

INSTITUUT VOOR BIOLOGISCH EN SCHEIKUNDIG ONDERZOEK
VAN LANDBOUWGEWASSEN

Wageningen

Verslagen nr. 8 1958

BEMESTING EN MINERALE SAMENSTELLING VAN GRAS

Ir. P. de Vries

Hoofdstuk I

Bemesting en opbrengst

Bij het streven naar een hogere netto-opbrengst zal de veehouder de bruto-opbrengst van zijn grasland zo hoog mogelijk proberen op te voeren. Eén van de middelen daartoe is het oordeelkundig toepassen van meststoffen. De toename in de drogestofproduktie door fosfaat en kali is sterk afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid, die reeds in de bodem aanwezig is. Deze beschikbare hoeveelheden worden uitgedrukt in P-citroen resp. K-getal. Voor de adviesgeving zijn de percelen naar hun beschikbare bodemvoorraad in klassen ingedeeld.^{x)} Tabel 1 geeft aan welke gemiddelde opbrengstverhoging men kan verwachten met een voldoende fosfaatbemesting in de diverse klassen. De opbrengstvermeerdering is uitgedrukt in procenten van de drogestofopbrengst van het nul-object. Deze gegevens zijn ontleend aan v.d. Paauw (1951, fig. 57) en zijn gemiddelden voor zand, veen, rivierklei en zeeklei. Terwijl in de klasse "zeer laag" nog een flinke opbrengstvermeerdering van 26% door fosfaat verkregen kan worden, daalt deze tot 6% bij de klasse "middelmatig".

In tabel II staan de overeenkomstige gegevens voor kali. Deze gegevens zijn ontleend aan v.d. Paauw (1953, fig. 1) en hebben alleen betrekking op zand. Ook hier een flinke toename in opbrengst op de armste percelen (33%), maar nog slechts 4% in de klasse "middelmatig".

x)

Voor indeling der klassen per grondsoort zie Landbouwgids 1957, p. 80 en 81. De benamingen van de diverse klassen en de normen zijn in deze publikatie in overeenstemming met die in genoemde Landbouwgids.

Tabel 1

klasse	ds-toename bij voldoende P in procenten van onbemest
zeer laag	26%
laag	11%
middelmatig	6%
hoog	4%
zeer hoog	-

Tabel 2

klasse	ds-toename bij voldoende K in procenten van onbemest
zeer laag	33%
laag	16%
middelmatig	4%
hoog	0%
zeer hoog	-

Ter vergelijking geeft tabel 3 een indruk welke opbrengstverhoging stikstof kan geven. Deze gegevens zijn afkomstig van Frankena, 1941, en zijn gemiddelden van 16 proefvelden met 4 N-trappen, waarvan op elk proefveld op 5 verschillende data een eerste snede is gemaaid.

Met 75 kg N/ha bereikt men hier gemiddeld een droge-stofvermeerdering van rond 50%, terwijl uit de cijfers blijkt, dat een zwaardere gift een nog grotere toename doet verwachten. Stikstof kan dus een belangrijk grotere opbrengstverhoging geven dan fosfaat en kali. Op die weiden, waarvan de beschikbare bodemvoorraad aan P en K "middelmatig"

Tabel 3

Gemiddelde maaiedatum	Relatieve ds-opbrengsten					kg luchtdroge stof per are				
	0 kg N/ha	25 kg N/ha	50 kg N/ha	75 kg N/ha	100 kg N/ha	0 kg N/ha	25 kg N/ha	50 kg N/ha	75 kg N/ha	100 kg N/ha
13/5	100	123	139	152	166	23.1	28.4	32.1	35.0	37.9
20/5	100	126	139	152	166	29.9	37.7	41.7	45.3	48.0
29/5	100	119	134	149	164	38.6	45.8	51.7	57.7	63.7
6/6	100	119	134	147	161	47.0	55.9	62.8	69.3	76.2
16/6	100	120	135	144	153	52.9	64.7	71.4	76.2	81.1

is, kan men met fosfaat en kali maximaal resp. 6% en 4% opbrengstreactie verwachten, terwijl met de eerste 10 kg N uit dit voorbeeld reeds 10% verkregen wordt en met de laatste 10 kg N 5%.

Hoofdstuk II

Minerale samenstelling van gras

Naast deze verhoging van de opbrengst veroorzaken de meststoffen ook een wijziging in de samenstelling van het gras. Door onoordeelkundig gebruik ervan kan deze samenstelling, en met name de minerale samenstelling, zodanig gewijzigd worden, dat het dier bij het consumeren van dit gras ziek wordt (bv. kopziekte). Daarom moet bij het bemestingsbeleid ook aandacht besteed worden aan de kwaliteit van het gras.

Voor de kwaliteitsbeoordeling worden de gehalten aan verschillende mineralen bepaald. Deze zijn te verdelen in de macro-elementen, die in grotere hoeveelheden in de plant voorkomen, en de micro-elementen of sporenelementen, die in kleinere hoeveelheden voorkomen. Van de macro-elementen worden geregeld bepaald de gehalten aan: N, Na, K, Ca, Mg, Cl, S en P. Ook Si behoort in deze groep, maar wordt in dit verband nooit bepaald. Deze elementen zijn te verdelen in de 4 base-vormende: K, Na, Ca en Mg en de drie zuurvormende: P, Cl en S. Van N kan men zowel een zuur afleiden: HNO_3 als een base: NH_4OH . Tot de sporenelementen rekenen wij bv. Cu , Co , Fe , Mo en Mn . In dit artikel zullen wij ons echter uitsluitend bezighouden met de macro-elementen. Het gehalte aan macro-elementen kan op verschillende manieren opgegeven worden:

1. als element in procenten van de droge stof: N, K, Na, Ca, Mg, Cl, S en P;

2. als oxyde in procenten van de droge stof: K_2O , ...

- Na₂O, CaO, MgO, SO₄ of SO₃ en P₂O₅ (N.B.: Chloor wordt nooit als oxyde opgegeven;^x)
3. in milligram-equivalent per kg droge stof;^x)
 4. stikstof wordt ook wel opgegeven als ruw eiwit in procenten van de droge stof (a% N komt overeen met a x 6.25 % ruw eiwit).

De sporenelementen worden opgegeven in milligrammen per kg droge stof, ook wel genoemd "delen per miljoen" (= d.p.m.).

Het beeld, dat ontstaat, wanneer van een monster de gehalten aan een aantal mineralen bekend zijn, noemt Brouwer het "mineralenpatroon". Dit geldt ook voor de gemiddelde gehalten van een aantal monsters. Een voorbeeld van zo'n mineralenpatroon staat in tabel 4. Het is een gemiddelde van 170 weidegrasmonsters.

Onderaan tabel 4 in de derde kolom staan nog enige grootheden. Deze worden steeds uitgedrukt in milligram-equivalenten per kg droge stof en worden berekend uit de afzonderlijke gehalten. Men is tot de onderscheiding van de eerste zeven gekomen op dierfysiologische gronden. Voor een uiteenzetting leze men Brouwer (1951).

x)

1 milligram-equivalent = een duizendste deel van een gram-equivalent

1 gram-equivalent = het gewicht in grammen gelijk aan het atoomgewicht gedeeld door de waardigheid

K, Na en Cl zijn éénwaardig; Ca, Mg en S zijn tweewaardig en P rekent men in dit verband driewaardig.

Tabel 4

A		B		C	
% re	23.8	% N	3.81	-	-
% K ₂ O	3.65	% K	3.03	K	775
% Na ₂ O	0.34	% Na	0.25	Na	110
% CaO	0.89	% Ca	0.64	Ca	318
% MgO	0.31	% Mg	0.19	Mg	154
-	-	% Cl	1.19	Cl	336
% SO ₄	0.91	% S	0.30	S	190
% SO ₃	0.76	% S	0.30	S	190
% P ₂ O ₅	0.95	% P	0.42	P	402
-	-	-	-	BT	1357
-	-	-	-	ZT	928
-	-	-	-	TT	2285
-	-	-	-	TA	429
-	-	-	-	TA'	1.46
-	-	-	-	AA	359
-	-	-	-	EA	70
-	-	-	-	K	1.64
-	-	Ca/P	1.52	Ca + Mg	-

A = uitgedrukt als oxyde in procenten van de droge stof (N als ruw eiwit);

B = uitgedrukt als element in procenten van de droge stof;

C = uitgedrukt in milligram-equivalenten per kg droge stof.

Tabel 5 geeft aan hoe men deze grootheden kan berekenen uit de mineralengehalten.

Tabel 5

BT = K + Na + Ca + Mg	= base-totaal
ZT = Cl + S + P	= zuur-totaal
TT = BT + ZT	= totaal der totalen
TA = BT - ZT	= base-overschot
TA' = BT/ZT	
AA = K + Na - Cl - S	= alkali-alkaliciteit
EA = Ca + Mg - P	= aardalkali-alkali-citeit

De verhouding $\frac{K}{Ca + Mg}$, eveneens uitgedrukt in milligramequivalenten per kg droge stof, wordt in verband gebracht met kopziekte. Hierop komen wij in hoofdstuk IV terug. Aan de verhouding Ca/P, die in de tweede kolom staat en uitgedrukt wordt als element in procenten van de droge stof, is in de veevoeding veel aandacht besteed (Brouwer, 1951). Hierin komen de mineralen voor, die een rol spelen bij de beenvorming. Volgens Brouwer moet deze verhouding 1 à 2 zijn. In het algemeen voldoet het Nederlandse gras hieraan, althans wanneer het land voldoende met fosfaat is bemest.

De variatie in de gehalten is vaak zeer groot. Tabel 6 geeft hiervan een voorbeeld. De gegevens hiervan hebben betrekking op een gemiddelde van 67 weidegrasmonsters van percelen, waarop zich geen kopziekte heeft voorgedaan.

Tabel 6

<u>% K₂O</u>		<u>% Na₂O</u>	
< 3.50%	16%	< 0.150%	7%
3.50% - 3.99%	47%	0.150% - 0.199%	16%
4.00% - 4.49%	33%	0.200% - 0.249%	26%
4.50% - 4.99%	4%	0.250% - 0.299%	11%
		> 0.299%	40%
	----- +		----- +
	100%		100%
Gemiddelde	3.88% K ₂ O	Gemiddelde	0.32% Na ₂ O

Hoofdstuk III

Verschillende factoren, die de minerale samenstelling van het weidegras beïnvloeden

1. het groeistadium

Tabel 7 geeft een voorbeeld, hoe de minerale samenstelling zich kan wijzigen met de tijd. Het heeft betrekking op veldbeemd, in monocultuur verbouwd (1956), dat zeven maal bemonsterd is.

Hoewel de invloed van het groeistadium op de minerale samenstelling nog niet voldoende duidelijk is, is het zeer waarschijnlijk, dat gedurende de eerste periode in het voorjaar, zoals hier bij de eerste drie data van bemonstering, de gehalten variëren om een hogere waarde, om daarna te gaan dalen (de laatste vier data). Dit betekent een hoger gehalte in het voorjaarsweidegras (hier ongeveer overeenkomend met de eerste drie data) en een aanmerkelijk lager gehalte in het hooigras (te vergelijken met de laatste twee data). Ook de $\frac{K}{Ca + Mg}$ -ver-

houding varieert eerst om een hogere waarde om na de derde monsterdatum blijvend te gaan dalen. Hoe het gesteld is met het weidegras in zomer en najaar, is nog niet onderzocht.

Bij het bestrijden en voorkomen van veeziekten, veroorzaakt door een onjuiste minerale samenstelling in het rantsoen, moet in het bijzonder aandacht besteed worden aan het weidegras. Want gedurende een groot deel van het jaar wordt het vee uitsluitend met weidegras gevoed en dan nog wel gedurende kortere of langere tijd van eenzelfde perceel. De andere produkten van het grasland als hooi, kuilgras en kunstmatig gedroogd gras worden bijna steeds op stal in een samengesteld rantsoen gevoerd. Slecht weidegras zal dus veel eerder funeste gevolgen kunnen hebben. Bovendien is de $\frac{K}{Ca + Mg}$ -verhouding in

Tabel 7

Datum	procenten in de droge stof										in mg.eq. per kg droge stof		
	re	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Cl	SO ₄	BT	ZT	$\frac{K}{Ca + Mg}$		
24/4	31.8	3.72	0.09	0.75	0.29	1.00	1.14	1.21	1231	997	1.91		
1/5	33.7	4.32	0.08	0.84	0.28	1.09	1.42	1.07	1385	1085	2.08		
7/5	29.6	4.49	0.08	0.74	0.31	1.08	1.84	0.94	1397	1172	2.27		

18/5	15.8	3.10	0.04	0.69	0.25	0.76	1.41	0.62	1041	848	1.78		
28/5	13.6	2.93	0.04	0.68	0.25	0.69	1.34	0.65	1002	805	1.69		
7/6	11.1	2.60	0.07	0.67	0.22	0.56	1.34	0.46	923	711	1.59		
21/6	8.5	2.16	0.05	0.59	0.22	0.45	1.14	0.46	795	608	1.43		

hooi- en kuilgras, evenals in dit voorbeeld, in het algemeen lager en veroorzaakt daardoor minder kans op kopziekte. Uit de volgende gegevens blijkt ook, dat het weidegras naar zijn gebruik zeer belangrijk is. Volgens 't Hart kan het gras in Nederland als volgt naar gebruik worden ingedeeld: 70% voor weidegras, 24.5% voor hooigras, 5% voor kuilgras en 0.5% om kunstmatig te drogen.

2. De botanische samenstelling

In de regel bestaat de grasmat uit een mengsel van grassen, klavers en kruiden. In samenstelling kunnen deze drie groepen nogal uiteenlopen. Tabel 8 geeft hiervan een voorbeeld. Deze monsters zijn afkomstig van kunstweiden en zijn genomen vlak voordat het vee werd ingeschaard.

Tabel 8

	in procenten van de droge stof			
	Engels raaigras	kroppaar	klavers	kruiden
re	22.4	22.2	28.6	22.2
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
<u>2K₂O</u> x)	2.46	2,92	0.98	1.25
Ca + Mg				
aantal monsters	8	50	18	6

x) $\frac{K}{Ca + Mg}$ in mg.eq. per kg droge stof

Klavers en kruiden vallen in het bijzonder op door hun hoger Ca-gehalte. Zij verlagen daardoor de $\frac{K}{Ca + Mg}$ - verhouding. Als door welke oorzaak ook het percentage klavers en kruiden daalt, heeft dit zijn consequenties voor de minerale samenstelling van het gewas in zijn geheel.

Ook tussen de grassen onderling bestaan verschillen. Tabel 9 geeft enkele resultaten van hetzelfde proefveld als van tabel 7.

De vermelde waarden zijn de gemiddelden van de eerste drie (soms 2 of 1) monsterdata (24/4, 1/5 en 7/5). Zie ook de tweede en derde kolom van tabel 8.

De verschillen zijn belangrijk. Zo heeft Engels raaigras het laagste K-gehalte en een opvallend hoog Na-gehalte. Kropaar daarentegen heeft op één na het hoogste K-gehalte. De $\frac{K}{Ca + Mg}$ verhouding is van kropaar ongunstiger dan van Engels raaigras. Dit is mogelijk van belang voor de kunstweiden in de meer droge zandgebieden, die uitsluitend of bijna uitsluitend uit kropaar bestaan.

3. De temperatuur

Volgens Dijkshoorn en 't Hart (1957) kunnen temperatuurschommelingen een verandering teweeg brengen in de mineralengehalten. Dit wordt in verband gebracht met de waarnemingen van 't Hart en Kemp (1956), Kemp en 't Hart (1957) en Kemp (1957), volgens welke de frequentie van het aantal kopziektegevallen samenhangt met temperatuurschommelingen beneden een etmaal-gemiddelde van 14°C. De variatie in de gehalten van de eerste drie data van bemonstering in tabel 7 moet zeer waarschijnlijk ook in verband gebracht worden met temperatuurschommelingen.

Tabel 9

	Soort	in procenten van de droge stof				in mg.eq. per kg. ds		Aantal monster-data
		K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	$\frac{K}{Ca+Mg}$		
Arr	Frans raaigras	5.31	0.17	0.90	0.36	2.25	2	
D	Kropaar	5.22	0.23	0.89	0.32	2.32	3	
Phl	Timothee	4.92	0.13	0.88	0.23	2.44	3	
Fp	Beemdlangbloem	4.71	0.06	1.03	0.23	2.07	3	
Fr	Rood zwenkgras	4.53	0.09	1.00	0.23	2.04	2	
Pt	Ruw beemdgras	4.37	0.21	1.04	0.25	1.87	3	
As	Florien	4.29	0.23	0.97	0.23	1.98	2	
Pp	Veldbeemd	4.18	0.08	0.78	0.29	2.10	3	
Ac	Kruipend struisgras	3.86	0.17	1.01	0.27	1.66	1	
Lp	Engels raaigras	3.28	0.81	0.92	0.21	1.61	3	

4. Seizoenschommelingen

De temperatuur en ook de botanische samenstelling en het groeistadium veranderen systematisch met het seizoen. Overeenkomstig hiermee verandert de minerale samenstelling.

De belangrijkste factoren, die de minerale samenstelling van gras beïnvloeden, zijn de bodem en de bemesting. Deze worden in hoofdstuk V behandeld.

Hoofdstuk IV

Minerale samenstelling van gras en veeziekten

Kopziekte veroorzaakt jaarlijks in Nederland een schade van + f 4.000.000.--. De meeste gevallen komen in ons land in het voorjaar voor, gedurende de eerste 2 à 3 weken van de weideperiode. In de zomer doen er zich weinig gevallen voor, terwijl er in de herfst weer een toename valt waar te nemen. Op de invloed van de temperatuur op het aantal gevallen is reeds in hoofdstuk III gewezen.

Aangetoond is, dat een overmatig gebruik van kali het voorkomen van deze ziekte sterk bevordert. Bij een voldoende K-toestand van de bodem (bemesting inbegrepen) bedroeg het aantal gevallen 0.9% tegen 5.2%, wanneer de kalivoorziening ruimer was dan nodig is voor een goede opbrengst. Ook stikstof kan de kopziekte bevorderen. Als naast een te zware kalibemesting veel stikstof was gebruikt, was het aantal gevallen 6.45% tegen 3.65% bij een lichte bemesting met stikstof (zie tabel 14).

Er bestaat een betrouwbaar verband tussen de $\frac{K}{Ca + Mg}$ - verhouding in het weidegras en de frequentie van het optreden van kopziekte (tabel 10). Beneden een waarde van 2.0 is er geen of weinig kans, terwijl naar boven de kans snel toeneemt. (Kemp en 't Hart 1957; Kemp 1957.)

Tabel 10

$\frac{K}{Ca + Mg}$ in weidegras	aantal koeien	% kop-ziekte
< 1.01	80	0
1.01 - 1.40	693	0
1.41 - 1.80	1831	0.06
1.81 - 2.20	2054	1.7
2.21 - 2.60	1054	5.1
2.61 - 3.00	716	6.8
3.01 - 3.40	138	17.4
Totaal	6566	2.5

Het aantal kopziektegevallen wordt sterk verminderd door bij te voeren met aardappelvezels, pulp en Mg-houdende koekjes.

Tabel 11 geeft het mineralenpatroon van kopziektegras, vergeleken met dat van weiden waarop zich geen moeilijkheden met het vee hebben voorgedaan.

De gegevens in de kolommen 2, 3 en 4 zijn afkomstig van Brandsma (1954) en hebben betrekking op weidegras, dat geen aanleiding heeft gegeven tot bezwaren. Brandsma heeft zijn materiaal in 1952 verzameld op klei en zand. De door hem onderzochte bedrijven werden vrij intensief bedreven en er hadden zich de laatste jaren vóór en gedurende de proefname nagenoeg geen afwijkingen voorgedaan, die toegeschreven moeten worden aan een onjuiste minerale samenstelling. De gegevens zijn een gemiddelde van het weidegras, gedurende het gehele seizoen. De gegevens uit de drie laatste kolommen zijn afkomstig van het kopziekte-onderzoek in de provincie Utrecht.

Het heeft zowel betrekking op zand als op klei. Die van de 4e kolom zijn van weiden, waar zich geen kopziekte heeft voorgedaan. De 5e kolom heeft betrekking op weiden, waar zich wel kopziekte

Tabel 11

	goed gras			kopziektegras	
	Brandsma		Kemp	Kemp	
	zand	klei	NKZ	KZ	NKZ ^x
aantal mon- sters	80	60	170	100	57
% re	19.6	20.6	23.8	24.2	24.6
% K ₂ O	3.77	3.33	3.65	4.42	4.23
% Na ₂ O	0.35	0.48	0.34	0.22	0.22
% CaO	1.02	0.90	0.89	0.73	0.76
% MgO	0.32	0.42	0.31	0.28	0.26
% Cl	1.63	1.62	1.19	1.40	1.23
% SO ₄	0.82	1.01	0.91	0.87	0.91
% P ₂ O ₅	0.97	0.96	0.95	1.09	1.08
K	1.53	1.34	1.64	2.35	2.20
Ca + Mg	1.53	1.34	1.64	2.35	2.20

KZ = kopziekte; NKZ = niet kopziekte;
 NKZ^x = geen kopziekte voorgedaan (bijvoeren),
 wel kopziektegevaarlijk gras.

voordeed. In de weiden van de 6e kolom kwam geen kop-
 ziekte voor, maar hier is bijgevoerd, ten einde
 dit te voorkomen. De uitkomsten in de kolommen 2,
 3 en 4 komen in grote trekken goed overeen. Het
 kopziektegras van de 5e kolom onderscheidt zich door
 een hoger K-gehalte en een lager gehalte aan Na,
 Ca en Mg. Ook is het fosfaatgehalte iets hoger. Boe-
 ren, die zwaar met kali mesten, gebruiken in vele
 gevallen ook veel fosfaat. Het gras van de 6e
 kolom komt goed overeen met het kopziektegras van
 de 5e kolom. Het bijvoeren is daarom wel op zijn
 plaats geweest. In hoofdstuk II is reeds gewezen
 op de grote variatie rondom het gemiddelde. De

gegevens van tabel 6 hebben betrekking op een gedeelte van de monsters van kolom 4 uit tabel 11.

Weidediarree komt veelvuldig voor in het najaar. De symptomen zijn een verkleuring van het haarkleed, diarree, vermagering en verminderde melkgift. Het verband met de minerale samenstelling van het weidegras is niet duidelijk. Het probleem verkeert nog geheel in de sfeer van het onderzoek. Dat Cu niettemin een rol speelt, is duidelijk, daar met Cu-toediening aan het dier uitstekende resultaten zijn verkregen.

Gevallen van zure urine in de weide zijn beschreven door Brouwer en Van der Vliert (1951). Zij hebben deze in verband gebracht met de AA van het weidegras. Deze was negatief of slechts zwak positief. (AA = K + Na - Cl - S.) In deze grootheid staan de gehalten aan die mineralen, die hoofdzakelijk met de urine worden uitgescheiden, in tegenstelling met Ca, Mg en P, die hoofdzakelijk met de mest verwijderd worden.

Bij de bemesting zal men moeten streven naar gras van een goede samenstelling. Gras van een goede samenstelling gaat bij gebruik als enig voer gepaard met een goede produktie, een goede gezondheid en een goede vruchtbaarheid van het dier.

Hoofdstuk V

De invloed van bodem en bemesting op de minerale samenstelling

1. Bodem

In tabel 12 zijn 214 percelen onderverdeeld in klassen van kalirijkdom van de bodem. Op al deze percelen zijn in het voorjaar tijdens of vlak voor het weiden tegelijkertijd gewasmonsters en grondmonsters genomen. Het materiaal is afkomstig van de kopziekte-enquête (Kemp, 1957). Bij elke klasse staan de gemiddelde gehalten aan

kationen en de $\frac{K}{Ca + Mg}$ - verhouding^x, afzonderlijk voor zand en rivierklei. Met toenemende K-rijkdom neemt het K-gehalte toe. Het Na-gehalte neemt daarentegen af. Het duidelijkst op rivierklei, waar het gehalte bij een lage K-toestand van de bodem ook het hoogst is.

Ook Ca en Mg nemen af. De $\frac{K}{Ca + Mg}$ - verhouding neemt daardoor zeer sterk toe.

Dit verschijnsel, dat met een toenemend K-gehalte tegelijkertijd de gehalten aan Na, Mg en Ca afnemen, wordt "antagonisme" genoemd. Het K/Na-antagonisme treedt in de regel het meest duidelijk op, evenals hier.

Er zijn aanwijzingen, dat de grondsoort invloed heeft op het mineralengehalte. Tabel 12 zou er op kunnen wijzen, dat op rivierklei bij eenzelfde K-toestand van de bodem het Na-gehalte en het Ca-gehalte hoger zijn dan op zandgrond. Op verschillende komgronden in de Betuwe zijn Na-gehalten waargenomen van 1.0% en hoger.

Over de betekenis van S en Cl voor het dier weten wij zeer weinig. Ook is er nog weinig systematisch onderzoek verricht, betreffende deze gehalten in het gras.

^x De K-getallen in dit materiaal zijn bepaald in grondmonsters, die genomen zijn gedurende de voorjaarsweideperiode. In zeer veel gevallen zijn de K-getallen in deze periode lager dan vóór de groei van het gewas. Waren de percelen ingedeeld naar het K-getal van vóór de groei, dan waren het kali-gehalte en de $\frac{K}{Ca + Mg}$ - verhouding bij eenzelfde waarde van het K-getal lager dan nu is aangegeven. De gehalten aan Na, Ca en Mg waren daarentegen hoger. Deze verschillen zijn echter niet groot. In een volgend artikel wordt hierop nader ingegaan.

Tabel 12

Kali-toe- stand van de bodem	Samenstelling van het weidegras										
	zand					rivierklei					
	% K ₂ O	% Na ₂ O	% CaO	% MgO	$\frac{K}{Ca+Mg}$	% K ₂ O	% Na ₂ O	% CaO	% MgO	$\frac{K}{Ca+Mg}$	
zeer laag	-	-	-	-	-	3.22	0.68	0.90	0.31	1.44	
laag	3.95	0.22	0.80	0.28	1.98	3.69	0.43	0.86	0.29	1.72	
middelmatig	4.01	0.25	0.77	0.26	2.12	3.99	0.32	0.83	0.28	1.94	
hoog	4.25	0.18	0.71	0.23	2.46	4.18	0.24	0.80	0.27	2.14	
zeer hoog	4.51	0.21	0.66	0.24	2.72	4.67	0.18	0.73	0.26	2.55	

2. Bemesting

Een toenemende kalibemesting heeft een gelijksoortige invloed op het mineralenpatroon als een toename van het K-getal. Tabel 13 bevat de gegevens van de eerste snede van 18 kali-proefvelden, in weidestadium gemaaid. Deze proefvelden lagen op zand, veen en rivierklei bij uiteenlopende K-getallen.

Tabel 13

kg K ₂ O per ha	0	20	60	120	200
% K ₂ O	3.22	3.31	3.60	3.83	4.16
% Na ₂ O	0.40	0.39	0.34	0.32	0.26
% CaO	0.86	0.85	0.84	0.83	0.80
% MgO	0.30	0.29	0.29	0.28	0.26
$\frac{K}{Ca + Mg}$	1.55	1.60	1.76	1.90	2.14

Ook hier een sterke toename van het kali-gehalte en een sterke daling van het natrium-gehalte. Ook Ca en Mg nemen af. De verhouding $\frac{K}{Ca + Mg}$ stijgt in dit voorbeeld 0.03 in waarde met elke 10 kg K₂O, die per ha meer wordt gegeven.

Ook voor fosfaat geldt, dat met toenemende bemesting het gehalte in het gewas stijgt.

Met bekalken kan het Ca-gehalte moeilijk opgevoerd worden. Dit gehalte wordt verlaagd door een zwaardere K-bemesting en door een afname van het percentage onkruiden en klavers.

Over de invloed van een Mg-bemesting op het Mg-gehalte is nog te weinig bekend.

Het Na-gehalte wordt sterk gedrukt door een kalibemesting. Vooral op zandgronden is het vaak

Tabel 14

Kalivoorziening N-bemesting ↓	onvoldoende		voldoende		te veel		Totaal	
	aantal	% KZ	aantal	% KZ	aantal	% KZ	aantal	%KZ
0 - 50 kg N/ha	662	0.60	889	1.24	823	3.65	2374	1.90
> 50 kg N/ha	102	0.0	442	0.23	1024	6.45	1568	4.27
Totaal	764	-	1331	-	1847	-	3942	-
Gemiddeld	-	0.52	-	0.90	-	5.20	-	2.84

laag.

Zoals op pag.13 reeds is vermeld kan ook stikstof invloed hebben op het voorkomen van kopziekte (Kemp en 't Hart, 1957; Kemp 1957). In tabel 14 zijn 216 percelen verdeeld naar de mate van kalivoorziening: "onvoldoende", "voldoende" en "te veel". (Deze termen geven aan of er resp. beneden, op of boven de adviesnormen bemest is in het desbetreffende voorjaar.) Verder is er een verdeling gemaakt naar N-gebruik in het voorjaar: 0 - 50 kg of meer dan 50 kg N, waarbij rekening is gehouden met de organische N. Voor elk van deze 6 klassen is opgegeven het aantal dieren, dat er weidde en het percentage van de dieren, dat aan kopziekte leed (% KZ). Met toenemende K-voorziening neemt het percentage kopziekte toe. Bij een te ruime K-voorziening geeft een verhoogde N-gift nog een extra stijging, terwijl in de klassen "onvoldoende" en "voldoende" het percentage daarentegen terugloopt. De oorzaak van dit verschijnsel is nog niet duidelijk. Het is echter hoopvol, dat bij een "voldoende" kalivoorziening een verhoging van de N-gift geen aanleiding geeft tot bevordering van de kopziekte.

Hoofdstuk VI

De bemesting in de praktijk

In tabel 15 wordt een overzicht gegeven van de opbrengstvermeerdering, die door een voldoende P-voorziening in de diverse klassen van bodemrijkdom te verkrijgen zijn (vergelijk met hoofdstuk I), de verdeling van de percelen naar P-rijkdom in de bodem, het bemestingsadvies in de diverse klassen bij verschillend gebruik en de hoeveelheid, die in de praktijk in werkelijkheid gegeven wordt. Deze cijfers zijn gemiddelden voor zand, veen, rivierklei en zeeklei. De gegevens

van de 3e, 4e en 6e kolom zijn afkomstig van Koopmans (1955, 1957).

Hieruit blijkt, dat op ongeveer 40% van de percelen met P een behoorlijke opbrengstvermeerdering valt te verwachten. In de praktijk wordt in de klasse "zeer laag" echter flink onder de norm bemest. De gemiddelde praktijkgift in de klasse "laag" komt ongeveer overeen met het advies. Dit kan nog zeer goed betekenen, dat een gedeelte te zwaar en een ander gedeelte te licht wordt bemest. Alle andere klassen, waar slechts een geringe tot geen opbrengstvermeerdering door fosfaat verwacht kan worden, worden te zwaar bemest.

Uit deze cijfers blijkt, dat men zich in de praktijk weinig aan het bemestingsadvies stoort. De gegeven hoeveelheid neemt niet toe met afnemende bodemrijkdom, zoals het geval zou moeten zijn, maar neemt in tegendeel af.

In tabel 16 wordt eenzelfde overzicht gegeven voor kali op zandgrond. De gegevens zijn van dezelfde bronnen afkomstig als in de voorgaande tabel.

Ook hier valt ongeveer 40% der percelen in de klassen "zeer laag" en "laag", waar met K-bemesting een flinke opbrengstvermeerdering verwacht kan worden. Gemiddeld wordt in de laagste klasse zowel bij hooien als maaien aanmerkelijk minder kali aangewend dan nodig is voor een maximale opbrengst. Alle andere klassen worden te zwaar bemest, bij beide gebruikswijzen. Bij kali dus hetzelfde sombere beeld als bij fosfaat. Dit geldt ook voor andere grondsoorten dan zandgrond.

Een belangrijke oorzaak van deze te hoge dosering van kali en fosfaat is, dat men in vele gevallen te weinig rekening houdt met de hoeveelheden, die met stalmest en gier verstrekt worden,

Bij uitsluitend weiden wordt een lagere P- en K-gift geadviseerd dan wanneer een snede gemaaid zal worden. De oorzaak ligt in een kleinere ont-trekking bij weiden. Na maaien wordt het gehele gewas van het perceel gevoerd, terwijl bij weiden

Tabel 15

Klasse	Opbrengstver- meerdering in % v. nulobject bij voldoende P-bemesting	Verdeling percelen naar Klasse	kg P ₂ O ₅ per ha			
			1x maaien, daarna weiden		uitsluitend weiden	
			praktijk	advies	praktijk	advies
zeer laag	26%	16%	52	100-150	34	80-130
laag	11%	24%	65	60-80	47	40-60
middelmatig	6%	23%	59	40-50	52	20-30
hoog	4%	21%	70	20-30	57	0-10
zeer hoog	-	16%	68	0	61	0

Tabel 16

Klasse	Opbrengstver- meerdering in % v. nulobject hij voldoende K-bemesting	Verdeling percelen naar klasse	kg K ₂ O per ha			
			praktijk	advies	uitsluitend weiden	
					praktijk	advies
zeer laag	33%	8%	106	180	86	140
laag	16%	30%	138	120	104	80
middelmatig	4%	32%	164	80	106	40
hoog	0%	14%	172	40	130	0
zeer hoog	0%	16%	146	0	120	0

het overgrote gedeelte van de opgenomen mineralen weer met urine en mest op het perceel wordt afgezet.

Slechts enige afvoer vindt plaats met melk en vleesaanzet. Er is berekend, dat door het gehele jaar te weiden gemiddeld ongeveer 80 kg K_2O en 20 kg P_2O_5 per ha minder wordt afgevoerd² dan wanneer² een flinke snede is gemaaid en vervolgens beweid wordt. Hierbij wordt aangenomen, dat bij beide gebruikswijzen de eventuele verliezen door uitspoeling en vastlegging gelijk zijn. (de Groot, 1949; Koopmans, 1955.) Zoals ook uit de tabellen 15 en 16 blijkt, wordt bij uitsluitend weiden 20 kg P_2O_5 /ha en 40 kg K_2O /ha minder geadviseerd dan wanneer een snede wordt gemaaid.

De vraag, welke meststofgift nog toelaatbaar is in verband met de kwaliteit van het gras, is nog in onderzoek. De meeste gegevens zijn verzameld over de invloed van de kalivoorziening op de kopziekte. In een volgend artikel wordt dieper op deze kwestie ingegaan. Hierop vooruitlopend kan wel gesteld worden, dat de belangrijkste oorzaak van het optreden van kopziekte ligt in het boven de norm bemesten met kali. In het bijzonder zijn dus die hoeveelheden kali gevaarlijk, die meer gegeven worden dan nodig is voor een maximale opbrengst.

In tabel 17 (naar Koopmans, 1957) wordt voor zand, zeeklei, rivierklei en veen samen de werkelijk gegeven hoeveelheid kali vergeleken met de adviesnorm voor de verschillende klassen van K-rijkdom in de bodem. Hieruit blijkt, dat bijna de helft van de percelen te zwaar bemest wordt. Vooral die percelen ontvangen te veel kali, waar slechts een geringe of geen bruto-opbrengstvermeerdering te verwachten is.

De kans op kopziekte kan daarom drastisch verlaagd worden, als men maar naar de normen bemest.

Overigens moet men zich niet te veel zorgen maken over eventuele opbrengstdervingen. Te meer niet, daar bij vergelijking van tabellen 1, 2 en 3 blijkt, dat bij een P-citroen en K-getal van "middelmatig"

reeds een geringe N-gift deze derving kan compenseren.

Tabel 17

Bemestings- toestand	Aantal percelen in %	Percentage der percelen, dat bemest is:		
		beneden norm	volgens norm	boven norm
zeer laag	8	59	32	9
laag	27	29	44	27
middelmatig	28	10	43	47
hoog	15	2	33	65
zeer hoog	22	0	33	67
aantal per- celen in %	100	15	39	46

Literatuur

- Brandsma, S. (1954): Med. v.d. Landb.Hogeschool 54 (6).
- Brouwer, E. (1951): Serie "Landbouw" nr. 13. De veevoeding in nieuwe banen. p. 108 - 130.
- Brouwer, E. en A.J. v.d. Vliert (1951): Med. v.d. Landb.Hogeschool 51.
- Dijkshoorn, W. en M.L. 't Hart (1957): Neth.Journ. of Agric. Sci. 5 (1).
- Frankena, H.J. (1935): Verslagen Landbouwk.Onderzoek. nr. 41 A.
- Groot, H. de (1949): Maandblad voor de L.V.D.6(8).
- Hart, M.L., 't en A. Kemp (1956): Tijdschrift voor Diergeneeskunde 81.
- Kemp, A. (1957): Verslagen L.B.S. nr. 2.

- Kemp, A. en M.L. 't Hart (1957): Neth. Journ. of
Agric. Sci. 5 (1).
- Koopmans, J. (1955): Verslag C.I.L.O. over 1954.
- Koopmans, J. (1957): Landbouwvoorlichting 14 (1).
- Paauw, F. van der (1951): Verslagen Landbouwk.
Onderzoek, nr. 57. 15.
- Paauw, F. van der (1953): Verslagen Landbouwk.
Onderzoek, nr. 59. 2.

S 177

200 ex.

Ontvangen voor publikatie januari 1958