

Zum Mineralstoffgehalt wirtschaftseigener Futtermittel

Professor Dr. J. Pallauf

Institut für Tierernährung der Universität Giessen

Einleitung

Die Beurteilung der Mineralstoffversorgung unserer Nutztiere setzt neben der möglichst genauen Kenntnis des jeweiligen Bedarfes, der für praktische Empfehlungen in der Regel in Form von "Richtzahlen für den Bruttobedarf" angegeben wird, die analytische Ermittlung des Mineralstoffgehaltes der eingesetzten Futtermittel voraus. Aus Mineralstoffkonzentration und Futteraufnahme läßt sich dann die Gesamtzufuhr je Tier und Tag ermitteln und zur Charakterisierung der Versorgungslage dem Bruttobedarf gegenüberstellen. In der Praxis scheidet dieses so einfach erscheinende Verfahren jedoch vielfach daran, daß keine eigenen Analysenwerte zur Verfügung stehen. Deshalb muß in den meisten Fällen auf mehr oder minder repräsentative Durchschnittswerte aus Tabellen zurückgegriffen werden. Die teilweise recht unterschiedliche Verwertung der nativen Mineralstoffgehalte pflanzlicher Futtermittel kann dabei nur sehr pauschal berücksichtigt werden.

Das größte Problem stellen jedoch die extremen Schwankungen der Gehaltswerte zwischen den einzelnen und vor allem auch innerhalb der einzelnen wirtschaftseigenen Futtermittel dar. Die systematische Untersuchung von Ursachen und Ausmaß der Variabilität der Mineralstoffgehalte des Grundfutters erscheint deshalb besonders wichtig.

Im folgenden wird ausgehend von der Problematik statistischer Mittelwerte versucht, die Schwankungsbreite der Einzelwerte und deren Beeinflussbarkeit näher zu analysieren. Die Anforderungen der Tierernährung ergeben sich aus den Bedarfsnormen für die einzelnen Mineralstoffe. Die vorliegenden Ausführungen befassen sich dabei mit den Elementen Calcium, Phosphor, Natrium und Magnesium. Das ebenfalls essentielle Element Kalium ist im Grundfutter regelmäßig in so hohen Mengen enthalten, daß der Bedarf sicher gedeckt oder sogar um ein Vielfaches übertroffen wird. K kann deshalb im folgenden unberücksichtigt bleiben.

Aus dem Vergleich der je nach Pflanzenart, Düngung, Standort, Vegetationsstadium und Konservierung saisonal und regional differenzierten Mineralstoffgehalte von Einzelfuttermitteln bzw. Futterrationen mit dem Bedarf der Milchkuh sollen abschließend einige Konsequenzen für die mineralische Ergänzung der Futterration aufgezeigt werden.

Anforderungen der Tierernährung an den Mineralstoffgehalt

Der Mineralstoffgehalt wirtschaftseigener Futtermittel soll im günstigsten Fall den Bedarf unserer Nutztiere voll decken. Bei unserer intensiven tierischen Produktion ist dies jedoch nur äußerst selten gegeben. Voraussetzung für die genaue Beurteilung der Versorgungssituation ist ein definierter Bedarf. Für die vorliegende Arbeit werden die in der Kommission "Mineralstoffe" der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere und des Verbandes Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten erarbeiteten Richtzahlen als Grundlage unterstellt (Tabelle 1).

Tab 1: Richtzahlen zur Mineralstoffversorgung von Milchkühen (BECKER, 1971)

Leistungsstadium		Mineralstoffbedarf je Kuh (550 kg Lebendmasse) in g je Tag			
		Ca	P	Na	Mg
<u>Hochträchtigkeit</u>					
Trockenzeit 1. Hälfte		62	38	16	16
Trockenzeit 2. Hälfte		69	42	17	16
<u>Laktation</u>					
kg Milch	10	54	33	15	16
	15	69	42	19	19
	20	85	52	22	22
	25	100	61	25	25
	30	115	71	29	28

Das Ca : P-Verhältnis bleibt über alle Leistungsstadien mit 1,6 : 1 konstant. Für den Erhaltungsbedarf wurde eine Lebendmasse der Kuh von 550 kg unterstellt. In diesem Falle beträgt er rund 24 g Ca, 14 g P, 10 g Na und 10 g Mg pro Kuh und Tag. Bei einer auf 650 kg erhöhten Lebendmasse ergäbe sich für den reinen Erhaltungsbedarf eine Steigerung um 13 % und bei 700 kg

um rund 20 %. Die vorliegenden Normen stellen Richtzahlen für den Bruttobedarf dar. Die unvollständige Absorption aus dem Futter ist in diesen Zahlen bereits berücksichtigt. Für Ca wurde dabei eine durchschnittliche Verwertung von rund 50 %, für P von rund 60 %, für Na von rund 90 % und für Mg von rund 20 % unterstellt.

Als erste grobe Annäherung lassen sich aus diesen Richtzahlen anzustrebende Mindestgehalte an Mineralstoffen ableiten. Unterstellen wir eine Aufnahme von mindestens 10 kg Trockenmasse je Kuh und Tag auch in der Trockenzeit, so wären je kg Futter-Trockenmasse im allgemeinen Mindestgehalte von rund 6,5 g Ca; 4,0 g P; 1,7 - 2,0 g Na und 1,6 - 2,0 g Mg anzustreben. Diese Richtwerte werden allerdings nur sehr selten sicher genug erreicht. Für eine differenzierte Beurteilung ist die genaue Berechnung der jeweiligen Futterration erforderlich.

Einflußfaktoren auf den Mineralstoffgehalt wirtschaftseigener Futtermittel

Der Mineralstoffgehalt des Grundfutters wird hauptsächlich durch Pflanzenart, Standort und Düngung, Klima und Witterungsverlauf, Schnittzeitpunkt und Konservierungsverfahren beeinflusst. Auf dem Grünland spielt dabei die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe eine entscheidende Rolle. Im Falle von Dauergrünland kann diese jedoch durch Bewirtschaftungsmaßnahmen nur sehr begrenzt und langfristig beeinflusst werden. Ein Beispiel für die im Vergleich zu den Gramineen wesentlich höheren Mineralstoffgehalte von Leguminosen und Kräutern einer Wiesenarke gibt Tabelle 2.

Tab. 2. Gehalte von Gräsern, Kräutern und Leguminosen des Grünlandes an Mengenelementen (KIRCHGESSNER, 1975)

	g je kg Trockenmasse				Quotient
	Ca	P	Na	Mg	Ca/P
Gräser	4,2	2,9	0,09	1,2	1,4
Kräuter	14,9	4,3	0,14	4,1	3,5
Leguminosen	15,8	3,4	0,15	3,4	4,6

Mit einem Ca : P-Verhältnis von 1,4 : 1 entsprechen die Gräser in der Relation der beiden Elemente zueinander zwar annähernd der Be-

darfssituation der Milchkuh, die absoluten Gehalte sind bei allen vier Elementen jedoch viel zu niedrig. Bei Kräutern und auch bei Leguminosen liegen die P- und insbesondere die Mg-Werte erheblich höher. Durch den drei- bis vierfachen Anstieg der Ca-Gehalte ergibt sich für diese Pflanzengruppe allerdings ein sehr weites Ca : P-Verhältnis, das wiederum einer Korrektur durch andere Rationskomponenten bzw. durch Mineralfutter bedarf. Die Na-Gehalte sind in den Dikotyledonen gegenüber den Gräsern zwar ebenfalls erhöht, bleiben aber mit weniger als 10 % des bedarfsdeckenden Gehaltes trotzdem völlig unzulänglich. Sehr erhebliche Unterschiede im Mineralstoffgehalt treten darüber hinaus aber auch innerhalb der einzelnen Pflanzenarten zwischen verschiedenen Sorten auf (siehe COOPER, 1973), so daß auch eine züchterische Bearbeitung des Mineralstoffgehaltes möglich ist.

Calciumgehalt

In der Pflanze ist Ca im Gegensatz zu anderen Mineralstoffen nur in akropetaler Richtung beweglich. Ein Ca-Rücktransport aus den Blättern in andere Pflanzenorgane findet nicht statt, so daß es in den Blättern immer zu einer gewissen Ca-Akkumulation kommt (MENGEL, 1972).

Der Ca-Gehalt von Ca-Mangelpflanzen ist zwar reduziert, eine Anreicherung des Ca in der Pflanze durch Düngung dürfte über den normalen Gehalt hinaus allerdings kaum möglich sein. Mit ansteigendem pH-Wert des Bodens wurde jedoch teilweise eine Erhöhung des Ca-Gehaltes der Futterpflanzen festgestellt (FLEMING, 1973). Das Ca kommt in der Pflanze frei, sorptiv gebunden oder in Form verschiedener Ca-Salze, wie Phosphat, Carbonat, Oxalat und Phytat vor (MENGEL, 1972). Auf den wesentlich höheren Ca-Gehalt der Dikotyledonen im Vergleich zu den Gramineen wurde bereits hingewiesen. So ist beispielsweise auch Maissilage laut DLG-Tabelle (1973) mit $3,9 \pm 1,8$ g Ca je kg Trockenmasse durch einen sehr niedrigen Ca-Gehalt charakterisiert. Bemerkenswert ist bei den Ca-Gehalten des wirtschaftseigenen Futters, daß sie besonders hohe Schwankungen aufweisen.

Die Abhängigkeit des Ca-Gehaltes vom Schnittzeitpunkt ist nicht völlig eindeutig. In einigen Untersuchungen nahm der Gehalt in der

Trockenmasse mit fortschreitendem Wachstumsstadium zu (KIRCHGESSNER, 1957; MÜLLER und KIRCHGESSNER, 1972), in anderen Fällen reagierte er unbeständig (KIRCHGESSNER et al. 1967; MÜLLER et al. 1971). Mit fortschreitender Jahreszeit zeigt sich ein Anstieg der Ca-Gehalte (MÜLLER et al. 1971). Besonders niedrige Ca-Gehalte finden sich in sehr jungem Weideaufwuchs (WERNER, 1959).

Phosphorgehalt

Im Gegensatz zu Ca ist das Phosphat in der Pflanze gut beweglich und wandert überwiegend in die jungen Pflanzenteile. Die Phosphoreinlagerung geht damit der Bildung von organischen Gerüstsubstanzen voraus. Daraus ergibt sich bei fortschreitendem Wachstumsstadium ein sehr ausgeprägter Abfall der P-Konzentration in der Trockenmasse, der in einer Vielzahl von Untersuchungen nachgewiesen wurde (z.B. KIRCHGESSNER, 1957; KIRCHGESSNER et al. 1967; MÜLLER et al. 1971; MÜLLER und KIRCHGESSNER, 1972; RIEDER, 1974). Ein früher Schnitt ist deshalb für hohe P-Gehalte entscheidend.

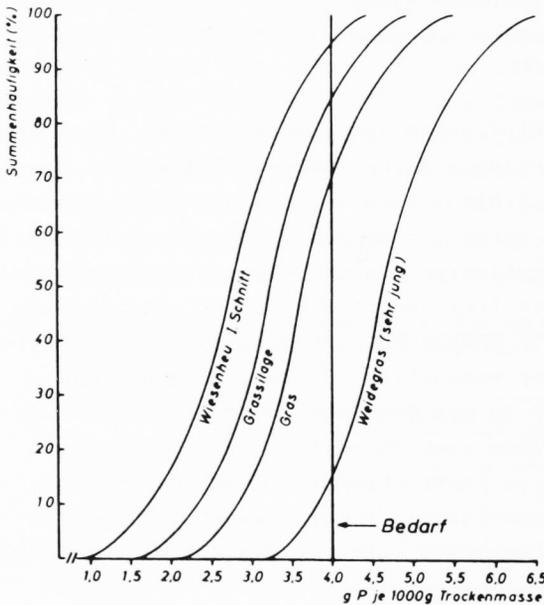


Abb 1: Summenprozentlinien von Phosphorgehalten wirtschaftseigener Futtermittel

Abbildung 1 zeigt nach Ergebnissen von WERNER (1959) sowie KAISER et al. (1968) schematisch den Verlauf von Summenprozentlinien der P-Gehalte, die von Weidegras zum Zeitpunkt des Weideauftriebes über Gras und Grassilage bis Wiesenheu 1. Schnitt sehr erheblich abfallen. Bei sehr jungem Weidegras liegen in den zugrundegelegten Untersuchungen nur 15 % der Einzelwerte unter 4 g P je kg Trockenmasse. Bereits bei normalen Grasproben hingegen steigt dieser Anteil auf 70 % und beträgt bei Grassilage 85 % und bei Wiesenheu, das häufig noch zu spät geschnitten wird, sogar rund 95 %.

Mit fortschreitender Jahreszeit gingen die P-Gehalte auf einer Weidelgras-Weißkleeweide um ca. 10 % zurück (MÜLLER et al. 1971).

Innerhalb der Gräser weist der horstbildende Rotschwengel (*Festuca rubra* var. *commutata*) besonders niedrige P-Gehalte auf. In Weidelgras und Knaulgras wurden höhere Gehalte an Phosphor gefunden als in Lieschgras sowie Wiesen- und Rohrschwengel (siehe hierzu FLEMING, 1973). Ebenso zeigte sich, daß verbesserte Bodenfeuchte zu ansteigenden P-Gehalten der Pflanzen führt, während Trockenheit den P-Gehalt senkt.

Durch P-Düngung läßt sich der P-Gehalt der wirtschaftseigenen Futtermittel deutlich anheben. Dabei wird fast ausschließlich der Gehalt der Pflanze an anorganischem Phosphat erhöht, während eine N-Düngung, die indirekt ebenfalls den P-Gehalt steigert, auch den Gehalt an Nukleoprotein-P erhöhen kann. Der Anteil des Phytin-P am Gesamt-P beträgt in vegetativen Pflanzenteilen, wie z. B. Heu, nur wenige Prozent, in Getreidekörnern hingegen finden sich zwischen 50 - 80 % des P als Phytin-P (BRUNE, 1969). Beim Keimen der Samen wird das Phytin mobilisiert und in andere P-Formen überführt (siehe MENGEL, 1972). Eine erhöhte N-Düngung führt nur dann zu verbesserten P-Gehalten, wenn dadurch keine Artenverschiebung in Richtung Gräser verursacht wird, wie dies bei zweischnittigen Wiesen sehr leicht eintreten kann.

Intensive P-Düngung und vorverlegter Nutzungszeitpunkt sind zweifellos die Hauptgründe für das merkliche Ansteigen der P-Gehalte des wirtschaftseigenen Grundfutters in den letzten Jahren, wie sich dies unter anderem auch aus den umfangreichen Erhebungen von MÜLLER und GAUER (1973) ergibt. In über 300 Weidegrasproben aus verschiedensten

Gebieten der Bundesrepublik, die zu Beginn des Weideauftriebes gezogen wurden, fand WERNER bereits 1959 mit durchschnittlich 4,8 g je kg Trockenmasse erstaunlich hohe P-Gehalte (siehe Abb. 1), die bei gleichzeitig sehr niedrigem Ca-Gehalt von nur 4,7 g Ca je kg Trockenmasse zu einem Ca : P-Verhältnis von rund 1 : 1,0 führten. Damit ist der sehr ungewöhnliche Fall gegeben, daß das Ca : P-Verhältnis in einem rationsbildenden wirtschafts-eigenen Grundfutter deutlich zu eng ist.

Natriumgehalt

Für die Pflanze ist Na weit weniger wichtig als für das Tier. So nimmt die Maispflanze bei gleichen Konzentrationen im Außenmedium etwa 50 mal mehr Kalium als Natrium auf (siehe MENGEL, 1972). Daraus ergeben sich auch bereits die geringen Erfolgsaussichten einer Na-Düngung zur Erhöhung der Na-Konzentration der Futterpflanzen. Lediglich Beta-Rüben und innerhalb der Gräser *Lolium perenne* zeichnen sich als mehr natrophile Pflanzen durch ein relativ hohes Aneignungsvermögen für Natrium aus. Die Na-Gehalte des Grünlandaufwuchses sind deshalb um so unbefriedigender, je weniger deutsches Weidelgras sich im Bestand befindet. Nur in weidelgrasreichen Beständen konnte der Na-Gehalt durch Na-Düngung verschiedentlich auch erheblich gesteigert werden. Eine Lösung des Versorgungsproblems in der Tierernährung ist dadurch nicht zu erwarten. Natrium kann als Beispiel dafür gelten, daß durch pflanzenbauliche Maßnahmen allein keine bedarfsdeckenden Mineralstoffgehalte erzielt werden können.

Magnesiumgehalt

Aufgrund des Ionenantagonismus kann die Mg-Aufnahme der Pflanze unter anderem bei hohen K-Gehalten des Bodens behindert sein. Unter den Gräsern, die insgesamt im Vergleich zu Kräutern und Leguminosen nur sehr geringe Mg-Gehalte aufweisen (siehe Tabelle 2), wurde für Rohrschwengel eine deutlich höhere Mg-Konzentration gefunden (siehe FLEMING, 1973).

Der Mg-Gehalt der Pflanzentrockenmasse nahm in den Untersuchungen von KIRCHGESSNER et al. (1967) in Luzerne und Rotklee sowie MÜLLER und GAUER (1973) in Heu und Grassilage mit zunehmendem Vegetationsstadium ab, während er auf einer Weidelgras-Weißklee-

weide (MÜLLER et al. 1971) und bei Löwenzahn (MÜLLER und KIRCHGESSNER, 1972) durch das Wachstumsstadium nicht eindeutig beeinflusst wurde. Mit fortschreitender Jahreszeit zeigte sich hingegen ein Anstieg der Mg-Gehalte (MÜLLER et al. 1971). Auf eine N-Düngung reagierte der Mg-Gehalt nur sehr begrenzt positiv (NIESCHLAG, 1965). Die Mg-Düngung wurde bisher in der Pflanzenernährung teilweise vernachlässigt und kann wesentlich zur Erhöhung der Mg-Gehalte beitragen (MENGEL, 1972). Zumindest bei kräuter- und leguminosenarmen Grünlandbeständen bleibt die Mg-Konzentration der Pflanzentrockenmasse jedoch selbst bei guter Mg-Versorgung des Bodens unbefriedigend.

Tabellenmittelwerte für die Mineralstoffgehalte einzelner Futtermittel und deren Gültigkeitsbereich aus statistischer Sicht

Tabellenangaben

Beim Fehlen eigener Analysen des Grundfutters, wie dies nicht die Ausnahme, sondern leider immer noch die Regel in der landwirtschaftlichen Praxis ist, müssen Mineralstoffgehalte anhand von Tabellenangaben geschätzt werden. Sehr umfangreiches und vielseitiges Analysenmaterial liegt den DLG-Futterwerttabellen (1973) sowie dem Futtermitteltabellenwerk von NEHRING et al. (1972) zugrunde. Für die nachfolgenden Ausführungen wird von den Mittelwerten und Standardabweichungen der DLG-Futterwerttabellen ausgegangen.

Tab. 3: Mittlere Mineralstoffgehalte von Grünfutter und Standardabweichung der Einzelwerte (DLG-Futterwerttabelle 1973)

Futterart	TM %	g pro kg Trockenmasse				Quotient Ca/P
		Ca	P	Na	Mg	
Weidegras	19	6,6 ± 2,9	3,9 ± 0,7	1,2 ± 0,8	1,9 ± 0,5	1,7
Wiesengras	21	9,1 ± 3,3	2,7 ± 1,0	0,6 ± 0,5	1,9 ± 0,6	3,4
Luzerne	22	20,9 ± 5,0	2,8 ± 0,5	1,0 ± 0,6	2,7 ± 0,8	7,5
Rotklee	22	15,3 ± 2,4	2,5 ± 0,4	0,4 ± 0,3	3,6 ± 0,6	6,1
Sommerraps	14	19,9 ± 7,1	4,2 ± 0,8	2,6 ± 1,1	2,9 ± 0,9	4,7

In Tabelle 3 sind die Gehalte an Ca, P, Na und Mg für einige typische Arten von Grünfutter zusammengestellt. Aus den Standardabweichungen (± Werte) gehen sehr deutlich die hohen Streuungen

hervor. Häufig liegen Variationskoeffizienten von 30 % und mehr vor. Im Vergleich zur ersten Auflage der DLG-Mineralstoffta-
belle (1960), werden für Weidegras anstatt 3,4 g P/kg Trocken-
masse neuerdings im Mittel aus über 900 Einzelanalysen 3,9 g
P/kg TM angegeben. Ansonsten läßt sich jedoch aus den neuen
DLG-Tabellen keine allgemeine Tendenz zu inzwischen gestiege-
nen P-Gehalten des wirtschaftseigenen Grundfutters ablesen.

Während bei Weidegras, bedingt nicht zuletzt durch die frühe
Nutzung, laut DLG-Tabelle ein günstiger Ca/P-Quotient vorliegt,
weitert sich bei Wiesengras das Ca : P-Verhältnis durch die ge-
genläufige Entwicklung der Gehalte an Ca und P. Ein sehr er-
heblicher Ca-Überschuß liegt bei Luzerne, Rotklee und Sommer-
raps vor. Bei Wiesengras, Luzerne und Rotklee liegen sowohl
absolut als auch relativ zum Ca-Gehalt völlig unzulängliche
P-Gehalte vor. Die Na-Gehalte sind mit Ausnahme des nur tempo-
rär zur Verfügung stehenden Grünrapsses durchweg viel zu niedrig.
Die Leguminosen des Ackerfutterbaues zeichnen sich durch hohen
Mg-Gehalt aus.

Tab. 4. Mittlere Mineralstoffgehalte von Silagen und Heu mit Standard-
abweichung der Einzelwerte (DLG-Futterwerttabelle 1973)

Futterart	TM %	g pro kg Trockenmasse				Quotient Ca/P
		Ca	P	Na	Mg	
<u>Silagen</u>						
Maissilage	22	3,9 ± 1,8	2,6 ± 0,6	0,4 ± 0,3	2,3 ± 1,0	1,5
Grassilage (Wiese)	30	6,6 ± 2,9	3,3 ± 0,6	1,3 ± 1,0	1,6 ± 0,4	2,0
Zuckerrübenblatt- silage	19	12,9 ± 5,5	2,4 ± 0,5	6,4 ± 2,3	4,1 ± 1,8	5,4
<u>Heu</u>						
Wiesenheu 1 Schnitt	89	9,1 ± 4,0	2,8 ± 0,7	0,6 ± 0,5	2,1 ± 0,2	3,2
Wiesenheu 2 Schnitt	88	11,4 ± 3,2	3,1 ± 0,6	0,8 ± 0,6	2,9 ± 0,5	3,7
Rotkleeheu	89	18,8 ± 3,4	2,5 ± 0,4	0,8 ± 0,3	3,2 ± 1,4	7,5
Luzerneheu	91	16,0 ± 2,9	3,1 ± 0,5	0,8 ± 0,8	3,1 ± 0,7	5,2

Tabelle 4 zeigt einige Angaben über Silagen und Heu. Die niedrig-
sten Ca-Werte aller gängigen wirtschaftseigenen Futterkonserven
weist Maissilage auf. Die mittleren P-Gehalte liegen bei den aus-
gewählten Silagen und Heuartens mit 2,4 - 3,3 g/kg TM ganz erheb-
lich unter dem Bedarf.

Bedeutsam für die Mineralstoffergänzung ist auch das weite Ca : P-Verhältnis der Zuckerrübenblattsilage, die sich andererseits durch einen sehr hohen Gehalt an Na und Mg auszeichnet. Die verschiedenen Heuarten weichen naturgemäß nicht wesentlich von den Gehalten der grünen Pflanzen ab, sofern nicht hohe Konservierungsverluste zu Veränderungen führen, wie dies z. B. durch Bröckelverluste P-reicher Blattanteile eintreten kann. Mit Ausnahme des Zuckerrübenblattes sind die Na-Gehalte wiederum völlig unzulänglich. Für Mg liegt nach den unterstellten Bedarfsnormen nur bei Grassilage ein deutliches Defizit vor. Häufig unzureichend sind die Mg-Gehalte allerdings im Vergleich zu den mit 2-3 g Mg je kg Futtertrockenmasse wesentlich höher liegenden Bedarfsnormen der NIEDERLÄNDISCHEN KOMMISSION ZUR UNTERSUCHUNG DER MINERALSTOFF-FÜTTERUNG (1973).

Tab. 5. Mittlere Mineralstoffgehalte von Komponenten des Kraftfutters
(DLG-Futterwerttabelle 1973)

Komponente	g pro kg Trockenmasse				Quotient Ca/P
	Ca	P	Na	Mg	
Trockenschnitzel	9,7 ± 4,1	1,1 ± 0,5	2,4 ± 1,4	2,5 ± 0,5	8,8
Sojaschrot, extr.	3,1 ± 0,7	7,0 ± 0,9	0,2 ± 0,4	3,0 ± 0,6	0,4
Kokosschrot, extr.	1,7 ± 0,7	6,4 ± 0,7	1,0 ± 0,5	3,8 ± 0,4	0,3
Tapiokamehl	1,6 ± 0,8	1,1 ± 0,3	0,4 ± 0,2	1,1 ± 0,2	1,5
Ackerbohnen	1,6 ± 0,6	4,8 ± 1,5	0,2 ± 0,2	1,8 ± 0,5	0,3
Gerste	0,8 ± 0,4	3,9 ± 0,5	0,3 ± 0,3	1,3 ± 0,2	0,2
Hafer	1,2 ± 0,4	3,5 ± 0,7	0,4 ± 0,4	1,4 ± 0,9	0,3

In Tabelle 5 sind Mineralstoffgehalte von einigen Komponenten des Kraftfutters, die jedoch nur mehr teilweise zum wirtschafts-eigenen Futter zählen, aufgeführt. Mit Ausnahme von Trockenschnitzeln, die durch einen sehr hohen Ca- und sehr niedrigen P-Gehalt bei extremer Streuung charakterisiert sind, weisen alle aufgeführten Komponenten defizitäre Ca-Werte auf. Die P-Gehalte liegen außer bei Trockenschnitzeln und dem generell sehr mineralstoffarmen Tapiokamehl hingegen deutlich höher, so daß sich Ca : P-Verhältnisse von 0,2-0,6 : 1 ergeben. Extraktions-schrote zeichnen sich durch besonders hohe P- und Mg-Konzentrationen aus. Die Na-Gehalte decken außer bei Trockenschnitzeln nur 10 bis maximal 50 % des Bedarfes. Besonders hervorzuheben ist, daß Hafer mit 3,5 g P/kg TM nur unwesentlich über den Werten von Grassilage (3,3 g P/kg TM) liegt und selbst Sommergerste

mit 3,9 g P/kg TM erst dem mittleren P-Gehalt von Weidegras entspricht. Sogar die Schwankungen in den Gehalten stehen der Streuung beim Grundfutter kaum nach. Futtergetreide ist folglich keineswegs in der Lage, einen echten P-Ausgleich des Grundfutters herbeizuführen. Prinzipiell ist zudem immer davon auszugehen, daß die Grundfutterration in sich durch eine ausreichende Ergänzung mit entsprechend zusammengesetztem Mineralfutter komplettiert werden muß. Ein Eingriff in den mineralischen Grundfutterbereich über das Milchleistungsfutter kann nicht zielgerecht genug erfolgen (MÜLLER und GAUER, 1973). Über das Leistungskraftfutter soll nur der zusätzliche Mineralstoffbedarf gedeckt werden, der gemessen an der Milchleistung auch nährstoffmäßig den Milcherzeugungswert des Grundfutters übersteigt.

Streuung und Gültigkeitsbereich von Tabellenangaben

Der Vergleich des Mineralstoffgehaltes im Futter mit dem Bruttobedarf auf der Basis der mittleren Gehaltswerte aus Tabellenangaben wirft auch in statistischer Hinsicht einige Probleme auf. Nach statistischen Grundsätzen darf ein bestimmter Tabellenwert einem Futtermittel nur zugeordnet werden, wenn dieses zu der Grundgesamtheit zählt, aus der der Tabellenwert in Form einer oder mehrerer Stichproben entstand. Diese Bedingung dürfte nicht immer erfüllbar sein, hat aber die Konsequenz, daß sehr stark differenzierte Tabellenangaben die Anforderungen zumindest theoretisch besser erfüllen. Weiterhin spielt die Verteilung der Einzelwerte um den Mittelwert eine entscheidende Rolle. Im Idealfall handelt es sich um eine Gauß'sche Normalverteilung (SACHS, 1969). Unterstellt man diese Häufigkeitsverteilung auch bei den Mineralstoffgehalten eines bestimmten Futtermittels, so läßt sich anhand der in der DLG-Tabelle zum arithmetischen Mittelwert (\bar{x}) angegebenen Standardabweichung der Einzelwerte (s) die Verteilungskurve errechnen. In Abbildung 2 wird dies am Beispiel des P-Gehaltes von Grassilage dargestellt. Laut Wahrscheinlichkeitstheorie wird der Mittelwert (\bar{x}) nur in rund 50 % der Einzelfälle voll erreicht bzw. überschritten. Nach den Gesetzen der Statistik liegen dabei 68,27 % aller Fälle im Bereich von $\bar{x} \pm s$. Wird nun $\bar{x} - s$ als untere Grenze unterstellt, so liegen rund 84 %

der Einzelwerte höher als dieses Limit. Es verbleiben aber immer noch etwa 16 % nicht abgedeckter Fälle. Setzt man das

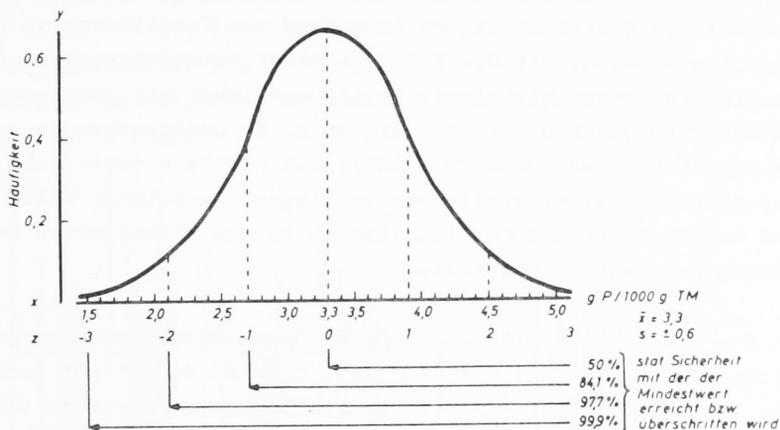


Abb 2: Statistische Sicherheit eines Tabellenwertes bei Normalverteilung der Einzelwerte am Beispiel des P-Gehaltes von Grassilage

Beispiel fort und reduziert den Mittelwert um 2 Einheiten der Standardabweichung ($\bar{x} - 2s$), so ergeben sich selbst dann noch bei rund 2,3 % der Häufigkeit zu hoch geschätzte Gehalte. Erst ein unterstellter Mindestwert von $\bar{x} - 3s$ würde in 999 von 1000 Fällen eine statistische Gewähr dafür geben, daß der tatsächliche Wert nicht tiefer liegt.

Aus diesen statistischen Betrachtungen läßt sich ableiten, daß es aus ernährungsphysiologischen und wirtschaftlichen Gründen gar nicht möglich ist, stets 100 Prozent der Fälle durch eine Mineralstoffbeifütterung abzusichern. Andererseits ergibt sich aber auch sehr deutlich, daß die Verwendung des Mittelwertes allein keineswegs genügt. Solange keine laufende chemisch-analytische Kontrolle der Futterration erfolgt, muß deshalb ein Kompromiß eingegangen werden, bei dem das Mineralfutter neben der Schließung von echten Bedarfslücken bis zu einem gewissen Grade auch als Sicherheitszusatz zur Futterration dient. Bei der Anwendung dieses Prinzips ist nicht zu vermeiden, daß es in einigen Fällen zu einem teilweisen Luxuskonsum kommt. In der Praxis wird das Problem etwas dadurch entschärft, daß sowohl extrem niedrige als auch extrem hohe Einzelgehalte bei vielseitigen

Rationen durch den Kombinationseffekt verschiedener Einzelfuttermittel teilweise ausgeglichen werden können.

Eine weitere Unsicherheit der Anwendung von Tabellenwerten ergibt sich dadurch, daß die Prämisse einer Normalverteilung der Einzelwerte um den Mittelwert keineswegs immer mit ausreichender Näherung gegeben ist. So zeigten z. B. Untersuchungen aus dem Raum Weser-Ems (GRUMMER, 1967), daß vielfach sogenannte schiefe Häufigkeitsverteilungen vorliegen. In solchen Fällen sind Aussagekraft und Gültigkeitsbereich des Mittelwertes besonders kritisch zu beurteilen.

Für die Praxis läßt sich aus verschiedenen Untersuchungen ableiten, daß selbst bei Mittelwerten, die den Bedarf gut decken, noch in rund 30 % der Fälle zu tiefe Gehalte zu erwarten sind (KERSCHER, 1975; GÜNTHER, 1975). Als für praktische Bedingungen akzeptable Faustzahl läßt sich in diesen Fällen das mittlere Drittel der Verteilungskurve als bedarfsdeckend einordnen, während das rechte Drittel den Bedarf deutlich übersteigt.

Regionale Differenzierungen im Mineralstoffgehalt wirtschaftseigener Futtermittel

Innerhalb der verschiedenen Naturräume ergeben sich erhebliche Unterschiede im Mineralstoffgehalt des Grundfutters. Dabei sind botanische und regionale Einflüsse nicht immer völlig voneinander zu trennen. Aufgrund des verstärkten Vorkommens von deutschem Weidelgras in maritimen Klimazonen ist z. B. der Na-Gehalt des norddeutschen Grünlandaufwuchses höher als in Süddeutschland. Umgekehrt ist, wie bereits erwähnt, aufgrund des Kräuterreichtums im süddeutschen Raum die Mg-Konzentration des vom Grünland stammenden Futters höher. Wiederholt konnte auch deutlich gezeigt werden, daß in Norddeutschland, namentlich im Weser-Ems-Gebiet, die Ca-Gehalte der Weiden und auch des Heues wesentlich niedriger als in Süddeutschland liegen, während bei den P-Gehalten häufig ein Gefälle von Nord nach Süd vorliegt (NIESCHLAG, 1965; GRUMMER, 1967; GÜNTHER, 1970; MÜLLER und GAUER, 1973). Dabei ist grundsätzlich immer zu berücksichtigen, daß die untersuchten Futterproben überwiegend von besonders intensiv bewirtschafteten Versuchs-

flächen oder Betrieben stammen und in der breiten Praxis mit erheblich schlechteren Ergebnissen gerechnet werden muß. Ein besonders drastisches Beispiel dafür liefern die Erhebungen von MÜLLER und GAUER (1973), in denen sich für Heu im Durchschnitt von über 2000 Praxiswerten ein P-Gehalt von 2,9 g/kg TM und für über 1100 Heuproben aus diversen Versuchen ein mittlerer P-Gehalt von 4,2 g/kg TM ergab.

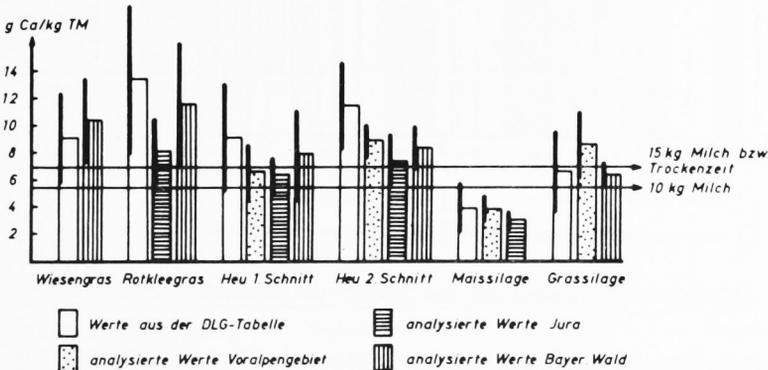


Abb. 3. Vergleich der Ca-Gehalte mit dem Bedarf der Milchkuh

In Abbildung 3 - 6 sind einige Ergebnisse von Grundfutteranalysen, die in den letzten Jahren von der staatlichen Fütterungsberatung in Bayern durchgeführt wurden, getrennt nach den drei Naturräumen Oberbayerisches Voralpengebiet, Jura und Bayerischer Wald aufgeführt und den Angaben der DLG-Tabelle gegenübergestellt. Zur Orientierung sind jeweils Bedarfslinien eingetragen. Die Streuung ist als Standardabweichung der Einzelwerte angegeben. Für Ca (Abbildung 3) ergeben sich im Vergleich zur DLG-Tabelle Tendenzen zu verringerten Gehalten im Gebiet des Jura und des Bayerischen Waldes sowie teilweise auch des Voralpengebietes. Vor allem Maissilage weist ein sehr erhebliches Ca-Defizit auf. Unzureichend sind mitunter aber auch die Ca-Werte von Grassilage und Heu.

Die P-Gehalte (Abbildung 4) liegen insgesamt im Vergleich zum Bedarf deutlich zu niedrig, obwohl in allen drei Naturräumen größtenteils etwas höhere P-Werte zu finden sind, als in der DLG-Tabelle angegeben. Auffallend gute P-Gehalte liegen bei Heu 2. Schnitt Voralpengebiet, Grassilage Bayerischer Wald und Voralpengebiet sowie Wiesengras Bayerischer Wald vor. Dabei ist je-

doch auch zu berücksichtigen, daß es sich bei diesen intensiv beratenen Betrieben jeweils um über dem allgemeinen Niveau

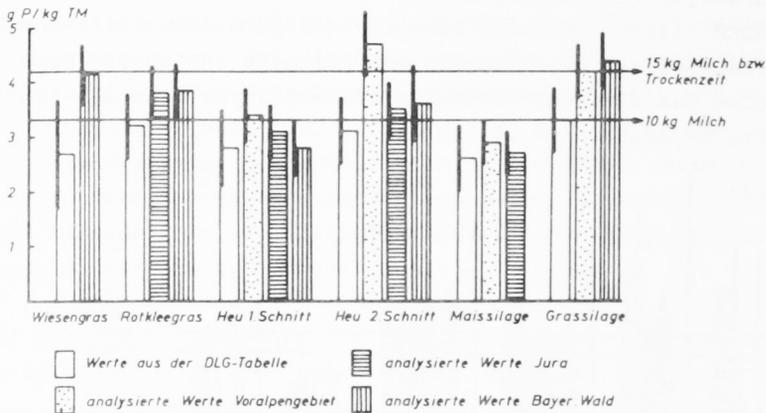


Abb.4. Vergleich der P-Gehalte mit dem Bedarf der Milchkuh

liegende Betriebsgruppen handelt. Innerhalb der aufgeführten Naturräume lassen sich keine wiederkehrenden Tendenzen erkennen.

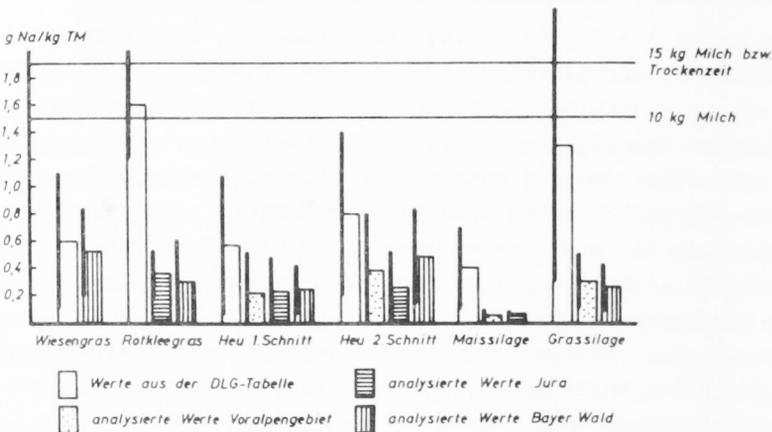


Abb.5. Vergleich der Na-Gehalte mit dem Bedarf der Milchkuh

Abbildung 5 zeigt, daß die Tabellenangaben in den untersuchten Gebieten mit Ausnahme von Wiesengras regelmäßig zu einer krassen Überschätzung der Na-Gehalte des Grundfutters führen. Die Unterschiede zwischen den drei Naturräumen sind hingegen zu vernachlässigen. Das generell bei Na vorhandene große Defizit zwischen Bedarf und nativem Angebot verlangt besondere Beach-

tung bei der mineralischen Ergänzung der Ration.

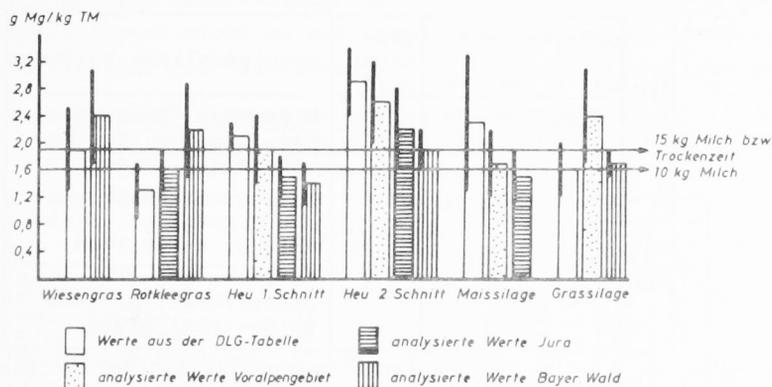


Abb 6 Vergleich der Mg-Gehalte mit dem Bedarf der Milchkuh

Für Mg ergibt der Vergleich der Naturräume (Abbildung 6) bei Heu und Maissilage von Voralpengebiet über Jura bis Bayerischem Wald deutlich abfallende Gehalte. Am höchsten liegen dabei die DLG-Tabellenangaben. Bei Rotklee gras zeigt sich allerdings die umgekehrte Situation. Hierbei dürften Unterschiede in der botanischen Zusammensetzung des Aufwuchses mit hereinspielen. Günstige Mg-Konzentrationen weist Grassilage aus dem Voralpengebiet auf.

Mineralische Ergänzung von Grundfutterrationen

Zur Ergänzung der wichtigsten Grundfutterarten lassen sich die in Tabelle 6 angeführten Haupttypen von Mineralfutter unterscheiden (PALLAUF, 1975). Die Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll nur die hauptsächlichsten Grundfuttersituationen charakterisieren. Grundsätzlich können diese verschiedenen Typen an Mineralfutter auch sehr gut in Form eines Mineralkraftfutters, mit dem dann gleichzeitig auch der Eiweiß- und Energiegehalt des Grundfutters ausgeglichen werden kann, verabreicht werden. Das Mineralkraftfutter hat den großen Vorteil, daß damit eine Aufnahme der Mineralstoffe erfahrungsgemäß weit besser gewährleistet ist als bei den üblichen Verfahren.

Tabelle 6: Mineralfuttertypen zum Ausgleich des Grundfutters

Typ	Gehalte in %				Quo- tient Ca/P	hauptsächliche Rationen
	Ca	P	Na	Mg		
I	8	12	9	2	0,7	Wiesenheu, Wiesengras, Heu, Luzerne, Zuckerrübenblatt, Klee gras
II	11	8	9	2	1,4	Weidegras, Weidegras mit Maissilage, Grassilage, Maissilage
III	16	5	9	2	3,2	Ca-armes Grundfutter, Futterrüben, extreme Weideverhältnisse

In den Tabellen 7 - 10 sind typische Beispielsrationen für die Naturräume Bayerischer Wald und Jura aufgeführt. Zum Vergleich sind die Rationen auch jeweils nach DLG-Tabellenangaben berechnet. Um die statistische Sicherheit der unterstellten Mindestgehalte von 50 auf 84 % zu erhöhen (s. Abbildung 2), wurden die nativen Gehalte des Grundfutters nicht mit dem Analysenmittel berechnet, sondern mit dem um eine Einheit der jeweiligen Standardabweichung reduzierten Mittelwert ($\bar{x} - s$). Die Aufnahme an Trockenmasse aus dem Grundfutter wurde in der Winterfütterung mit rund 10 kg und in der Sommerstallfütterung mit rund 12 kg je Tier und Tag, der Milcherzeugungswert der Rationen in der Winterfütterung mit 10 kg und in der Sommerfütterung mit 15 kg Milch unterstellt. Die in den Tabellen angegebenen Prozentanteile der Rationen beziehen sich ebenfalls auf Trockenmasse. Die den Mineralfuttertypen in Klammern beigefügten Zahlen (z. B. 11/8/9/2) geben die prozentualen Gehalte des jeweiligen Mineralfutters an den Elementen Ca, P, Na und Mg an. Bei der Rationsergänzung wurde grundsätzlich von der DLG-Empfehlung von 150 g Mineralfutter je Kuh und Tag ausgegangen.

In Tabelle 7 sind drei Beispiele für die Sommerstallfütterung im Jura mit der Hauptkomponente Rotklee-Grasgemenge aufgeführt. Laut DLG-Mineralstofftabelle würde bei hohem Ca-Überschuß ein sehr erhebliches Defizit an P und vor allem auch Mg auftreten, so daß 150 g eines sehr P-reichen Mineralfutters (12 % P) mit mindestens 4 % Mg (Typ Ia) erforderlich wären. Der Na-Bedarf könnte durch 9 % Na im Mineralfutter gedeckt werden. Die Rationsberechnung aufgrund der örtlichen Analysen er-

gibt jedoch weit geringere Defizite an P und Mg, aber wesentlich größere Bedarfslücken bei Na, die selbst bei 9 ‰ Na im Mineralfutter nicht zu schließen sind. Der zusätzliche Einsatz von Viehsalz ist hier besonders zu empfehlen. Deutlich schlech-

Tab.7: Mineralstoffversorgung aus dem Grundfutter im Naturraum Jura im Vergleich zu Angaben der DLG -Tabelle
(Sommerfütterung, Berechnungsgrundlage \bar{x} - s)

	g pro Kuh und Tag							
	Angaben DLG -Tabelle				Analysen Jura			
	Ca	P	Na	Mg	Ca	P	Na	Mg
Ration I:								
Rotklee gras 100% (12 kg TM)	95	31	14	11	69	39	2	16
Bedarf (15 kg Milch)	69	42	19	19	69	42	19	19
Zufuhr minus Bedarf	+26	-11	-5	-8	0	-3	-17	-3
150g Mineralfutter Typ Ia (8/12/9/4)	12	18	14	6				
150g " " Typ II (11/8/9/2)					16	12	14	3
Ration II: Rotklee gras 85%, Heu 15%								
Grundfutter (12 kg TM)	90	30	12	12	68	38	2	16
Bedarf (15 kg Milch)	69	42	19	19	69	42	19	19
Zufuhr minus Bedarf	+21	-12	-7	-7	-1	-4	-17	-3
150g Mineralfutter Typ Ia (8/12/9/4)	12	18	14	6				
150g " " Typ II (11/8/9/2)					16	12	14	3
Ration III: Rotklee gras 80%, Maissil 20%								
Grundfutter (12 kg TM)	81	30	12	12	61	37	2	16
Bedarf (15 kg Milch)	69	42	19	19	69	42	19	19
Zufuhr minus Bedarf	+12	-12	-7	-7	-8	-5	-17	-3
150g Mineralfutter Typ Ia (8/12/9/4)	12	18	14	6				
150g " " Typ II (11/8/9/2)					16	12	14	3

ter als laut DLG-Tabellenwerten zu vermuten, ist auch die Ca-Versorgung über das Grundfutter.

Tab.8: Mineralstoffversorgung aus dem Grundfutter im Naturraum Jura im Vergleich zu Angaben der DLG -Tabelle
(Winterfütterung, Berechnungsgrundlage \bar{x} - s)

	g pro Kuh und Tag							
	Angaben DLG -Tabelle				Analysen Jura			
	Ca	P	Na	Mg	Ca	P	Na	Mg
Ration I: Heu 1 Schn 30%, 2 Schn 20%, Rotklee gras sil 20%, Maissil 30%								
Grundfutter (10 kg TM)	54	22	3	16	44	27	0	12
Bedarf (10 kg Milch)	54	33	15	16	54	33	15	16
Zufuhr minus Bedarf	0	-11	-12	0	-10	-6	-15	-4
150g Mineralfu. Typ II (11/8/9/2)	16	12	14	3	16	12	14	3
Ration II: Heu 1 Schn 20%, 2 Schn 20%, Rotklee gras sil 30%, Maissil 20%, Ruben 10%								
Grundfutter (10 kg TM)	55	23	7	14	43	27	3	13
Bedarf (10 kg Milch)	54	33	15	16	54	33	15	16
Zufuhr minus Bedarf	+1	-10	-8	-2	-11	-6	-12	-3
150g Mineralfu Typ II (11/8/9/2)	16	12	14	3	16	12	14	3
Ration III: Heu 1 Schn 15%, 2 Schn 15%, Rotklee gras heu 30%, Maissil 40%								
Grundfutter (10 kg TM)	54	23	5	14	44	28	1	12
Bedarf (10 kg Milch)	54	33	15	16	54	33	15	16
Zufuhr minus Bedarf	0	-10	-10	-2	-10	-5	-14	-4
150g Mineralfu Typ II (11/8/9/2)	16	12	14	3	16	12	14	3

In der Winterfütterung finden sich im Naturraum Jura bei relativ vielseitigen Rationen (Tabelle 8) ebenfalls erhebliche Unterschiede in der Mineralstoffversorgung, wenn örtliche Analysendaten an die Stelle allgemeiner Tabellenwerte treten. Die Gabe von 150 g Mineralfutter des Typs II sichert jedoch in allen Fällen, außer bei Natrium, das nur knapp gedeckt wird, eine reichliche Gesamtversorgung.

Tab 9: Mineralstoffversorgung aus dem Grundfutter im Naturraum Bayerischer Wald im Vergleich zu Angaben der DLG-Tabelle (Sommerfütterung, Berechnungsgrundlage \bar{x} -s)

	g pro Kuh und Tag							
	Angaben DLG-Tabelle				Analysen Bayer Wald			
	Ca	P	Na	Mg	Ca	P	Na	Mg
<u>Ration I. Wiesengras 100%</u>								
Wiesengras (12 kg TM)	70	20	1	16	88	43	2	20
Bedarf (15 kg Milch)	69	4,2	19	19	69	4,2	19	19
Zufuhr minus Bedarf	+1	-2,2	-18	-3	+19	+1	-17	-1
150 g Mineralfutter Typ I (8/12/9/2)	12	18	14	3				
150 g " Typ II (11/8/9/2)					16	12	14	3
<u>Ration II. Wiesengras 75% Wiesensheu 25%</u>								
Grundfutter (12 kg TM)	67	22	1	17	80	39	2	19
Bedarf (15 kg Milch)	69	4,2	19	19	69	4,2	19	19
Zufuhr minus Bedarf	-2	-2,0	-18	-2	+11	-3	-17	0
150 g Mineralfutter Typ I (8/12/9/2)	12	18	14	3				
150 g " Typ II (11/8/9/2)					16	12	14	3
<u>Ration III. Wiesengras 50%, Rotklee gras 30%, Wiesensheu 20%</u>								
Grundfutter (12 kg TM)	75	25	5	16	81	39	1	18
Bedarf (15 kg Milch)	69	4,2	19	19	69	4,2	19	19
Zufuhr minus Bedarf	+6	-1,7	-14	-3	+12	-3	-18	-1
150 g Mineralfutter Typ I (8/12/9/2)	12	18	14	3				
150 g " Typ II (11/8/9/2)					16	12	14	3

Für den Naturraum Bayerischer Wald zeigt sich in der Sommerfütterung (Tabelle 9) bei ausschließlicher Verabreichung von Wiesengras und auch bei Kombination mit Heu und Rotklee gras laut DLG-Tabelle ein extrem hohes P-Defizit von 17 - 22 g, das nicht einmal durch 150 g eines sehr P-reichen Mineralfutters (Typ I) voll gedeckt wird. Die lokalen Analysen weisen hingegen auf eine wesentlich bessere P- und auch Ca-Versorgung aus dem Grundfutter hin, so daß 150 g Mineralfutter vom Typ II in erster Linie als Sicherungszusatz dienen. Die Natriumversorgung muß durch zusätzliche Kochsalzgaben sichergestellt werden.

Die aufgeführten Beispielsrationen für die Winterfütterung im Gebiet Bayerischer Wald (Tabelle 10) zeigen ähnlich wie in der Sommerfütterung bei Unterstellung der Werte der DLG-Tabelle

eine deutlich schlechtere P- und Ca-Versorgung aus dem Grundfutter als sich dies aus der allerdings begrenzten Zahl der von dort stammenden Analysen ergibt. Dennoch reichen auch bei den ungünstigeren Tabellenangaben 150 g Mineralfutter vom Typ II aus, um eine entsprechend abgesicherte Mineralstoffversorgung zu erreichen.

Tab.10: Mineralstoffversorgung aus dem Grundfutter im Naturraum Bayerischer Wald im Vergleich zu Angaben der DLG-Tabelle (Winterfütterung, Berechnungsgrundlage $\bar{x} - s$)

	g pro Kuh und Tag							
	Angaben DLG-Tabelle				Analysen Bayer Wald			
	Ca	P	Na	Mg	Ca	P	Na	Mg
Ration I. Grassilage 40% Heu 1 Schn 30%, 2. Schn 30%.								
Grundfutter (10 kg TM)	56	25	2	18	56	30	1	14
Bedarf (10 kg Milch)	54	33	15	16	54	33	15	16
Zufuhr minus Bedarf	+2	-8	-13	+2	+2	-3	-14	-2
150 g Mineralfutter Typ II (11/8/9/2)	16	12	14	3	16	12	14	3
Ration II. Wiesenheu 60% Grassilage 40%								
Grundfutter (10 kg TM)	45	23	2	16	50	29	1	13
Bedarf (10 kg Milch)	54	33	15	16	54	33	15	16
Zufuhr minus Bedarf	-9	-10	-13	0	-4	-4	-14	-3
150 g Mineralfutter Typ II (11/8/9/2)	16	12	14	3	16	12	14	3
Ration III. Heu 1 Schn 15% Heu 2 Schnitt 60% Grassilage 25%								
Grundfutter (10 kg TM)	66	25	2	20	61	31	1	15
Bedarf (10 kg Milch)	54	33	15	16	54	33	15	16
Zufuhr minus Bedarf	+12	-8	-13	+4	+7	-2	-14	-1
150 g Mineralfutter Typ II (11/8/9/2)	16	12	14	3	16	12	14	3

Abschließend sei noch einmal darauf hingewiesen, daß zur Berechnung der nativen Gehaltswerte der vorliegenden Rationsbeispiele stets die um eine Standardabweichung reduzierten Mittelwerte herangezogen wurden, um auch deutlich unter dem mittleren Bereich liegende Gehalte noch weitgehend zu erfassen. Die lokalen Analysen liegen dabei bislang noch nicht in ausreichender Zahl und Vielfalt vor, so daß weitere Untersuchungen notwendig sind, bevor endgültige Aussagen über das genaue Ausmaß regionaler Differenzierungen getroffen werden können.

Zusammenfassung

Für eine bedarfsdeckende Mineralstoffversorgung aus dem wirtschaftseigenen Grundfutter wären in etwa folgende Mindestgehalte in g/kg Trockenmasse anzustreben: Ca 6,5; P 4,0; Na 2,0; Mg 2,0. Diese Richtwerte werden nur in sehr wenigen Fällen sicher genug erreicht. Eine Erhöhung des Mineralstoffgehaltes

der Pflanze durch Düngung ist nur sehr begrenzt möglich und erscheint nur dann zweckmäßig, wenn eine optimale Ernährung der Pflanze noch nicht erreicht ist. Das darüber hinausgehende Defizit sollte grundsätzlich durch direkte Beifütterung der Mineralstoffe an die Nutztiere gedeckt werden.

Ein großes Problem stellen die extremen Schwankungen der Gehaltswerte zwischen den einzelnen und innerhalb der einzelnen Futtermittel dar. Die systematische Erforschung von Ursachen und Ausmaß der Variabilität der Mineralstoffgehalte des Grundfutters erscheint deshalb besonders vordringlich.

Der Mineralstoffgehalt in der Trockenmasse der Futterpflanzen ist neben Standort und Düngung abhängig von Vegetationsstadium, Klima und Witterungsverlauf sowie Konservierungsverfahren. Bei Grünland ist weiterhin die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe entscheidend. Kräuter und Leguminosen des Grünlandes weisen sehr viel höhere Gehalte an Ca und Mg sowie in etwas geringerem Ausmaß auch an P und Na auf als die Gramineen. Die kräuterreicheren Bestände des süddeutschen Raumes zeichnen sich deshalb im allgemeinen durch deutlich höhere Gehalte an Ca und Mg aus als die grasreicheren Grünlandbestände Nord- und Nordwestdeutschlands. Andererseits besitzt *Lolium perenne* unter den bestandsbildenden Gräsern ein hohes Aneignungsvermögen für Na. Die weidelgrasreichen Bestände Norddeutschlands weisen deshalb erheblich höhere Na-Gehalte auf, als der Grünlandaufwuchs Süddeutschlands. Der geringe native Na-Gehalt des Grundfutters ist teilweise nahezu zu vernachlässigen, so daß in der Milchviehfütterung neben der Gabe eines Mineralfutters die zusätzliche Verabreichung von Viehsalz anzuraten ist.

Da die P-Konzentration in der Trockenmasse der vegetativen Pflanzenteile mit fortschreitendem Vegetationsstadium sehr stark abnimmt, führt ein möglichst früher Schnitt zu wesentlich höheren P-Gehalten.

Auch über die N-Düngung kann indirekt die P-Konzentration erhöht werden. Neben mangelnder P-Versorgung zeigt sich vor allem bei Weidebetrieb häufig auch ein erhebliches Defizit bei der Ca-

und Mg-Versorgung.

Solange eine ständige chemisch-analytische Überwachung des Grundfutters in der Praxis nicht möglich ist, muß die Mineralstoffversorgung anhand von Tabellenangaben geschätzt werden. Die alleinige Berücksichtigung der Analysenmittelwerte aus Tabellen befriedigt jedoch selbst bei umfangreichem Datenmaterial und weitgehender regionaler Differenzierung nicht. Da der Mittelwert nur in 50 % der Einzelfälle erreicht bzw. überschritten wird, muß angesichts der großen Streuungen auch die Häufigkeitsverteilung der Einzelwerte und die statistische Wahrscheinlichkeit des Erreichens von Mindestwerten besonders berücksichtigt werden. Eine für praktische Verhältnisse jedoch ausreichende Sicherheit der Mineralstoffversorgung dürfte erreicht werden, wenn zur Berechnung der nativen Gehalte von den Tabellenmitteln eine Standardabweichung der Einzelwerte abgezogen wird. Das auf diese Weise rechnerisch ermittelte Defizit der Mineralstoffversorgung aus dem Grundfutter sollte durch ein entsprechend zusammengesetztes Mineralfutter gedeckt werden. Ein teilweiser Luxuskonsum läßt sich dabei allerdings nicht vermeiden. Als Preis einer weitgehenden Sicherheit der Mineralstoffversorgung auch unter extremen Bedingungen erscheint dies jedoch vertretbar.

L i t e r a t u r

- BECKER, M., 1971: Mineralstoffbedarfsnormen für Rinder, Landw. Forschung 24, 225 - 237
- BRUNE, H., 1969: Mineralstoffe einschließlich Spurenelemente, in LENKEIT, W., BREIREM, K. und CRASEMANN, E. (Herausg.) Hdb. Tierernährung Bd. I, S. 53 - 73, Hamburg und Berlin
- COOPER, J.P., 1973: Genetic Variation in Herbage Constituents, p. 379 - 417 in BUTLER, G.W. and BAILEY, R.W. (eds.): Chemistry and Biochemistry of Herbage Vol. 2, London and New York
- DLG-Futterwerttabellen, 1960: Mineralstoffgehalte in Futtermitteln, Arbeiten der DLG Band 62, Frankfurt/M.
- DLG-Futterwerttabellen, 1973: Mineralstoffgehalte in Futtermitteln, 2. Auflage, Arbeiten der DLG Band 62, Frankfurt/M.
- FLEMING, G.A., 1973: Mineral Composition of Herbage, p. 529 - 566 in BUTLER, G.W. and BAILEY, R.W. (eds.): Chemistry and Biochemistry of Herbage Vol. 1, London and New York
- GRUMMER, H.J., 1967: Anforderungen an die Mineralfutter für Rinder unter Berücksichtigung der Mineralstoff- und Spurenelementgehalte im Grundfutter des Weser-Ems-Raumes, S. 3 - 13 in: Mineralstoffversorgung und Tiergesundheit (VII) Fachverband Futtermittelindustrie Hamburg
- GÜNTHER, K.D., 1970: Stand und Aussichten der Tierproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Versorgungslage mit Mineralstoffen, S. 7 - 14 in: Mineralstoffversorgung und Tiergesundheit (IX), Fachverband Futtermittelindustrie Hamburg
- GÜNTHER, K.D., 1975: Calcium-Natrium-Phosphate - ein Beitrag zur leistungsgerechten Mineralstoffversorgung landwirtschaftlicher Nutztiere Kraftfutter 58, 490 - 492
- KAISER, E., KIRCHGESSNER, M. und PLANK, P., 1968: Zur Calcium-, Phosphor- und Magnesiumversorgung des Rindes über das wirtschaftseigene Futter, Bayer. Landw. Jahrbuch 45, 295 - 300
- KERSCHER, U., 1975: Zur Phosphorversorgung der Milchkuh Kraftfutter 58, 88 - 94
- KIRCHGESSNER, M., 1957: Der Einfluß verschiedener Wachstumsstadien auf den Makro- und Mikronährstoffgehalt von Wiesengras, Landw. Forschung 10, 45 - 50
- KIRCHGESSNER, M., 1975: Tierernährung, 3. Auflage, Frankfurt/M.

- KIRCHGESSNER, M., PAHL, E. und VOIGTLÄNDER, G., 1967: Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Mineralstoffgehalt von Rotklee (*Trifolium pratense* L.) und Luzerne (*Medicago varia* Mart.), Das wirtschaftseigene Futter 13, 173 - 188
- MENGEL, K., 1972: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze, 4. Auflage, Stuttgart
- MÜLLER, R. und GAUER, R., 1973: Erhebungen über den Mineralstoff-ertrag auf dem Grünland in verschiedenen Naturräumen der BR Deutschland, Das wirtschaftseigene Futter 19, 59 - 68
- MÜLLER, H.L., und KIRCHGESSNER, M., 1972: Mengen- und Spurenelementgehalte des Löwenzahns und ihre Abhängigkeit vom Wachstumsstadium, Das wirtschaftseigene Futter 18, 213 - 221
- MÜLLER, H.L., VOIGTLÄNDER, G. und KIRCHGESSNER, M., 1971: Veränderungen des Gehaltes an Mengenelementen (Ca, Mg, P, Na, K) von Weidegras in Abhängigkeit von Wachstumsdauer und Vegetationsperiode. Das wirtschaftseigene Futter 17, 165 - 178
- NEHRING, K., BEYER, M. und HOFFMANN, B., 1972: Futtermitteltabellenwerk, 2. Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- NIEDERLÄNDISCHE KOMMISSION ZUR UNTERSUCHUNG DER MINERALSTOFFFÜTTERUNG, 1973: Leitfaden zur Beurteilung der Mineralstoffversorgung des Rindes in der Praxis, Übers. Tierernährung 1, 89 - 146
- NIESCHLAG, F., 1965: Mineralstoffversorgung der Leistungskühe aus dem Grund- und Ergänzungsfutter, S. 12 - 23 in Mineralstoffversorgung und Tiergesundheit (IV), Fachverband Futtermittelindustrie Hamburg
- PALLAUF, J., 1975: Zur Versorgungslage der Milchkuhan Ca, P und Mg bei verschiedenen Grundfutter-, Kraftfutter- und Mineralfuttersystemen, Bayer. Landw. Jahrbuch 52, 340 - 353
- RIEDER, J.B., 1974: Die Wirkung gesteigerter Phosphatdüngung auf Ertrag und Qualität bei niedriger und erhöhter Stickstoffdüngung, Bayer. Landw. Jahrbuch 51, 282 - 293
- SACHS, L., 1969: Statistische Auswertungsmethoden, 2. Auflage Berlin, Heidelberg, New York
- WERNER, W., 1959: Über den Mineralstoffgehalt in jungem Weidefutter unter besonderer Berücksichtigung des K: (Ca + Mg)-Verhältnisses, Landw. Forschung 12, 133 - 139