87	0,24	2,94	0,022	56	99	17,3	0,13	2,6	134	30	2,6	1,2
Galium Mollugo	0,30	2,04	0,23	2,08	0,031	49	165	10,1	0,31	6,8	67	92	0,9	0,4
Anthriscus sylvestris	0,29	2,14	0,26	2,36	0,028	56	102	5,7	0,31	7,4	84	100	1,0	0,5
Heracleum Sphondylium	0,35	2,08	0,40	1,96	0,058	84	111	20,3	0,32	5,9	34	103	0,8	0,4

Natrium: Der Natriumgehalt des schweizerischen Wiesenfutters ist immer viel zu niedrig. Er kann durch natriumhaltige Dünger praktisch nicht wirksam erhöht werden. Bei einem hohen Kaliumangebot wird die Natriumaufnahme außerdem sehr beeinträchtigt, wodurch sich das bekannte weite, für die Tiere ungünstige K : Na-Verhältnis im Futter namentlich von Güllewiesen ergibt.

Magnesium: Der Gehalt steigt an bei Vermehrung des Klee- und namentlich des Kräuteranteils am botanischen Bestand. Die Magnesiumaufnahme durch die Pflanze ist ungefähr im pH-Bereich von 5,4–6,7 (sauer bis schwach sauer) optimal. Reichliches Kaliumangebot hemmt die Aufnahme von Magnesium (wie auch von Kalzium); daraus resultiert ein für die Tiere ungünstiges Verhältnis von K : (Ca + Mg). Zur Verbesserung des Magnesiumgehaltes können, wenn nötig, magnesiumhaltige Dünger angewendet werden (Patentkali, Dolomit, auch Kompost und Klärschlamm). Auf die hohen Magnesiumgehalte des Futters von dolomitischen und serpentinischen Verwitterungsböden (0,5–1% Magnesium in der Trockensubstanz) wurde schon hingewiesen.

Mangan: Der Mangangehalt unterliegt viel stärker dem Einfluß der Bodenreaktion als dem des botanischen Bestandes. Bei saurer Bodenreaktion ist die Manganaufnahme durch die Pflanzen viel besser (im Gegensatz zu Molybdän) als bei neutraler oder alkalischer Reaktion.

Kupfer, Zink, Kobalt: Kleearten und besonders Kräuter sind oft reicher an diesen Mikroelementen als Gräser; der Gehalt des Futters an Spurenelementen hängt daher stark von der botanischen Zusammensetzung ab. Obwohl der Einfluß der Bodenreaktion auf die Nährstoffaufnahme durch die Pflanze verhältnismäßig gering ist, kann eine Kalkung die Aufnahme beeinträchtigen. Durch Verwendung von Klärschlamm wird der Gehalt an gewissen Spurenelementen im Futter eventuell erhöht. Dasselbe gilt auch für mikronährstoffhaltige Handelsdünger.

Wie bereits eingangs am Beispiel Magnesium dargelegt wurde, ist die mineralstoffliche Wirkung eines Futters nicht nur von dessen Gehalt an Aschebestandteilen, sondern auch von der Ausnutzbarkeit der letztgenannten Stoffe abhängig. Deshalb ist das Vegetationsstadium, bei welchem das Futter geschnitten wird, von wesentlicher Bedeutung. Obwohl es kaum möglich ist, eine für alle Fälle gültige Regel aufzustellen, weisen die Erfahrungen doch darauf hin, daß frühzeitig gewonnenes Heu einem spätgeschnittenen Futter sowohl in bezug auf Eiweißgehalt und Stärkewert als auch in mineralstofflicher Hinsicht – besonders was den Gehalt an Phosphor, Kupfer und Zink sowie das Ca : P-Verhältnis betrifft – im allgemeinen deutlich überlegen ist. Anderseits vermag aber auch ein zu junges Grünfutter wegen seiner besonderen mineralstofflichen und übrigen chemischen Beschaffenheit den Mineralstoffhaushalt der Tiere empfindlich zu stören (zum Beispiel Weidetetanie).

In der Regel ist der Mineralstoffgehalt im Emd größer als der im Heu. Einen wesentlichen Einfluß auf den Mineralstoffgehalt des Futters hat u.U.

Tabelle 12 Mittlerer Gehalt an Mikroelementen in der Trockensubstanz von 8 Futterproben aus Naturwiesen.

Pflanzengruppe	Cu ppm	Co ppm	Fe ppm	Mn ppm	Mo ppm	Zn ppm
Gräser	7,0	0,07	124	68	0,77	30
Kleearten	11,9	0,09	156	48	1,05	33
Kräuter	13,1	0,17	167	72	0,74	41

Tabelle 14 Nährstoff- und Mineralstoffgehalt der Stengel und Blätter von Gräsern und Rotklee in der Trockensubstanz.

Futterpflanzen	Pflanzen-teile	Roh-eiweiß %	Roh-faser %	Ca %	P %	K %	Mg %	Na %	Mn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Co ppm
Verschiedene Gräser aus einer Naturwiese (Güllewiese)	Stengel Blätter	4,2 13,5	41,4 28,7	0,22 0,52	0,27 0,38	3,16 4,10	0,07 0,13	0,03 0,03	18 27	54 56	1,7 6,6	0,06 0,07
Rotklee aus 2jähriger Kunstuweise	Stengel Blätter	8,9 20,5	28,9 18,1	1,02 2,18	0,26 0,36	2,16 2,49	0,16 0,25	0,03 0,13	34 64	67 128	4,0 12,4	0,05 0,11

die Art des Ernteverfahrens. Bei der Dürrfutterbereitung kommen nach Crasemann (1952) die folgenden Ursachen für eine Veränderung des Mineralstoffgehaltes in Frage:

1. Relative Anreicherung der Mineralstoffe infolge von Verlusten an organischem Material durch Pflanzenatmung und Gärung.
2. Auslaugung leicht löslicher Mineralstoffe durch Regen.
3. Selektive Wirkung auf den Mineralstoffgehalt bei Blattabfall infolge mechanischer Bearbeitung des Erntegutes.

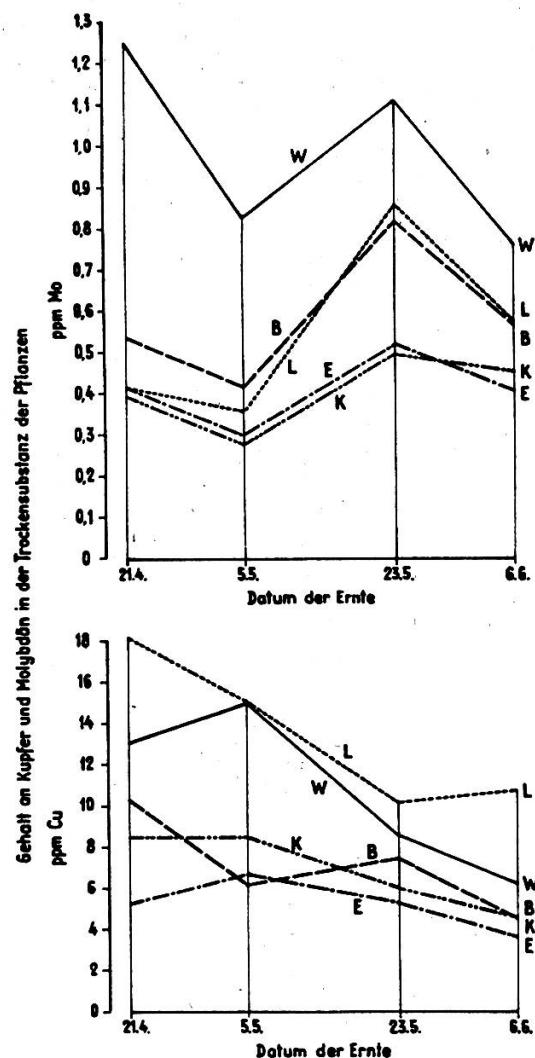


Abb. 5 Molybdän- und Kupfergehalt in der Trockensubstanz von 5 Futterpflanzen bei verschiedenen Schnittzeiten.

Nach Crasemann (1934) unterscheidet sich die Dürrfuttertrockensubstanz bei Boden- und Gestelltrocknung im Aschegehalt nur wenig von der Trockensubstanz des frischen Ausgangsmaterials. Immerhin muß mit einer geringen Verminderung des Mineralstoffgehaltes namentlich an Kalium und Kalzium gerechnet werden. Für den Mineralstoffgehalt des Dürrfutters ist jedoch die Zusammensetzung des frischen Ausgangsmaterials maßgebender als das Ernteverfahren. Nach Kirchgessner (1965) können allerdings bei der Bodentrocknung die Gehalte an gewissen Elementen wie Eisen, Kobalt

und Zink – bezogen auf 1 kg Substanz – durch relative Anreicherung um so höher werden, je stärker die Niederschläge waren und je länger die Trocknung dauerte, d.h. je größer der Verlust an Nährstoffen (organischer Substanz) war. Unter den gleichen Witterungsbedingungen soll jedoch der Kupfergehalt abnehmen.

Bei zweckmäßiger Heubelüftung ist – verglichen mit den Verhältnissen der Bodentrocknung – eine gewisse Verminderung der Verluste an organischer und anorganischer Substanz möglich, doch wird der Mineralstoffgehalt des Trockengutes kaum verändert (Watson und Mitarb. 1960 sowie mündliche Angaben der Gutsverwaltung und Versuchsanstalt Liebefeld). Auch bei der künstlichen Grastrocknung sind die Mineralstoffgehalte des frischen Ausgangsmaterials und des Trockengutes ungefähr dieselben.

Nach den Analysenwerten in Tabelle 14 zu schließen, erleidet das Futter merkbare Einbußen im Mineralstoffgehalt durch das Abbröckeln von Blattmaterial während des Trocknens, wobei auch noch mit einer eventuellen schlechteren Ausnutzung des restlichen stielreicheren Futters zu rechnen ist.

Silagen, die ohne Mineralsäurezusatz hergestellt werden, unterscheiden sich in mineralstofflicher Hinsicht kaum vom pflanzlichen Ausgangsmaterial. Bei der Bereitung von Silofutter mit Mineralsäure als Sicherungszusatz treten nicht nur Verluste an leicht auslaugbaren Mineralstoffen – vor allem an Kalium und Natrium –, sondern auch an organischem Material auf. Doch ist der Mineralstoffgehalt der Silage-Trockensubstanz im allgemeinen nicht wesentlich geringer als der des Ausgangsmaterials.

Schlußfolgerungen

Um in Zukunft die Ursachen von Fruchtbarkeitsstörungen beim Rind besser erfassen zu können, wird es notwendig sein, in Futterproben – nebst vollständigen Mineralstoffanalysen – auch Bestimmungen von gewissen organischen Stoffen (z.B. östrogen wirksame) durchzuführen. In die chemischen Untersuchungen sind nebst Rauhfuttern auch andere, wirtschaftseigene Futter sowie Handelsfutter (Kraftfutter, Futterspezialitäten) miteinzubeziehen. Zu Vergleichszwecken sollten auch möglichst benachbarte Betriebe, deren Tiere nicht an Fruchtbarkeitsstörungen leiden, ebenfalls nach denselben Gesichtspunkten und Methoden untersucht werden. Eine enge Zusammenarbeit zwischen den Vertretern der einzelnen Fachdisziplinen (Veterinärmediziner, Fütterungsfachleute, Agrikulturchemiker) ist eine unerlässliche Notwendigkeit, um die Ursachen von Fruchtbarkeitsstörungen mit größeren Erfolgsaussichten ergründen zu können.

Zusammenfassung

In der Mineralstoffversorgung der Wiederkäuer nimmt das Wiesenfutter, frisch oder in konservierter Form, einen breiten Raum ein. Angeregt durch das Auftreten von «Lecksucht» beim Rind wurden in der Schweiz Wiesenfutterproben erstmals von

Ritter (1929) systematisch auf den Mineralstoffgehalt untersucht. Zwischen dem Auftreten von Fruchtbarkeitsstörungen beim Rind und dem Mineralstoffgehalt bestehen zum Teil enge Beziehungen. Vor allem in Berggebieten (Voralpen und Hochjura) wurden niedrige Phosphorgehalte und weite Ca:P-Verhältnisse des Futters als Ursache von Fruchtbarkeitsstörungen festgestellt. Das schweizerische Wiesenfutter leidet im allgemeinen viel eher unter Phosphor- als unter Kalziummangel. Ganz ungenügend ist der Gehalt des Wiesenfutters an Natrium. Grünfutter von Wiesen, die reichlich mit Gülle gedüngt werden, weisen meistens einen überdurchschnittlich hohen Kaliumgehalt auf. Als mögliche Ursache für das Auftreten von Fruchtbarkeitsstörungen kommt dabei weniger der Absolutgehalt an Kalium als das gestörte Verhältnis dieses Elementes zu andern Mineralstoffen [wie K:Na, K:(Ca + Mg)] in Frage. Unsere Kenntnisse über die Gehaltsanforderungen – wenigstens was die Mikroelemente betrifft – sind noch sehr unsicher. Deshalb kann auch nicht mit Bestimmtheit entschieden werden, inwieweit Fruchtbarkeitsstörungen durch einen Mineralstoffmangel im Wiesenfutter verursacht werden. Namentlich in den intensiv geführten Betrieben des schweizerischen Mittellandes ist es oft recht schwierig, zwischen dem Auftreten von Fruchtbarkeitsstörungen und dem Mineralstoffgehalt des Futters einen direkten Zusammenhang festzustellen. Dennoch ist es angezeigt, auf eine gute mineralische Zusammensetzung des Wiesenfutters zu achten.

Ein artenreicher botanischer Bestand mit Gräsern, Kleearten und Kräutern sowie eine ausgewogene Nährstoffversorgung durch zweckmäßige Verwendung von Hof- und Handelsdüngern bieten die beste Gewähr für eine gute mineralische Beschaffenheit des Wiesenfutters. Frühzeitig gewonnenes Heu ist einem spät geschnittenen Futter vorzuziehen. In der Regel ist der Mineralstoffgehalt des Emdes größer als der von Heu. Obschon bei verschiedenen Konservierungsformen mehr oder weniger große Verluste an organischen Stoffen auftreten können, wird der Mineralstoffgehalt durch den Konservierungsvorgang im allgemeinen nur unwesentlich verändert. Dagegen erleidet das Futter durch Abbröckeln von Blattmaterial (z.B. bei der Heubereitung) mehr oder weniger große Einbußen an Mineralstoffen.

Résumé

Dans l'alimentation minérale des ruminants, le fourrage de prairie occupe une place importante, que ce soit sous forme fraîche ou sous forme concentrée. En Suisse, des analyses quant à la teneur en éléments minéraux des fourrages de prairies furent entreprises pour la première fois systématiquement par Ritter (1929), à la suite de l'apparition de la «maladie du lécher» chez le bétail bovin.

Des relations étroites existent dans certains cas entre l'apparition des troubles de la fertilité et la teneur des fourrages en éléments minéraux. Dans les zones de montagnes (Préalpes et Haut Jura), il a été en particulier décelé dans les fourrages de faibles teneurs en phosphore, comme aussi des rapports Ca:P élevés, circonstances auxquelles l'on a attribué les causes des troubles de fécondité. Le fourrage des prairies suisses souffre généralement davantage d'une carence en phosphore que d'une déficience en calcium. Par ailleurs, la teneur de ce fourrage en sodium est presque toujours nettement insuffisante.

Le fourrage vert des prairies abondamment fumées au purin révèle le plus souvent une teneur en potassium au-dessus de la moyenne. C'est d'ailleurs bien moins à la valeur absolue de la teneur en potasse qu'au mauvais équilibre de cet élément par rapport aux autres minéraux [par exemple K:Na, K:(Ca + Mg)] qu'il convient d'attribuer les causes possibles d'apparition des troubles de fécondité. Nos connaissances quant aux exigences des plantes fourragères en éléments minéraux – du moins en ce qui concerne les micro-éléments – sont encore très peu sûres.

C'est pourquoi, on ne peut non plus déterminer avec précision la part que peuvent prendre les carences minérales des fourrages de prairie dans l'apparition des troubles

de fécondité. Dans les exploitations intensives du Plateau suisse, il est, en particulier, souvent très difficile d'établir une relation quelconque entre l'apparition de ces troubles et la teneur des fourrages en éléments minéraux. Il est toutefois toujours indiqué de prêter attention à ce que la composition minérale des fourrages de prairie soit favorable. Une composition botanique riche en espèces diverses (graminées, légumineuses et autres plantes), comme aussi une alimentation équilibrée, résultant de l'utilisation judicieuse d'engrais de ferme et d'engrais du commerce, constituent la meilleure assurance pour une bonne composition minérale du fourrage. Une fenaison hâtive est préférable à une récolte tardive. En général, la teneur en éléments minéraux d'un regain est plus élevée que celle d'un foin.

Bien que des pertes plus ou moins importantes en corps organiques ou inorganiques puissent se produire sous l'influence de diverses techniques de conservation, la teneur en éléments minéraux n'est généralement que fort peu touchée par le processus de conservation. En revanche, le fourrage subit des pertes plus ou moins lourdes en éléments minéraux par le bri des feuilles, par exemple lors de la préparation des foins.

Conclusions

Afin de pouvoir saisir dans l'avenir avec plus de précision les causes des troubles de la fécondité chez le bétail bovin, il s'avèrera nécessaire d'effectuer dans les échantillons de fourrages, à côté des analyses minérales complètes, également des déterminations de certains corps organiques, par exemple de certains produits cestrogènes. Parallèlement aux fourrages bruts, il conviendra de soumettre à l'analyse chimique également d'autres fourrages de la ferme, comme aussi des produits commerciaux (concentrés, préparations spéciales). Aux fins de comparaison, il conviendrait de soumettre aux mêmes investigations, en utilisant les mêmes critères et les mêmes méthodes, les exploitations les plus rapprochées, mais dont le bétail ne souffrirait pas de troubles de fécondité. Une collaboration très étroite entre les représentants des diverses disciplines (vétérinaires, spécialistes de l'affouragement, chimistes agricoles) est une obligation primordiale, si l'on veut tenter de déterminer avec quelque chance de succès les causes des troubles de fécondité chez le bétail bovin.

Riassunto

Nell'approvvigionamento in minerali dei ruminanti, il foraggio da prato, fresco o conservato, ha un grande valore. Partendo dalla «mania del leccare» nel bovino, Ritter, per primo in Svizzera, eseguì sistematiche prove sul contenuto minerale dei campioni di foraggio da prato. Fra la comparsa dei disturbi della fecondità nel bovino ed il contenuto minerale esiste una stretta relazione. Specialmente nelle zone montagnose (Prealpi e Giura) si riscontrano deboli contenuti in fosforo ed ampi rapporti Ca:P del foraggio, quale causa di disturbi della fecondità. Il foraggio da prato svizzero è in generale più carente di fosforo che di calcio. Insufficiente è il contenuto sodico. Erba di prati, abbondantemente irrorati con colaticcio, ha spesso un tenore medio di calcio. Quale causa probabile per l'insorgenza di disturbi della fecondità ha meno importanza il contenuto assoluto di potassio, il rapporto alterato di questi elementi con altri [P:Na, K:(Ca + Mg)]. Le nostre conoscenze sulle esigenze in contenuto – almeno per quanto concerne i microelementi – sono ancora molto imprecise. Perciò non si può dire con sicurezza in quale misura i disturbi della fecondità siano causati da una carenza minerale nel foraggio da prato. Specialmente nelle aziende a cultura intensiva dell'Altipiano svizzero è spesso difficile stabilire un rapporto diretto fra disfunzioni della fecondità e tenore minerale del foraggio. Tuttavia è indicato prestare attenzione alla composizione minerale del foraggio da prato. Un ricco assortimento botanico di erbe, trifogli, ed equilibrato approvvigionamento nutritivo, ottenuto con concimi aziendali e del commercio, offrono la miglior garanzia per una buona composizione foraggera. Fieno sfalcato precocemente è migliore di quello tagliato troppo

tardi. Di regola il contenuto in minerali dell'agostano è superiore a quello del maggengo. Sebbene nei diversi sistemi di conservazione si registri una perdita più o meno grande di sostanze minerali, in generale le modificazioni sono irrilevanti. Per contro il foraggio, con la perdita del fogliame per rottura, come avviene nella preparazione del fieno, perde una parte più o meno rilevante di minerali.

Considerazioni finali

Per potere individuare meglio in futuro i disturbi della fecondità nel bovino, sarà necessario eseguire non solo le analisi complete dei minerali, ma anche delle parti organiche (per es. con funzioni estrogene). Nell'esame chimico, accanto al foraggio greggio, si dovranno esaminare anche altri foraggi aziendali e del commercio (concentrati, specialità). A titolo di raffronto si dovrebbero controllare anche aziende vicine, che non presentano disturbi della fecondità, usando eguali metodi e punti di riferimento. Una stretta collaborazione fra rappresentanti delle singole discipline (medici veterinari, mangimisti, chimici agrari) è una necessità assoluta, per individuare con successo le cause dei disturbi della fecondità.

Summary

In the mineral supply of ruminants a large part is played by meadow fodder, either fresh or in preserved form. Actuated by the appearance of licking sickness among cattle, Ritter (1929) was the first in Switzerland to examine samples of meadow fodder systematically for their mineral content. Between the appearance of fertility disturbances among cattle and the mineral supply there are some close connections. Especially in mountainous districts (the lower Alps and the high Jura) low phosphorus content and discrepant Ca:P proportions in the fodder were proved to be the cause of fertility disturbances. In general meadow fodder in Switzerland suffers more from a lack of phosphorus than of calcium, and its sodium content is quite insufficient. Green fodders from meadows which are well-treated with liquid manure usually show an above-average potassium content. When this is so, the possible cause of fertility disturbances is to be found less in the absolute potassium content than in the faulty proportion of this element to the other minerals [e.g. K:Na or K:(Ca+Mg)]. Our knowledge of what mineral contents are necessary is still very uncertain, at least as regards the micro-elements. For this reason we cannot with any certainty decide to what extent fertility disturbances are caused by lack of minerals in the meadow fodder. It is often very difficult, especially in the intensively-run farms of the Swiss plateau, to ascertain a direct connection between the rise of fertility disturbances and the mineral content of the fodder. Yet it is nonetheless advisable to take care that the meadow fodder has a good mineral consistency. A varied botanical content of grasses, clovers and herbs and a balanced supply of nourishment by rational application of natural and artificial manures offers the best guarantee for a good mineral consistency of the meadow fodder. Early-made hay is to be preferred to late-cut fodder. Usually the mineral content of the second crop is greater than that of the first hay crop. Although various methods of preserving fodder can cause more or less serious loss of organic matter, the mineral content is usually not significantly changed during the process of preservation. On the other hand the fodder suffers more or less serious loss of minerals through the breaking off of leaf-matter (e.g. during hay-making).

Conclusions

In order to be able to understand more fully in future the causes of fertility disturbances among cattle it will be necessary to carry out in fodder tests not only complete mineral analyses but also determinations of certain organic matters (e.g. those with

oestrogenic effect). In the chemical examinations besides natural fodders must be included other specific fodders as well as commercial ones (concentrates, special feeding-stuffs). For purposes of comparison, neighbouring farms where the animals do not suffer from fertility disturbances should as far as possible be examined according to the same methods and aspects. A close co-operation among representatives of the various special branches (veterinary surgeons, nutrition experts, agricultural chemists) is necessary to be able to investigate the causes of fertility disturbances with greater chances of success.

Literatur

- Agricultural Research Council:* The Nutrient Requirements of Farm Livestock No. 2, 1965. – Anke M.: Der Mengen- und Spurenelementgehalt des Rinderhaares als Indikator der Kalzium-, Magnesium-, Phosphor-, Kalium-, Natrium-, Eisen-, Zink-, Mangan-, Kupfer-, Molybdän- und Kobaltsversorgung. Arch. f. Tierern. 15, 461–468, 469–485 (1965), 16, 57–75, 199–213 (1966). – Bentley O.G. und Phillips H.P.: The effect of low manganese rations upon dairy cattle. J. Dairy Sci. 34, 396–403 (1951). – Bosch S., Grift J. van der und Hartmans J.: Manganbehoefte bij opgroeiende en lacterende runderen. Verslagen van Landbouwk. Onderzoeken 666 (1965). – Brünner F.: Der Einfluss der Phosphorsäuredüngung auf Gesundheit und Fruchtbarkeit unserer Tierbestände. Die Phosphorsäure 15, 278–291 (1955). – Butler E. J.: The mineral element content of spring pasture in relation to the occurrence of grass tetany and hypomagnesaemia in dairy cows. J. Agric. Sci. 60, 329–340 (1963). – Crasemann E.: Über den Einfluß der Boden- und Gerüsttrocknung auf den Mineralstoffgehalt des Dürrfutters. Landw. Jahrb. d. Schweiz 48, 588–597 (1934). – Crasemann E.: Mineralstoffhaushalt und Mineralstoffversorgung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Schweiz. Arch. f. Tierheilk. 94, 445–461 (1952). – Glauser A.: Über die Beziehungen der Aschezusammensetzung von Weidepflanzen zum Muttergestein ihrer Böden unter besonderer Berücksichtigung der die Lecksucht (Pica) begünstigenden chemischen Faktoren. Vierteljahrsschr. der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 96, 1–85 (1951). – Grashuis J., Lehr J.J., Beuvery L.L.B. und Beuvery Asman A.: Mangandefizientie bij rundvee. Mededeling «De Schothorst» Hoogland, 1953. – Groth W.: Ge genwartsprobleme der Tierhygiene und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft. Bayer. Landw. Jahrb. 44, Sonderheft 2, 21–34 (1967). – Grünigen F. von: Über die Beziehungen zwischen dem Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters und dem Auftreten von Mangelkrankheiten in der Schweiz. Schweiz. Landw. Monatsh. 23, 297–321 (1945a). – Grünigen F. von: Das Auftreten von Mangelkrankheiten bei unseren Haustieren. Schweiz. Bienen-Ztg. 68, N. F. 2 87–290 (1945b). – Grünigen F. von: Über die verschiedenen Formen der Mangelkrankheiten bei unserem Rind. Die Grüne 76, 825–832 (1948). – Grünigen F. von: Lecksucht und Schlärmingigkeit als Mangelkrankheit unserer Haustiere. Schweiz. Bauer 100, 7 und 9 (1946). – Grünigen F. von, Keller K. und Pulver H.: Beobachtungen und Untersuchungen über eine Mangelkrankheit bei Junggrindern. Schweiz. Arch. f. Tierheilk. 89, 286–305 (1947). – Hasler A.: Zur Kenntnis des Natriumgehaltes von Rauhfutter und einigen Futterpflanzen. Schweiz. Landw. Forschg. 1, 60–73 (1962). – Hasler A., Schleiniger J. und Schnetzer H.L.: Beitrag zur Kenntnis des Magnesiumgehaltes schweizerischen Wiesenfutters. Schweiz. Landw. Forschg. 5, 375–392 (1966). – Hawkins G.E. jr., Wise G.H., Matrone G., Waugh R.K. und Lott W.L.: Manganese in the nutrition of young dairy cattle fed different levels of calcium and phosphorus. J. Dairy Sci. 38, 536–547 (1955). – Hemingway R.G.: Phosphorus and the ruminant. Outlook on Agriculture 5, 172–180 (1967). – Jucker H.: Zur Mineralstoffversorgung beim Rindvieh. Die Grüne 82, 19–24 (1954). – Kemp A.: Hypomagnesaemia in milking cows: The response of serum-magnesium to alteration in herbage composition resulting from potash and nitrogen dressings on pasture. Netherl. J. Agric. Sci. 8, 281–304 (1960). – Kemp A. und t'Hart M.L.: Grass tetany in grazing milking cows. Netherl. J. Agric. Sci. 5, 4–17 (1957). – Kemp A., Deijs W.B., Hemkes O.J. und Es A.J.H. van: Hypomagnesaemia in milking cows: intake and utilization of magnesium from herbage by lactating cows. Netherl. J. Agric. Sci. 9, 134–149 (1961). – Kirchgessner M.: Zur Spurenelementversorgung und Spuren elementverfügbarkeit. Europ. Vereinig. f. Tierzucht. Komm. f. Tierernähr. Noordwijk No 425/65, 1965. – Kirchgessner M. und Friescke H.: Wirkstoffe in der praktischen Tierernährung. Bayer. Landwirtschaftsverlag München, Basel, Wien 1966. – Koetsveld E.E. van: The manganese and copper contents of hair as an indicator of the feeding condition of cattle regarding manganese and copper. Tijdschr. v. Diergeneesk. 83, 229–236 (1958). – Konermann H.: Verbesserung der Fruchtbarkeit und Erhöhung der Kälberzahlen durch

landwirtschaftliche Maßnahmen. *Der Tierzüchter* 18, 518–521 (1966). – Krupski A., Huber H., Grünigen F. v., Quervain F. de und Ulrich H.: Beziehungen zwischen Bodenbeschaffenheit und Gehalt des Futters an lebenswichtigen Mineralstoffen. *Schweiz. Arch. f. Tierheilk.* 89, 476–548 (1947). – Künzi N.: Beobachtungen über den Futterverzehr von Milchkühen. *Schweiz. Landw. Monatshefte* 43, 294–306 (1965). – Lehr J.J.: Symptoms of sodium deficiency in animals and results of too large dosages of sodium chloride. *Tijdschr. v. Diergeneesk.* 86, 729–740 (1961). – Marek J. und Wellmann O.: Die Rachitis, biochemischer Teil, Verlag Gustav Fischer, Jena 1932. – Maynard L.A. und Loosli J.K.: Animal Nutrition, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, Toronto, London 1962. – Munk H.: Über den Mineralstoffbedarf und die Mineralstoffversorgung der Wiederkäuer auf der Weide. *Bayer. Landw. Jahrb.* 41, 165–222 (1964). – Naumann K.: Weidetetanie oder nicht? *Der Tierzüchter* 14, 314–315 (1962). – Nieschlag F.: Die Düngung in der Praxis, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1963. – Ritter E.: Zum gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über Lecksucht (Pica), Knochenbrüchigkeit (Osteoporose), Knochenerweichung (Osteomalacie) usw. unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Betrachtungsweise. *Landw. Jahrb. d. Schweiz* 43, 491–526 (1929). – Ritter E.: Zur Frage der Mineralstoffernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. *Schweiz. Landw. Monatshefte* 9, 15–21 (1931). – Russell F.C. und Duncan D.: Deficiencies and excesses in relation to animal health, Commonwealth Bureau of Animal Nutrition, Techn. Commun. Nr. 15, 2nd Edition 1956. – Schiller H., Lengauer E., Gussenleiter J., Hofer B. und Blöchl F.: Fruchtbarkeitsstörungen bei Rindern im Zusammenhang mit dem Mineralstoff-Gehalt des Wiesenfutters und einigen Faktoren der Wirtschaftsführung. Eine Untersuchung im Tertiärgebiet des Inn- und Hausruckviertels. Öster. Agrarverlag, Wien 1962. – Schiller H., Lengauer E., Gussenleiter J., Hofer B., Voak H. und Meissner H.: Fruchtbarkeitsstörungen bei Rindern im Zusammenhang mit Düngung, Flora und Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters. Eine Untersuchung im Kristallin des Mühlviertels. Öster. Agrarverlag, Wien 1967. – Schneeberger H.: Beobachtungen an Kühen über den Verzehr an verschiedenen geschnittenem Gras. *Schweiz. Landw. Forschg.* 5, 319–336 (1966). – Schürch A.: Sömmerungsweiden und Fütterung. *Die Grüne* 95, 1324–1333 (1967). – Stählin A.: Über den Futterwert wichtiger Naturwiesenpflanzen. *Die Grüne* 94, 1023–1033 (1966). – Tgetgel H.: Beobachtungen über Osteomalacie (Giallera, Malmglier) im Engadin. *Schweiz. Arch. f. Tierheilk.* 70, 126–158 u. 183–197 (1928). – Truninger E. und Grünigen F. von: Über den Mineralstoffgehalt einiger unserer wichtigsten Wiesenpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der physiologischen Bedeutung des Kalis im Wiesenfutter. *Landw. Jahrb. d. Schweiz* 49, 101–127 (1935). – Underwood E.J.: Trace-elements in human and animal nutrition, Academic Press, New York, 2nd Edition 1962. – Underwood E.J.: The mineral nutrition in livestock. Central Press, Aberdeen 1966. – Watson S.J. und Nash M.J.: The conservation of grass and forage crops. Edit. Oliver and Boyd, Edinburgh and London 1960. – Wind J., Deijs W.B. und Kemp A.: Hogere vetzuren in het voedsel en hun mogelijke rol bij het optreden van hypomagnesemie in de weide. *Jaarboek I.B.S. mededeling* 322, 91–100 (1966). – Wöhlbier W. und Kirchgessner M.: Der Gehalt von einzelnen Gräsern, Leguminosen und Kräutern an Mengen- und Spurenelementen. *Landw. Forschg.* 10, 240–251 (1957). – Wöhlbier W. und Kirchgessner M.: Der Bedarf der Tiere an Spurenelementen. *Landw. Forschg.* 16. Sonderh. 18–26 (1962).

Illustriertes Bestimmungsbuch für Wiesen- und Weidepflanzen des mitteleuropäischen Flachlandes. Teil C: Schmetterlingsblütler (einschließlich kleeartige Ackerfutterpflanzen). Fr. 4.95. Von Dipl.-Landwirt R. Kiffmann, Freising-Weißenstephan. 65 Seiten, 130 Abbildungen. Das Buch ist aus dem Selbstverlag des Verfassers, Graz (Österreich), Geidorfgürtel 34, zu beziehen.

Der vorliegende Band ist ein Teil eines größeren, reichbebilderten und allgemein verständlich verfaßten Bestimmungswerkes für die Wiesen- und Weidepflanzen Mitteleuropas und dient vor allem dem Kennenlernen und Bestimmen der Kleearten im blühenden und nichtblühenden Zustand. Es ist auch für den Tierarzt auf dem Lande, der sich mit Fragen der Tierernährung zu befassen hat, recht wertvoll.

H. U. Winzenried, Zürich