

Der Einfluß der Düngung und der botanischen Zusammensetzung der Wiese auf den Mineralstoffgehalt von Gras

Von Ir. T. P. van Gessel, Wageningen

Einleitung

Es ist allgemein bekannt, daß der Gesundheitszustand des Viehes und damit auch sein Leistungsvermögen mit der Zusammensetzung des Viehfutters in engstem Zusammenhang steht. Von allen Futtermitteln nehmen die Erzeugnisse des Grünlandes den ersten Platz ein, und deshalb ist die Qualität des Wiesen- und Weidefutters von besonderer Bedeutung.

Früher wurde die Qualität beinahe ausschließlich nach dem Gehalt an verdaulichem Rohweiß, Stärke und Rohfaser beurteilt. Moderne Auffassungen lehren uns jedoch, daß diese Stoffe allein nicht maßgeblich sind, sondern daß das Vieh auch an den Mineralstoffgehalt des Futters hohe Ansprüche stellt.

Unter Mineralstoffen versteht man die Elemente, die nach Verbrennung der organischen Bestandteile übrigbleiben. Die wichtigsten Elemente sind Phosphor, Kalzium, Kalium, Natrium, Magnesium, Schwefel, Chlor, Mangan, Kupfer, Kobalt u. a. Diese Mineralstoffe sind nicht nur für den Aufbau des Tierkörpers notwendig, sie haben auch bei verschiedenen Vorgängen, die sich im Stoffwechsel abspielen, besondere Aufgaben. Mangel an Mineralstoffen verursacht Wachstumshemmungen und Krankheitserscheinungen, die das Leistungsvermögen der Tiere stark behindern. Es genügt nicht, daß dem Gras die verschiedenen Mineralstoffe in ausreichender Menge zugeführt werden, auch ihr Verhältnis zueinander spielt eine wesentliche Rolle. Verschiedene Erkrankungen beim Vieh beruhen somit auf falschen Nährstoffverhältnissen in der Düngung. Der Mineralstoffgehalt von Grasheu hängt wiederum von mehreren Faktoren ab: von Bodenart und Düngung, botanischer Zusammensetzung, Jahreszeit und Alter. Diese Faktoren laufen nebeneinander her und beeinflussen sich gegenseitig.

Die Bedeutung der Mineralstoffe für das Vieh

Weil für den Aufbau des Tierkörpers und für eine Anzahl von Lebensvorgängen beträchtliche Mineralstoffmengen benötigt werden, muß für das betriebseigene Futter, das den Hauptfuteranteil ausmacht, ein ausreichender Gehalt hieran gefordert werden. Der Mineralstoffbedarf ist nicht immer gleich, vor allem Jungtiere, deren Körper im Aufbau ist, brauchen große Mengen. Danach haben trüchtige Kühe einen hohen Bedarf an Kalk und Phosphorsäure, weil Milchkühe mit einer guten Leistung durch die Milch auch beträchtliche Mineralstoffmengen abscheiden, die wieder zu-

gefüttert werden müssen. Um welche Mengen es sich dabei handelt, wird in nachfolgender Übersicht von Leignes Bakhoven (1) angegeben.

Übersicht 1

Kalk- und Phosphorsäurebedarf der landwirtschaftlichen Nutztiere

Tier	Gewicht kg	Alter	täglicher Kalkbedarf g CaO	täglicher Phosphor- säurebedarf g P ₂ O ₅
Kalb	70	2—3 Wochen	12	14
Kalb	150	5 Monate	20	23
Kalb	250	12 Monate	35	40
trächtige Kuh	500	erwachsen	60	60
Milchkuh (10 l Milch)	500	erwachsen	70	75
Milchkuh (20 l Milch)	500	erwachsen	100	110
Ferkel	20—90	2—6 Monate	7—10	8—25
Sau mit Ferkeln	150—200		40	45

Unterversorgung an Phosphorsäure und Kalk führt nicht nur zu Knochenbrüchigkeit, es können auch Verkalbungskrankheiten entstehen. Alleiniger P-Mangel kann Lecksucht und Unfruchtbarkeit zur Folge haben, bei Mangel an Kupfer oder Kobalt kann ebenfalls Lecksucht auftreten, wegen einer ungenügenden Mn-Versorgung Fruchtbarkeitsstörungen auslöst. Ein ungünstiger Magnesiumhaushalt führt zu Weidetetanie. So beruhen viele Krankheitserscheinungen auf einem Mangel an Mineralstoffen oder auf einem ungünstigen Nährstoffverhältnis.

Der Einfluß der Düngung auf das Futter

Da die Pflanze fast alle Nährstoffe aus dem Boden aufnimmt, muß der Zustand des Bodens auf den Mineralstoffgehalt der darauf wachsenden Pflanzen von Einfluß sein. Wenn nämlich ein Boden reicher an Nährstoffen ist, wird die Pflanze mehr davon aufnehmen. Diese Nährstoffaufnahme erreicht gegen Ende des Wachstums einen Höhepunkt, um danach nur noch wenig oder gar nicht mehr anzusteigen. Bei den einzelnen Mineralstoffen liegt dieser Höhepunkt sehr verschieden. So wird Kali besonders leicht aufgenommen, und der Höhepunkt wird nicht so bald erreicht. Bei Kalzium und Phosphor tritt das Aufnahmemaximum früher ein, zugleich verläuft dieser Aufnahme-prozeß langsamer. Nimmt die Pflanze viel mehr auf, als sie für ihr Wachstum benötigt, dann spricht man von einem Luxuskonsum.

So wird also deutlich, daß durch die Düngung, d. h. durch die Zufuhr von Mineralstoffen zum Boden, der Mineralstoffgehalt der Pflanzen beeinflußt werden kann. Wieweit dies möglich ist, zeigt Übersicht 2, in der Ergebnisse mit steigenden Thomasphosphatgaben zu Gras auf dem Versuchsfeld bei Heerenveen dargestellt sind.

Übersicht 2
Einfluß der Thomasphosphatdüngung auf den Mineralstoffgehalt
von Gras

Versuchsfeld Heerenveen 1957

Thomasphosphat* dz/ha	% in Trockensubstanz			
	2. Schnitt (24. 7.)		3. Schnitt (10. 9.)	
	P ₂ O ₅	CaO	P ₂ O ₅	CaO
0	0,37	0,56	0,57	0,65
3	0,52	0,67	0,76	0,71
6	0,58	0,69	0,89	0,73
9	0,62	0,68	0,92	0,75
12	0,64	0,70	0,97	0,75

* Stickstoffdüngung: 3 dz Kalkammonsalpeter je ha und Schnitt
 Kalidüngung: 1,5 dz 40%iges Kalisalz je ha und Schnitt

Danach wird durch Thomasphosphatdüngung sowohl der Phosphat- als auch der Kalkgehalt des Futters bedeutend angehoben.

Der Einfluß der botanischen Zusammensetzung auf das Futter

Nicht nur die Düngung verändert die mineralische Zusammensetzung des Grases, auch die Art der Narbe, mit anderen Worten die Pflanzengesellschaft, spielt hierbei eine wesentliche Rolle.

Die Grasnarbe besteht aus einer Mischung von Gräsern, Kleearten und Kräutern. Es stellt sich heraus, daß, wenn diese drei Gruppen auch unter

Übersicht 3
Chemische Zusammensetzung von Weidepflanzen

Gehalt an	in % der Trockensubstanz			
	Englisches Raygras	Knaulgras (Dactylis glomerata)	Klee	Kräuter
Roheiweiß	22,40	22,20	28,60	22,20
K ₂ O	4,85	5,33	4,53	4,93
Na ₂ O	0,32	0,19	0,44	0,44
CaO	0,80	0,64	2,23	1,66
MgO	0,27	0,32	0,37	0,49
Cl	1,93	1,53	1,26	1,04
SO ₄	0,76	0,68	0,62	0,67
P ₂ O ₅	1,13	1,04	0,92	1,20
K*				
Ca + Mg	2,46	2,92	0,98	1,25
Anzahl Analysen	8	50	18	6

*) mval je kg Trockensubstanz
 mval = Atomgewicht in mg/Wertigkeit

denselben Bedingungen aufwachsen, ihre Mineralstoffgehalte untereinander doch sehr verschieden sind. Die botanische Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft muß sich also im Mineralstoffgehalt der gewonnenen Ernte widerspiegeln. Folgende Grasanalysen von Kunstweiden für den Viehauftrieb (2) verdeutlichen dies:

Aus Übersicht 3 wird ersichtlich, daß die Klee- und Kräuterarten viel reicher an Kalk und Magnesium sind als die Gräser. Dagegen enthalten die Kleearten im allgemeinen etwas weniger Kali, wengleich die Unterschiede nicht sehr groß sind. Es kann also durch Veränderung der botanischen Zusammensetzung eine große Veränderung im Mineralstoffgehalt des Grases herbeigeführt werden, was wiederum auf das Leistungsvermögen der Tiere von Einfluß ist. Diese Beobachtung ist u. a. auch von Gericke (3) gemacht worden. Er fand nach dem Ergebnis von 15 Wiesendüngungsversuchen, daß bei einer Gabe von 60 kg P_2O_5 /ha der erhöhte P_2O_5 -Gehalt der Heuernte zu rd. zwei Dritteln durch den verbesserten P_2O_5 -Gehalt und zu rd. einem Drittel durch die Veränderung des Pflanzenbestandes verursacht wurde. Die Gabe von 120 kg P_2O_5 /ha führte fast zu denselben Verhältnissen. Der CaO-Gehalt des Wiesenheus wurde sogar in erster Linie durch die botanische Zusammensetzung beeinflußt, desgleichen spielte für den Mn-Gehalt die Umstellung im Pflanzenbestand durch die Düngung die größte Rolle.

Die Bedeutung von Kalk und Phosphorsäure für die Tiere

Da der Knochenbau größtenteils aus Kalk und Phosphorsäure besteht, ist der Bedarf des Tieres an diesen beiden Mineralstoffen besonders groß. Es wird angenommen, daß das Gras mindestens 0,6% P_2O_5 und 1,0% CaO enthalten soll, um die Ernährung der Tiere hieran sicherzustellen. Oft wird angegeben, daß es nicht nur um den absoluten P- und Ca-Gehalt geht, sondern daß auch das gegenseitige Verhältnis der beiden Elemente bedacht werden muß. Man spricht hierbei vom sogenannten Ca/P-Verhältnis, das ungefähr 1 bis 2 : 1 betragen soll. In vielen Fällen ist es zu niedrig, was besagt, daß relativ zu wenig Kalk im Gras vorhanden ist. Da aber der Ca-Gehalt der Gräser nur schwierig durch eine Kalkdüngung gesteigert werden kann, sollte man danach streben, den Gehalt an diesem Mineralstoff durch Veränderung der botanischen Zusammensetzung anzuheben. Die Entwicklung der Kleearten muß gefördert werden, denn Klee ist viel kalkreicher als die Gräser. Wir vertreten die Ansicht, daß das Auftreten von Knochenweiche beim Vieh vielfach durch die sehr einseitige Zusammensetzung unseres Grünlandes gefördert wird.

Mineralstoffgehalt des Futters und Weidetetanie

Die Bedeutung der Mineralstoffe ist vor allem im Zusammenhang mit der gefürchteten Weidetetanie in den Mittelpunkt der Diskussionen gerückt. Was man weiß, ist, daß diese Krankheit u. a. durch eine Störung im Mineralstoffgleichgewicht hervorgerufen wird, wobei ein zu niedriger Mg-Gehalt im Blut auftritt. Die genannte Krankheit ist in ihrem Anfangsstadium mehr oder weniger durch Injektionen mit Ca- oder Mg-haltigen Lösungen zu heilen, aber das eigentliche Übel scheint in einer unausgeglichene Zusammensetzung der aufgenommenen Nährstoffe zu liegen. Untersuchungen, die in den letzten Jahren von Brouwer, Seekles, T'Hart, Kemp u. a.

(3, 4, 5) durchgeführt wurden, weisen darauf hin, daß das Verhältnis $\frac{K}{Ca + Mg}$ (ausgedrückt in mval je kg Tr. Subst.) mit dem Auftreten der Weidetetanie zusammenhängt. Wird dieses Verhältnis nämlich größer als 2,2, dann spricht man von „tetaniegefährlichem Gras“.

In der Praxis weiß man, daß die Weidetetanie auch als Folge eines zu hohen Kaligehaltes im Gras auftreten kann. Darüber hinaus ist bekannt, daß dieses nicht immer der Fall sein muß. Das Problem ist jedenfalls noch lange nicht gelöst, aber die Meinung, Kali allein sei daran beteiligt, scheint nicht richtig. Das geht bereits aus der Formel in bezug auf das „Tetaniegefährliche Gras“ hervor, in welcher auch dem Numerus des Bruches, d. h. der Summe von Ca + Mg je kg Trockensubstanz, eine Bedeutung zukommt.

Will man gesundes Gras erhalten, so darf einmal der Gehalt an Kali nicht zu hoch sein, zum anderen aber muß die Summe von Calcium und Magnesium zunehmen. Letzteres kann erreicht werden durch den Gebrauch Ca- und Mg-haltiger Düngemittel und durch Verschiebungen in der botanischen Zusammensetzung. Beide Faktoren stehen wiederum unter gegenseitigem Einfluß, denn die Düngung übt eine starke Wirkung auf die Vergesellschaftung der Grasnarbe aus.

Der Einfluß der Düngung auf die botanische Zusammensetzung von Grünland

Bekanntlich bewirkt die Düngung Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung der Grasnarbe. Stickstoffgaben vermindern den Kleeanteil, der durch Phosphorsäure, Kali und Kalk andererseits vermehrt wird. Auch ist bekannt, daß die Temperatur die Aufnahme der verschiedenen Elemente stark beeinflusst. Ferner sind die Gräser in ihrer Reaktion auf die chemische Beschaffenheit des Bodens sehr verschieden.

Auf dem Thomasphosphatversuchsfeld bei Purmerend, wo auf Grasland verschiedene Düngungen durchgeführt wurden, werden seit einer Anzahl

von Jahren botanische Analysen gemacht, um den Einfluß der Düngung näher zu studieren. Übersicht 4 gibt einen Überblick über die Verteilung der Gräser (untergeteilt in gute, mittlere und schlechte Gräser), Kleearten und Kräuter nach einer mehrere Jahre laufenden verschiedenartigen Düngung.

Übersicht 4
Düngung und botanische Zusammensetzung der Grasnarbe
Versuchsfeld Purmerend 1952

Düngung	Anteil in %					Qualitätsgrad
	gute Gräser	mittlere Gräser	schlechte Gräser	Klee	Kräuter	
ohne	25	36	16	7	16	5,33
N	44	37	6	vereinzelt	13	6,24
P	27	28	14	10	21	5,28
K	30	42	8	10	10	5,96
N + P	36	38	9	vereinzelt	17	5,76
N + K	48	36	10	vereinzelt	8	6,54
P + K	34	24	10	24	8	6,30
N + P + K	52	33	8	vereinzelt	7	6,71

Die Zahlen lassen erkennen, daß die PK-Düngung das Kleewachstum anregt, durch Zugaben von N verschwindet der Klee aber wieder. In der Praxis müßte man also zu einem Kompromiß kommen. Es sei hier hervorgehoben, daß die P-Düngung in Form von Thomasphosphat erfolgte, was für den Klee sehr günstig ist, denn der Klee stellt auch an den Kalkgehalt des Bodens hohe Ansprüche. Saurer Boden bietet ungünstige Bedingungen für die Entwicklung von Klee, die pH-Zahl (KCl) des Bodens soll mindestens 5,2 betragen.

Ein noch eindrucksvolleres Bild über den Einfluß des Nährstoffzustandes des Bodens auf die botanische Zusammensetzung gibt die Kunstweide, die auf dem Thomasphosphatversuchsfeld bei Apeldoorn angelegt wurde. Hier wurde das Gemenge MK 5 ausgesät. Die Parzellen sind seit Jahren auf bestimmte Art und Weise gedüngt worden und haben dadurch einen verschiedenen Fruchtbarkeitszustand erreicht. Wie die Entwicklung des Gemenges hierauf reagiert, ist aus Abb. 1 zu ersehen, die den Pflanzenbestand im 1. Versuchsjahr zeigt. Auf der regelmäßig mit ausreichender Thomasphosphatgabe gedüngten Parzelle ist der Klee zu vollständiger Entwicklung gekommen, während auf den nicht mit Thomasphosphat gedüngten Parzellen fast gar kein Klee vorhanden ist. Daß sich durch die botanische Zusammensetzung deutliche Verschiebungen in der chemischen Zusammensetzung ergeben, zeigt Übersicht 5.

Übersicht 5

Chemische Zusammensetzung von Gras, Kunstweide Apeldoorn 1958

Thomasphosphat dz/ha	% der Trockensubstanz									
	1. Schnitt (3. 6.)					2. Schnitt (25. 7.)				
	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O	MgO	$\frac{K^*}{Ca+Mg}$	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O	MgO	$\frac{K^*}{Ca+Mg}$
0	0,30	0,40	3,52	0,14	3,61	0,32	0,45	3,68	0,19	3,20
3	0,47	0,61	3,25	0,19	2,23	0,60	0,65	4,70	0,24	2,97
6	0,63	1,20	4,50	0,26	1,79	0,79	1,06	5,24	0,29	2,19
9	0,64	1,21	4,77	0,27	1,83	0,81	1,16	4,98	0,30	1,93

*) ausgedrückt in mval/g Trockensubstanz

Die verschiedenen Gehalte des Grases an Mineralstoffen werden hier verursacht durch den verschiedenen Bodenfruchtbarkeitszustand und die dadurch aufgetretene Verschiebung in der botanischen Zusammensetzung. Das Gras der Parzellen, die außer regelmäßigen Gaben an Stickstoff und Kali keine Phosphatdüngung oder 3 dz Thomasphosphat je Hektar bekommen haben, hat nach der Analyse eine ungenügende mineralische Zusammensetzung. Die Teilstücke, die während mehrerer Jahre Gaben von 6 und 9 dz Thomasphosphat je ha erhielten, zeigen nur geringe Unter-

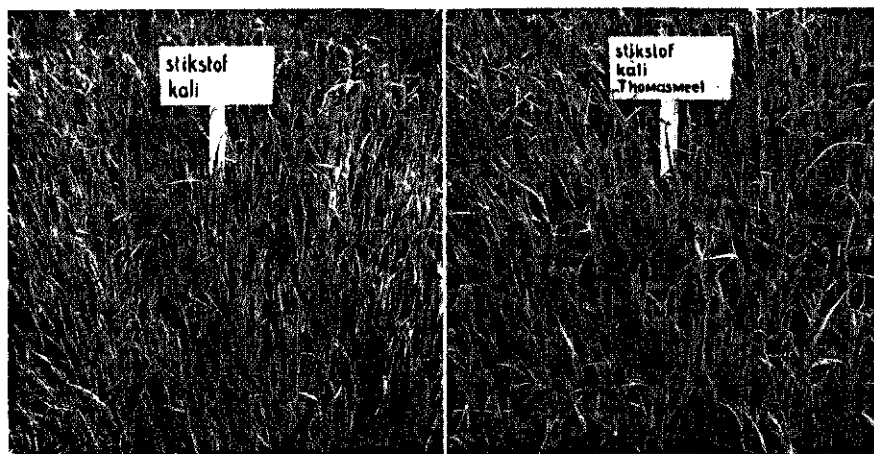


Abb. 1

Einfluß der Thomasphosphatdüngung auf die Entwicklung von Klee in einer Kunstweide bei Apeldoorn

ohne Thomasphosphat

mit Thomasphosphat

Die Stickstoff- und Kaligaben sind gleich

schiede, hier genügt das Gras mit einem Mineralstoffgehalt von 0,63% P_2O_5 und 1,2% CaO den Ansprüchen. Das $\frac{K}{Ca + Mg}$ -Verhältnis ist auf den Versuchspartellen mit 0 und 3 dz/ha Thomasphosphat zu weit. Infolgedessen kann dieses Gras gefährlich für das Vieh werden, dagegen ist auf den Partellen mit 6 und 9 dz/ha Thomasphosphat das Verhältnis gut.

Schlußfolgerung

1. Der Gesundheitszustand und damit das Leistungsvermögen des Viehs hängen mit der Mineralstoffernährung zusammen. Infolgedessen ist es notwendig, durch Düngung den Gehalt der betreffenden Elemente in den Pflanzen zu erhöhen, durch die den Tieren die Mineralstoffe zugeführt werden.
2. Auf Grasland übt auch die botanische Zusammensetzung einen Einfluß auf die mineralische Zusammensetzung des Futters aus. Klee erhöht den Gehalt an Kalk und Magnesium.
3. Die botanische Zusammensetzung wird sowohl durch Kulturmaßnahmen als auch durch die Düngung beeinflusst.
4. Von dem Gesichtspunkt des Mineralstoffgehaltes des Grases her ist ein angemessener Anteil an Klee im Grünlandbestand erwünscht.
5. Da der Klee hohe Ansprüche an den Phosphat- und Kalkzustand des Bodens stellt, ist eine Düngung mit Thomasphosphat erwünscht.

Schrifttum

1. Leignes Bakhoven, H.G.A.: Veevoeding, 12. Auflage. — 1955.
2. de Vries, P.: Bemesting en minerale samenstelling van gras. — Verslag I. B. S. no. 8, 1958.
3. Gericke, S.: Düngung, Pflanzenbestand und Mineralstoffgehalt von Wiesenheu. — Die Phosphorsäure 17, 106, 1957.
4. Kemp, A.: Over de invloed van de bemesting van het grasland en de weersomstandigheden op het optreden van Kopziekte by melkvee. — Verslagen I. B. S., No. 2, 1957.
5. Kemp, A.: Influence of fertilizer treatment of grassland on the incidence of hypomagnesaemia and hypomagnesaemic tetany (Grass tetany) in milking cows. — Netherlands J. agric. Sci. 6, 281, 1958.
6. Kemp, A. u. M. L. t'Hart: Grass tetany in milking cows. — Netherlands J. agric. Sci. 5, 4, 1957.