

Naar een bemestingsbeleid

C. M. J. SLUIJSMANS

Overdruk uit het Landbouwkundig Tijdschrift
77ste jaargang nr. 21, december 1965

Naar een bemestingsbeleid

C. M. J. SLUIJSMANS

Bij de advisering over de bemesting van de gewassen wordt in ons land intensief gebruik gemaakt van grondonderzoek. Door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek worden jaarlijks ongeveer 140 000 grondmonsters onderzocht, waarvan 120 000 afkomstig van bouw- en grasland. Wij schatten dat dit aantal ongeveer 7 % van de totale oppervlakte landbouwgrond vertegenwoordigt.

De genoemde cijfers rechtvaardigen de conclusie dat vele Nederlandse boeren vertrouwen hebben in het grondonderzoek en het op basis daarvan gegeven bemestingsadvies. Maar het is ook bekend dat een niet onbelangrijke groep de adviezen maar ten dele opvolgt en een gering percentage er zich zelfs weinig van aantrekt. Of hun houding juist is, laten wij buiten beschouwing, maar voor voorlichters en onderzoekers moge het een aanleiding zijn zich voortdurend te bezinnen op verbetering van de adviezen en op maatregelen die de opvolging ervan bevorderen. Wat dit laatste betreft, kan de door Kuipers & de Vries (1959) ingevoerde meststoffenbalans als resultaat van een dergelijke bezinning worden beschouwd. Naar onze mening is de meststoffenbalans een belangrijk hulpmiddel ter verbetering van de bemestingsgewoonten. Ongetwijfeld is ook in de adviezen nog verbetering mogelijk. Er kan worden gedacht aan een meer op de kwaliteit van het gras gerichte bemesting van grasland, aan de bemesting van grondsoorten, waar tot nu toe weinig proeven zijn genomen zoals overgangen van zand naar klei, aan gewassen die nog bijna niet in proeven zijn onderzocht zoals verschillende grove-tuinbouwgewassen, aan de keuze van doelmatiger methoden van grondonderzoek (fosfaat op bouwland) en aan andere facetten van het advies. Maar daarnaast is er nog een gebied, waarop naar het ons voorkomt, de onderzoeker de praktijk in het bijzonder van dienst zou kunnen zijn, namelijk het onderzoek gericht op adviezen voor een bemesting op lange termijn. Indien wij erin zouden slagen hiervoor richtlijnen op te stellen, wordt de basis voor het voeren van een goed bemestingsbeleid sterk verbreed.

ONVOLLEDIGHEID VAN HET HUIDIGE ADVIES

Onze kennis over de meststofbehoefte van de gewassen is in beknopte vorm neergelegd in de 'Adviesbasis voor de bemesting van landbouwgronden' (1962). Deze bevat 35 schema's, waarin wordt aangegeven hoeveel kalk, fosfaat, kali, magnesia en sporenelementen aan verschillende gewassen en op diverse grondsoorten moeten worden toegediend. Ingewijden weten hoe talrijk de proefvelden zijn, die als achtergrond voor deze adviezen hebben gediend en hoeveel overleg met deskundigen uit alle delen van het land heeft plaats gehad alvorens de schema's werden vastgesteld. Zij zullen er zich niet over verwonderen dat het grondonderzoek en de adviezen in het algemeen vertrou-

wen genieten. En toch zijn wijzelf van mening dat er nog iets ontbreekt. Op enkele uitzonderingen na ontbreken in de schema's namelijk behoorlijk omschreven richtlijnen voor de bemesting in de jaren volgend op dat van het grondonderzoek. Zij zouden overbodig zijn, indien het gebruikelijk was jaarlijks grondonderzoek te verrichten, maar zo is de situatie niet en zal ze vermoedelijk niet worden ook. Het huidige advies is daardoor niet volledig genoeg voor de opstelling van een goed bemestingsbeleid. Men heeft daarvoor nodig (a) kennis van de behoefte van de gewassen in afhankelijkheid van de bemestingstoestand van de grond en (b) kennis van die bemestingstoestand elk voorjaar opnieuw, wanneer het bemestingsplan wordt opgesteld. De onder (a) genoemde kennis kan aan de 'Adviesbasis' worden ontleend, die onder (b) kan worden verkregen door grondonderzoek of moet, indien dit niet plaatsvindt, op de een of andere wijze worden geschat. Het is de taak van de onderzoeker een basis te verschaffen waarop een dergelijke schatting mogelijk is. Natuurlijk is de hier gesignaleerde onvolledigheid van het advies niet plotseeling ontdekt. Bij de opstelling van de schema's is wel degelijk gedacht aan de ontwikkeling van de bemestingstoestand, maar men heeft het minder nodig geacht daaraan uitvoerige richtlijnen te verbinden voor de bemesting in volgende jaren. Omdat de fosfaat- en de kalktoestand van de grond tamelijk stabiel zijn, is er, onder voorwaarde van vrij geregelde toepassing van grondonderzoek, inderdaad minder behoefte aan dergelijke richtlijnen. Voor de sterker veranderlijke kalitoestand van de grond ligt dat anders; daarover geeft de 'Adviesbasis' dan ook meer informatie. Wij zijn niettemin van mening dat ook voor fosfaat en kalk evenals voor andere bemestingsfactoren goed omschreven richtlijnen gewenst zijn om de praktijk tot een goed beleid te animeren. De behoefte hieraan zal zich sterker doen gevoelen, naarmate grondonderzoek minder frequent wordt toegepast.

ONDERZOEK NAAR WIJZIGINGEN IN DE BEMESTINGSTOESTAND

De basis voor een voorspelling van wijzigingen in de bemestingstoestand van jaar tot jaar moet door onderzoek worden vastgesteld. Het gaat er niet alleen om aan te geven in welke richting de toestand zich beweegt; er moet ook kwantitatief worden voorspeld.

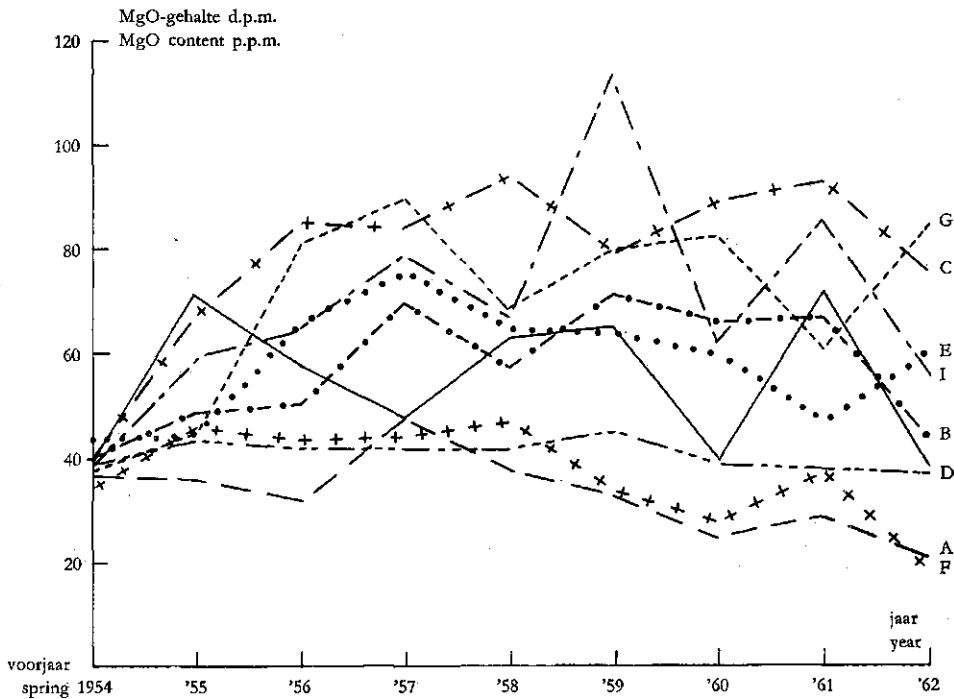
Voor dergelijk onderzoek wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van meerjarige proefvelden, waarop de te onderzoeken factor door het aanbrengen van bemestingstrappen wordt gevarieerd. Door het aanleggen van een serie van dergelijke proeven op doelbewust gekozen percelen scheidt men de mogelijkheid invloeden van andere milieufactoren op te sporen en te kwantificeren. Dit systeem van onderzoek, dat door ons instituut ook bij de toetsing van cijfers van grondonderzoek is gebruikt, mag bekend worden verondersteld.

Voor het verdere betoog zullen wij gebruik maken van een concreet voorbeeld dat volledig zal worden uitgewerkt. Het heeft betrekking op de bemesting van bouwland op zandgrond met magnesium.

Het resultaat van een proefveld waar het beloop van het MgO-gehalte van de grond is nagegaan, is afgebeeld in fig. 1. Een aantal veldjes kreeg elk

NAAR EEN BEMESTINGSBELEID

Fig. 1 Beloop van het MgO-gehalte van de grond op een meerjarig proefveld



object / treatment	bemesting in kg MgO per ha / fertilization in kg of MgO per ha			object / treatment	bemesting in kg MgO per ha / fertilization in kg of MgO per ha		
	1954	1955	1956		1954	1955	1956
	1957	1958	1959		1957	1958	1959
	1960	1961	1962		1960	1961	1962
A	0	0	0	F	50	0	0
B	50	50	50	G	50	150	150
C	150	150	150	H	150	0	0
D	0	0	50	I	150	50	50
E	0	150	150				

Fig. 1 Development of the magnesium status of the soil on a long term experimental field

jaar dezelfde bemesting, andere werden wisselend bemest. Als meststof werd op dit en gelijksoortige proefvelden kieseriet gebruikt.

Het is niet eenvoudig uit de wirwar van lijnen alle informatie te putten, die erin besloten is. De ervaring leert dat de processen die plaats hebben, vaak met enkele factoren kunnen worden beschreven. Het hierop gebaseerde model is dan mathematisch te formuleren (Ferrari, 1964). Deze werkwijze werd o.a. gevolgd door Kortleven (1963) en Sluismans (1963, 1964). Wij gaan hierop niet dieper in, maar volstaan met de mededeling dat het gehele systeem van lijnen in fig. 1 evenals dat van andere gelijksoortige proefvelden kan worden beschreven met de formule:

$$a_t = a_1 x_{t-1} + a_2 h + C.$$

Hierin stelt x_t het MgO-gehalte van de grond (bouwvoor) voor in het najaar t , x_{t-1} het gehalte in het daaraan voorafgaande najaar en h de in het ertussen liggende voorjaar toegeediende hoeveelheid magnesia.

De grootte van de parameters is met behulp van proefveldgegevens te schatten. Indien x wordt uitgedrukt in mg MgO per kg grond en h in kg MgO per ha, wordt voor het proefveld van fig. 1 voor de parameter a_1 een waarde gevonden van 0,45, voor a_2 0,18 en voor C 20,3.

Door vergelijking van de gegevens van verschillende proefvelden kon worden vastgesteld dat a_2 sterk toeneemt met stijgend humusgehalte (ca. 0,03 per % humus). Dat houdt o.a. in dat het beloop van de magnesiumtoestand van de noordelijke zandgronden verschilt van dat van de zuidelijke waar het humusgehalte gemiddeld ongeveer 3,5 % lager is. Voorts was er een aanwijzing voor een positieve invloed van de pH op a_1 , maar beslist geen verband tussen het humusgehalte en deze parameter. Helaas was ons materiaal onvoldoende om dergelijke uitspraken over de waarde van C te kunnen doen.

De boven gegeven formule stelt ons met behulp van de geschatte parameters in staat allerlei vragen over het beloop van de toestand te beantwoorden. Wil men bijv. voor het proefveld van fig. 1 weten hoeveel MgO moet worden gegeven om het MgO-gehalte van de grond in één jaar van 20 (x_{t-1}) op 50 (x_t) te brengen, dan vindt men voor h 115 kg MgO per ha. Wil men weten op welk niveau zich het MgO-gehalte van de grond zal instellen, wanneer geregeld met bijv. 150 kg MgO wordt bemest, dan stellen we $x_t = x_{t-1} = x_{t, \text{ve. wicht}}$ en vinden 86 mg MgO per kg grond.

Het zal duidelijk zijn dat de formule in principe de mogelijkheid biedt te voorspellen hoe de magnesiumtoestand van de grond in afhankelijkheid van de bemesting van jaar tot jaar wordt gewijzigd, en omgekeerd welke giften van jaar tot jaar nodig zijn om een beoogd beloop van de toestand te realiseren. De praktijk heeft hierin dus een hulpmiddel om de bemestingstoestand te beheersen.

OPBOUW VAN EEN NIEUW ADVIES

De kennis van de meststofbehoefte van de afzonderlijke gewassen en die van het beloop van de bemestingstoestand van de grond moeten nu nog worden gecombineerd tot een bemestingsplan. In principe kan de boer dit zelf doen, maar uit het volgende zal blijken dat daaraan nog heel wat haken en ogen zitten.

Tabel 1 Hoeveelheid MgO (kg/ha) nodig op zandgrond

	MgO-gehalte / MgO content (mg/kg)							
	< 20	20/29	30/39	40/49	50/59	60/79	> 79	
Hakvruchten	150*	125	100	75	50	25	0	Root crops
Andere gewassen	75	50	25	0	0	0	0	Other crops

Table 1 Quantity of MgO (kg/ha) to be applied on sandy soil

De behoefte van de gewassen in afhankelijkheid van het MgO-gehalte van de grond wordt aangegeven in tabel 1. Deze berust op ongeveer 120 proefvelden met aardappelen, 70 met bieten en 120 met haver. Voor andere gewassen namen wij bij gebrek aan exacte kennis aan dat zij evenveel nodig hebben als haver.

Uit de tabel blijkt dat hakvruchten meer magnesium nodig hebben dan andere gewassen. Bij een bouwplan met meer hakvruchten zal dus gemiddeld een grotere hoeveelheid MgO moeten worden toegediend. De gemiddelde jaarlijkse behoefte in afhankelijkheid van bouwplan en MgO-gehalte van de grond is uit de tabel te berekenen. In fig. 2 wordt het resultaat daarvan door de dalende lijnen weergegeven.

Gegevens over het beloop van de bemestingstoestand zijn ontleend aan 28 meerjarige proefvelden. Voor zandgronden met ongeveer 4 % humus (pH ca. 4,7) bleek de volgende formule van toepassing:

$$x_1 = 0,58 x_{t-1} + 0,21 h + 10,8.$$

Deze formule kan voor het grootste deel van de zuidelijke zandgronden worden gebruikt. Voor de noordelijke, waarvan het humusgehalte gemiddeld ongeveer 7,5 % bedraagt, moet de tweede term rechts worden vervangen door 0,32 h en moet waarschijnlijk ook de laatste term hoger zijn. Aangezien daarover echter onvoldoende bekend is, gebruiken wij ook voor het noorden de waarde 10,8. Niettemin geeft de formule aan dat voor een verhoging van het MgO-gehalte van de grond op humusrijke gronden minder bemesting nodig is dan op humusarme.

Wij komen nu tot de opstelling van richtlijnen voor het te voeren beleid. Een eenvoudig beleid zou kunnen bestaan uit toepassing van jaarlijks dezelfde gift van zodanige grootte, dat alle gewassen voldoende van magnesium zijn voorzien. Bij dat systeem zal het MgO-gehalte van de grond vroeg of laat op een evenwichtsniveau komen, waarvan de hoogte afhankelijk is van de gift. De evenwichtswaarde is te berekenen door in de formule x_t gelijk te stellen aan x_{t-1} . Het resultaat van de berekening wordt voor twee gronden met resp. 4 en 7,5 % humus door de stijgende (onderbroken) lijnen in fig. 2 aangegeven. De snijpunten van de dalende en de stijgende lijnen zijn interessant. Daar is namelijk de gemiddelde jaarlijkse behoefte van de gewassen gelijk aan de hoeveelheid nodig om het MgO-gehalte van de grond op peil te houden. Het genoemde eenvoudige bemestingsbeleid past uitstekend voor een bouwplan met 100 % hakvruchten of met 100 % andere gewassen. In het eerste geval zal de jaarlijkse gift op percelen met 4 en 7,5 % humus 55 (punt A) resp. 44 (punt B) kg MgO moeten zijn, bij een bouwplan met 100 % andere gewassen 22 resp. 17 kg MgO. Voor alle overige bouwplannen eist dit eenvoudige systeem dezelfde giften als bij 100 % hakvruchten, omdat deze laatste bij toepassing van lagere hoeveelheden onvoldoende ontvangen. Het zal duidelijk zijn, dat een dergelijk beleid voor de normaal voorkomende bouwplannen verkwistend is, al gaat het bij magnesium dan ook maar om

Fig. 2 Invloed van het MgO-gehalte van de grond op de behoefte van de gewassen en van de grond

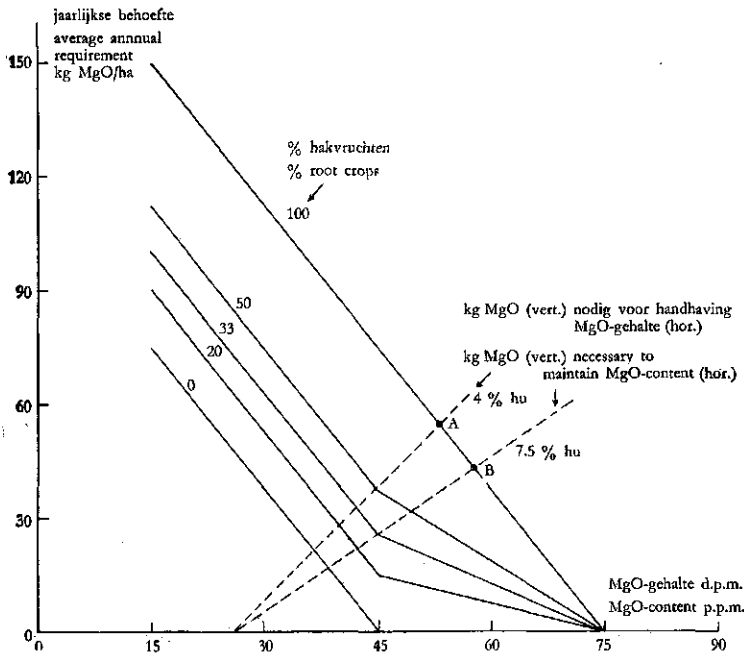


Fig. 2 Influence of the MgO-content of the soil on the fertilizer requirement of crop and soil

kleine bedragen. Wil men dit vermijden, dan ontkomt men niet aan een meer gecompliceerd bemestingsplan.

Een beter aan het bouwplan aangepast bemestingsplan is te realiseren door de voor een gehele gewassencyclus benodigde hoeveelheid doelmatig over de gewassen te verdelen, in die zin dat de veeleisende hakvruchten meer ontvangen dan de overige gewassen. De gegevens van tabel 1, gecombineerd met de formule voor het beloop van de toestand, bieden voldoende houvast om uit te rekenen hoe de verdeling moet zijn. Tabel 2 geeft het resultaat. Op de uitvoering van de berekening kunnen wij in het bestek van dit artikel niet ingaan.

Tabel 2 Bemestingsplan voor zandgrond in kg MgO per ha

% Hakvruchten in het bouwplan	Hakvruchten		Andere gewassen	
	4 % humus	7,5 % humus	4 % humus	7,5 % humus
50	80-90	70-80	0	0
33	120-130	90-100	0	0
20	100	100	60-70	30-40
% Root crops in the rotation	4 % humus	7,5 % humus	4 % humus	7,5 % humus
	Root crops		Other crops	

Table 2 Fertilization plan for sandy soils in kg of MgO per ha

Bij toepassing van het in tabel 2 aangegeven bemestingsbeleid zijn alle gewassen naar wij verwachten, voldoende van magnesium voorzien en worden anderzijds geen onnodig hoge giften gegeven. De bemesting is in sterke mate op de hakvruchten geconcentreerd. Indien het bouwplan weinig hakvruchten bevat, is een tussentijdse gift nodig (zie bij 20 % hakvruchten).

BEMESTINGSPLAN EN BEMESTINGSTOESTAND

In het voorafgaande schreven wij dat bij toepassing van een eenvoudig bemestingsbeleid (jaarlijks dezelfde gift) het MgO-gehalte van de grond op een evenwichtsniveau zal komen of liever om een evenwichtswaarde zal schommelen. Bij toepassing van tabel 2 zal dat evenwel niet het geval zijn. De MgO-gehalten van de grond zullen in de herfst van de jaren met hakvruchten aanmerkelijk hoger liggen dan in de overige. Het is goed dat men zich dit realiseert, omdat bij herhaald grondonderzoek verschillen voor de dag kunnen komen, misschien zelfs grote, ondanks een correcte bemesting. Om hiervan een indruk te geven rekenden wij uit welke gehalten op den duur mogen worden verwacht, indien het geadviseerde beleid van tabel 2 wordt gevolgd. Het eerste getal in elke rubriek van tabel 3 geldt voor een grond met 4 %, het tweede voor een met 7,5 % humus.

Wij zien uit deze tabel dat afhankelijk van het tijdstip in de vruchtwisseling, gehalten worden gevonden tussen ongeveer 60 en 30 mg/kg op de humusarme en tussen 65 en 35 op de humusrijkere gronden. Dergelijke verschillen die binnen twee jaar kunnen ontstaan, behoeven dus geen reden te zijn voor wantrouwen in het grondonderzoek.

Het lijkt ons gewenst hier iets te zeggen over de waarderingsklassen die bij de huidige vorm van advisering gebruikelijk zijn. De cijfers van het grondonderzoek worden op verzoek van de voorlichtingsdienst gekarakteriseerd als zeer laag, laag enz. Zo geldt voor magnesium op zandgrond het schema van tabel 4.

Tabel 3 Te verwachten MgO-gehalten van de grond bij toepassing van het bemestingsplan volgens tabel 2 (mg/kg) *

% Hakvruchten in het bouwplan	MgO-gehalte (mg/kg) na hakvruchten	MgO-gehalte (mg/kg) na het			
		1e	2e	3e	4e
		gewas na de hakvrucht			
50	53-62	41-47	—	—	—
33	59-62	45-47	37-38	—	—
20	53-64	41-48	35-39	45-45	37-37
% Root crops in the rotation	MgO contents (mg/kg) after root crops	MgO contents (mg/kg) after the			
		1st	2nd	3rd	4th
		crop after the root crop			

Table 3 MgO contents of the soil which can be expected by applying table 2 (mg/kg) *

* Het eerste getal in elke kolom heeft betrekking op een grond met 4 % organische stof, het tweede op een gehalte van 7,5 % / In each case the first figure holds for a soil with about 4 % of organic matter, the other for 7,5 %.

Tabel 4 Waardering van het MgO-gehalte (mg/kg) van de grond

zeer laag < 20 <i>very low</i>	laag 20/29 <i>low</i>	vrij laag 30/39 <i>fairly low</i>	goed 40/49 <i>sufficient</i>	vrij hoog 50/59 <i>fairly high</i>	hoog 60/79 <i>high</i>	zeer hoog > 79 <i>very high</i>
--------------------------------------	-----------------------------	---	------------------------------------	--	------------------------------	---------------------------------------

Table 4 Evaluation of the MgO contents (mg/kg) of the soil

Vergelijkt men de getallen van tabel 3 met de waarderingen in tabel 4, dan blijkt dat het MgO-gehalte van de grond bij het voorgestelde bemestingsbeleid gedurende een bepaalde periode in de gewassencyclus zonder bezwaar op het niveau van de klasse 'vrij laag' of op 'vrij hoog' tot 'hoog' mag, ja zelfs moet liggen. Het komt er alleen op aan in welke periode dat het geval is. Indien bijv. de toestand 'vrij laag' wordt gevonden in de herfst van een 'hakvruchtjaar', is er te licht bemest. Treedt het op na een ander gewas, dan kan maar behoef er niet per se te licht bemest te zijn. Bij beschouwingen over de bemestingstoestand van ons land of streken daarvan zal men met dit punt meer rekening moeten houden dan tot nu toe is gedaan.

De vraag zou kunnen opkomen, of er bij het volgen van richtlijnen, zoals aangegeven in tabel 2, waarin een bemestingsbeleid voor lange tijd wordt uitgestippeld, nog wel grondonderzoek nodig is. Het antwoord zou ontkennend kunnen luiden, wanneer men er zeker van was dat de bemestingstoestand bij het invoeren van het voorgestelde beleid reeds ongeveer 'goed' was en bovendien alle percelen zich wat betreft wijzigingen in de toestand, zouden gedragen volgens de formules die aan tabel 3 ten grondslag liggen. Aan deze twee voorwaarden zal zeker niet altijd voldaan zijn. Daarom stellen wij ons voor dat het grondonderzoek in de toekomst tweërlei functie blijft behouden. Enerzijds moet het dienen als basis voor een bemesting om min of meer extreme toestanden te saneren en anderzijds als controle op het gevoerde beleid. Zou bijv. blijken dat na toepassing van de richtlijnen van tabel 3 gedurende enkele jaren toch nog gehalten beneden 30 of boven 70 worden gevonden, dan is er reden de giften te verhogen resp. te verlagen. In de nabije toekomst zal de praktijk dus eerst, geholpen door het grondonderzoek, ervaring moeten opdoen. Is die eenmaal in voldoende mate aanwezig, dan is een beperking van het grondonderzoek te overwegen.

De hierboven gehouden beschouwing geldt voor bemesting met magnesium. Het staat niet zonder meer vast dat zij in principe ook voor andere bemestingsfactoren van toepassing is; dit moet worden onderzocht.

SAMENVATTING

Het grondonderzoek en het op basis daarvan gegeven advies genieten in Nederland in het algemeen vertrouwen, maar het uitgebrachte advies is volgens schrijver nog niet volledig genoeg. Er worden nl. nog te weinig richtlijnen gegeven voor bemesting in de jaren volgend op dat van het grondonderzoek. De praktijk krijgt daardoor te weinig houvast voor het voeren van een goed bemestingsbeleid.

In deze leemte kan worden voorzien door onderzoek naar het beloop van

de bemestingstoestand van jaar tot jaar. Meerjarige proefvelden waar geregeld grondonderzoek plaatsvindt, zijn daarvoor bruikbaar. Een voorbeeld is uitgewerkt.

Door combinatie van de kennis over de eisen van de verschillende gewassen in afhankelijkheid van de bemestingstoestand van de grond en die over het beloop van de toestand in afhankelijkheid van de bemesting kunnen richtlijnen worden verkregen voor bemesting op lange termijn. De gevolgde werkwijze toegepast voor de opstelling van een advies voor de Mg-bemesting van bouwland op zandgrond, wordt beschreven. Het resultaat is weergegeven in tabel 2. Bij toepassing van de gegeven richtlijnen is een goede Mg-voorziening van alle gewassen te verwachten en wordt niet onnodig zwaar bemest. De functie van het grondonderzoek in het nieuwe adviessysteem wordt besproken.

SUMMARY

Soil analysis and fertilizer recommendations based on it enjoy the confidence of many farmers in the Netherlands. The advices, however, are in the author's opinion still incomplete. They fail on the point that they do not give sufficient directives for the fertilization in the years following that of soil analysis. Farmers do not get enough information to build up a good fertilizing policy.

To fill up this gap, research has to be carried out on the development of the fertilizer status of the soil from year to year. For this purpose long term experimental fields, on which soil analysis has taken place at regular time intervals, can be used.

By combining the knowledge with regard to fertilizer requirements of different crops in dependence on the nutrient level of the soil with that about the development of the nutrient status in dependence on the amounts of fertilizer applied, directives can be obtained for the fertilization on the long run. The procedure used has been described in this paper. As an example the magnesium fertilization of arable land on sandy soils has been taken. The result is shown in table 2. By applying the amounts of this table a sufficient magnesium supply of the crops can be expected and the amounts are not unnecessarily high.

The function of soil analysis in the new advising system is discussed.

LITERATUUR / REFERENCES

- Adviesbasis voor de bemesting van landbouwgronden. Ministerie van Landbouw en Visserij, 's-Gravenhage (1962).
- Ferrari, Th. J.: Models and their testing in agricultural research. Rapp. IB Groningen nr. 15, 1964.
- Kortleven, J.: Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak. Versl. Landbk. Onderz. 69.1, 1963.
- Kuipers, S. F. en Th. de Vries: Balansberekeningen voor het vaststellen van de fosfaat- en kalibehoeftes van gemengde bedrijven en weidebedrijven. *Landbouwvoorlichting* 16 (1959) 498—511.
- Sluijsmans, C. M. J.: Wijzigingen in de magnesiumtoestand van de grond onder invloed van bemesting met kiesriet. Gestenc. Versl. Interprov. Proeven nrs. 94 (1963) en 98 (1964).