

C. M. J. Sluijsmans

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

Grondonderzoek als basis voor de bemesting van haver met magnesium

With a summary

Soil analysis as a guide to the magnesium fertilisation
of oats



1964 *Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie*
Wageningen

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Opzet van het onderzoek en uitgangsmateriaal	4
3	Invloed van de kalktoestand op het effect van Mg-bemesting	7
3.1	Gegevens en bewerking	7
3.2	Resultaat	11
4	Invloed van het MgO-gehalte van de grond op het effect van Mg-bemesting	13
4.1	Gegevens en bewerking	13
4.2	Resultaat	14
5	Invloed van K-bemesting op het effect van Mg-bemesting	16
5.1	Gegevens en bewerking	16
5.2	Resultaat	18
6	Effect van bemesting met magnesium op de opbrengst aan stro	19
6.1	Gegevens en bewerking	19
6.2	Resultaat	20
7	Benodigde Mg-hoeveelheden	21
7.1	Gegevens en bewerking	21
7.2	Resultaat	25
8	Bespreking resultaten	27
8.1	Invloed van de kalktoestand op de Mg-voorziening	27
8.2	Waardering van het MgO-gehalte van de grond	29
8.3	Invloed van de K-bemesting op de Mg-voorziening	29
8.4	Benodigde Mg-giften	30
8.5	Invloed van andere factoren op het effect van Mg-bemesting	31
	Samenvatting en conclusies	32
	Summary and conclusions	34
	Literatuur	36
	Bijlagen	37

1 Inleiding

In de officiële adviesschema's voor de fosfaat- en kalibemesting van bouwland-gewassen wordt in Nederland rekening gehouden met de verschillende behoeften van de gewassen (ADVIESBASIS, 1962). Bij het advies voor bemesting met magnesium is evenwel van een differentiatie nog nauwelijks sprake. Het schema vermeldt alleen normen voor de bemesting van aardappelen. Voor de andere gewassen wordt aangegeven, dat bij toepassing van de voor aardappelen geadviseerde bemesting de kans op het optreden van magnesiumgebrek gering zal zijn. Mogelijk zijn die giften echter onnodig hoog. Het is daarom gewenst ook voor andere gewassen materiaal te verzamelen en dit zo te ordenen, dat het voor een verfijning van de adviezen gebruikt kan worden. Eerst werd haver gekozen, omdat dit op de magnesiumproefvelden een veel voorkomend gewas geweest is. Er mocht verondersteld worden, dat hiervan voor ons doel voldoende gegevens aanwezig zouden zijn.

In ons land is evenals in Duitsland en België aangetoond, dat het grondonderzoek op magnesium bruikbaar is voor het vaststellen van de behoefte aan magnesiumbemesting. Het effect van een bemesting met kieseriet op de opbrengst van aardappelen hangt duidelijk samen met het magnesiumgehalte van de grond (SLUIJSMANS, 1959). Bij gehalten hoger dan 80-90 mg MgO per kg, bepaald in een NaCl-extract, heeft bemesting gemiddeld geen effect. Zeer sterke reacties kunnen optreden bij gehalten lager dan 15-20 mg. Volgens een onderzoek op Duitse zandgronden treden verschijnselen van magnesiumgebrek vrijwel alleen op indien het gehalte lager is dan 80 mg MgO per kg, bepaald in een CaCl₂-extract (SCHACHTSCHABEL, 1956). In België werd echter geen verband gevonden tussen het bemestingseffect bij aardappelen en het gehalte in de grond, maar dit is waarschijnlijk een gevolg van de toediening van 40 ton stalmest op de desbetreffende proefvelden, waardoor 30-70 kg MgO per ha werd aangevoerd (STENUIT en PIOT, 1958).

Omtrent de betekenis van het gehalte in de grond voor de magnesiumvoorziening van haver bestaat eveneens reeds enige ervaring. Bij een onderzoek op de zandgronden van de Gelderse Vallei werd gevonden, dat het optreden van gebreksverschijnselen met toenemend gehalte afneemt en dat deze vrijwel niet meer voorkomen bij gehalten hoger dan 35-40 mg, bepaald in NaCl-extract, indien de pH 4,5 of hoger is (FERRARI en SLUIJSMANS, 1955). Bij het achterwege blijven van gebreksymptomen mag aangenomen worden, dat de opbrengst, voorzover beïnvloed door de Mg-voorziening, ongeveer maximaal zal zijn (SLUIJSMANS, 1955).

Hieruit zou mogen worden afgeleid, dat bij een gehalte van 40 mg per kg en een pH 4,5 of hoger een magnesiumbemesting zonder schade kan worden weggelaten.

Volgens Belgische ervaringen treden gebreksverschijnselen op zandgrond slechts zelden op indien de gehalten boven 20 mg liggen, bepaald in een Na-acetaat-extract volgens een colorimetrische methode (STENUIT en PIOT, 1958). Op proefvelden werd aangetoond, dat door een bemesting met ruim 80 kg MgO als $MgSO_4$ de opbrengst toenam met 21% bij gehalten lager dan 6 mg, met 10% bij 6-10 mg, met 3% bij 10-20 mg en daalde met gemiddeld 3% bij gehalten hoger dan 20 mg MgO per kg grond (STENUIT en PIOT, 1958). Alle proefvelden die in dit onderzoek betrokken waren, ontvingen stalmest naar ± 18 ton per ha zoals op de Belgische zandgronden voor haver gebruikelijk is.

Magnesiumgebrek treedt vooral op zure gronden op. Deze hebben meestal een laag magnesiumgehalte, maar dit is niet de enige oorzaak van het samengaan van lage pH en magnesiumgebrek. Bij gelijk magnesiumgehalte van de grond worden namelijk door een lage pH de gebreksverschijnselen nog versterkt en hiermee in overeenstemming de opbrengstdervingen vergroot. Deze zelfstandige invloed van de pH moet niet worden onderschat. In het reeds genoemde onderzoek in de Gelderse Vallei ging met een verschil in pH van 1,5 eenheid (van pH 3,6 tot 5,1) een minstens even grote variatie in magnesiumgebrek gepaard als met een verschil in MgO-gehalte van de grond van 30 eenheden (van 10 tot 40 mg per kg). In België werd op de proefvelden met pH lager dan 4,0 een bemestingseffect van 24% gevonden, terwijl bij ongeveer gelijk MgO-gehalte van de grond maar een pH van 4,5-5,0 slechts 3% verkregen werd. Het is dus duidelijk, dat bij een beoordeling van het MgO-gehalte van de grond met het oog op de teelt van haver, rekening moet worden gehouden met de pH.

Een andere factor die bij onderzoeken over de magnesiumhuishouding van de gewassen van belang is, is de kalivoorziening. Evenals bij vele andere gewassen is ook bij haver een versterking van het magnesiumgebrek met toenemende K-bemesting en K-gehalte van de grond waargenomen (JACOB, 1955, literatuuroverzicht). Of deze factor onder praktijkomstandigheden kwantitatief belangrijk is, is nog de vraag. In elk geval was de negatieve invloed van een bemesting met 120 kg K_2O in het onderzoek in de Gelderse Vallei veel zwakker dan de positieve invloed van een bemesting met 40 kg MgO. Voorts veroorzaakten de daar voorkomende verschillen in kalitoestand van de grond (K-getal 10 tot 40) veel minder variatie in magnesiumgebrek dan de pH (FERRARI en SLUJSMANS, 1955). In België werd zelfs weinig of geen invloed van de kalitoestand op het optreden van magnesiumgebrek gevonden (STENUIT en PIOT, 1958).

Om tot een bevredigende adviesbasis te komen dienden de in dit overzicht genoemde factoren alle op hun kwantitatieve betekenis te worden onderzocht met gebruikmaking van proefvelden die voor onze zandgronden representatief geacht mogen worden, en met behulp van de Nederlandse methoden van grondonderzoek. De vragen die daarbij beantwoord moeten worden, kunnen als volgt worden geformuleerd:

1. Hoe groot is het effect van bemesting met magnesium op de opbrengst in afhankelijkheid van het MgO-gehalte van de grond?

2. In welke mate wordt het bemestingseffect beïnvloed door de pH bij gelijkblijvend MgO-gehalte van de grond?
3. In welke mate hebben de kalitoestand en de grootte van de K-bemesting invloed?
4. Welke Mg-giften zijn gewenst in afhankelijkheid van de resultaten van het grond-onderzoek?

2 Opzet van het onderzoek en uitgangsmateriaal

Voor het vaststellen van het effect van Mg-bemesting zijn uitsluitend veldproeven gebruikt. Bijna alle proefvelden lagen op zandgrond, verspreid over heel Nederland, enkele op dalgrond.

De proeven hadden een zeer verschillende opzet, maar alle hadden dit gemeen, dat er een of meer veldjes waren zonder Mg-bemesting en een of meer met een voldoende of nagenoeg voldoende Mg-voorziening. Op alle proefvelden kon dus het effect van Mg-bemesting op de opbrengst worden vastgesteld. Dit is om bewerkingstechnische redenen gebeurd in een absolute maat, nl. in kg per are. Het MgO-gehalte van de grond werd bepaald in monsters van de niet bemeste veldjes. Hierbij is de in ons land gebruikelijke analysemethode toegepast, namelijk een extractie van de grond met een 0,5 n NaCl-oplossing bij een schudverhouding grond: vloeistof 1 op 5, waarna het gehalte in het extract colorimetrisch wordt vastgesteld met gebruikmaking van thiazolgeel. Door het effect van de bemesting in verband te brengen met de MgO-gehalten van de grond is een basis verkregen voor de landbouwkundige waardering van deze gehalten.

Er mag verwacht worden, dat het resultaat van de bemesting bij gelijk MgO-gehalte van de grond uiteen zal lopen, omdat meer factoren dan alleen het MgO-gehalte van invloed zullen zijn. Eén daarvan is stellig de pH, zoals in de inleiding duidelijk naar voren komt. Een onderzoek naar de invloed van de pH op het bemestingseffect in afhankelijkheid van het MgO-gehalte van de grond was dus op zijn plaats. Voor dit doel werd gebruik gemaakt van proefvelden, waarop door toediening van verschillende kalkgiften uiteenlopende pH-niveaus waren ontstaan, zowel met als zonder Mg-bemesting. Op elk van deze proefvelden kon dus het bemestingseffect bij uiteenlopende pH worden vastgesteld. Aangezien deze proefvelden vrij sterk verschilden in MgO-gehalte van de grond, was bovendien een behoorlijke schatting van de interactie tussen pH en MgO-gehalte van de grond mogelijk. De pH is volgens de gebruikelijke methode bepaald, namelijk met een n KCl-oplossing bij een schudverhouding grond: vloeistof van ongeveer 1 op 5.

De invloed van de pH op het effect van de bemesting, vastgesteld op de kalk-magnesiumproefvelden, is gebruikt om het op alle overige proefvelden gevonden effect te herleiden op een gelijke pH. Door deze wijze van werken is één oorzaak van de spreiding, nl. de pH, zo goed mogelijk uitgeschakeld en komt de waarde van het MgO-gehalte van de grond zuiverder naar voren en ook beter tot zijn recht. Alvorens het verband tussen het MgO-gehalte van de grond en het effect van bemesting te bespreken zal daarom eerst een hoofdstuk gewijd worden aan de betekenis van de pH.

Behalve aan de pH diende ook aandacht te worden gegeven aan de kalivoorziening. Deze kan nog weer onderscheiden worden in de kalitoestand van de grond en de hoeveelheid met bemesting toegediende kali. De invloed van eerstgenoemde factor is verder niet nagegaan, omdat deze volgens het in de inleiding genoemde onderzoek bij toepassing van K-bemesting gering is (FERRARI en SLUIJSMANS, 1955). De invloed van de grootte van de K-gift in afhankelijkheid van het MgO-gehalte van de grond is onderzocht met behulp van een aantal K-Mg-proefvelden. Op deze proefvelden werden twee of meer K-giften toegediend bij toepassing van een ruime en zonder Mg-bemesting. Per proefveld kon dus de interactie tussen K-gift en Mg-bemesting worden vastgesteld. De proefvelden verschilden vrij sterk in MgO-gehalte van de grond, zodat de samenhang tussen de genoemde interactie en de Mg-toestand van de grond kon worden bepaald. Dit onderdeel van de studie geeft een antwoord op de vraag, bij welk MgO-gehalte van de grond de K-bemesting belangrijk genoeg is om er bij de advisering rekening mee te houden.

De gebruikte proefvelden kunnen in vijf groepen worden onderscheiden. Van de eerste vier bestaat elke groep uit een aantal gelijksoortige proeven, die als serie zijn opgezet of als zodanig zijn te beschouwen. De vijfde is een restgroep.

1. Een groep van negen kalk-Mg-proefvelden, behorende tot de interprovinciale serie 6. Deze serie is in 1947 met enkele proefvelden begonnen en later uitgebreid. Door verschillende giften Mg-arme kalkmeststof werd op elk proefveld een reeks pH-trappen aangebracht. De helft van het aantal veldjes ontving geen Mg-bemesting, de andere helft wel. De Mg-bemesting werd toegediend in de vorm van kieseriet, meestal naar 50 of 100 kg MgO per ha. De proefvelden waren alle meerjarig. In enkele proefjaren bleef de Mg-bemesting achterwege met de bedoeling de nawerking van in voorafgaande jaren gegeven Mg te kunnen bestuderen. Deze proefjaren zijn bij de bewerking gelijk aan de overige behandeld. De groep van negen proefvelden leverde twaalf oogstjaren met haver op. Alle proeven lagen op zandgrond.

2. Een groep van twintig N-Mg-proefvelden van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, die onder beheer stonden van E. G. Mulder en later onder P. F. J. van Burg. Op de meeste van deze proefvelden werd onder andere het effect van opklimmende N-giften, toegediend in de vorm van kalkammonsalpeter, vergeleken met dezelfde giften plus kieseriet. Kieseriet werd in het eerste proefjaar gegeven naar 80 kg MgO per ha. In het tweede proefjaar bleef deze gift op ongeveer de helft van de proefvelden op nawerking liggen. Bij de bewerking is gehandeld, alsof de Mg-voorziening op de desbetreffende veldjes ook in dat jaar nog voldoende was. Als effect van de Mg-bemesting is voor deze proefvelden de opbrengstvermeerdering bij 60 of 70 kg N aangehouden. Op enkele proefvelden van deze groep waren bij één N-trap meer Mg-giften aanwezig. In die gevallen is als bemestingseffect het verschil in opbrengst bij de hoogste gift en bij het onbemeste object gebruikt.

De groep van 20 proefvelden leverde 21 oogstjaren met haver op. Behalve één op dalgrond lagen alle proeven op zandgrond.

3. Een groep van tien proefvelden van de interprovinciale serie 21. In deze in 1954 aangelegde serie werd het verloop van het MgO-gehalte van de grond bij toepassing van verschillende Mg-giften nagegaan. Op elk van de proefvelden kwamen twee veldjes voor, die nooit Mg ontvingen en twee, die jaarlijks 150 kg MgO als kieseriet kregen. Het verschil in opbrengst van deze objecten is als het bemestingseffect beschouwd. De groep van tien proefvelden leverde elf oogstjaren met haver op. De serie lag op zandgrond.

4. Een groep van 35 eenjarige proefvelden van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, in 1953 door Th. J. Ferrari aangelegd op zandgrond in de Gelderse Vallei. Elk proefveld bestond uit zes veldjes met de objecten K, P, PK, PMg en PKMg. Het object PK lag in duplo, de rest in enkelvoud. De veldjes van de objecten K, PK en PKMg ontvingen 120 kg K_2O per ha als kalizout 60%, die van PMg en PKMg 40 kg MgO per ha als kieseriet. Als maat voor de reactie van het gewas op Mg-bemesting werd het verschil in opbrengst tussen het gemiddelde van PMg en PKMg en het gemiddelde van P en PK genomen.

5. Een restgroep van 20 proefvelden, die niet in serieverband maar incidenteel door de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst en het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid zijn aangelegd. De groep omvat zeven kalk-Mg-proeven, meest van wat uitgebreidere opzet dan de onder groep 1 genoemde proefvelden. Voorts vallen hieronder vijf kalk-K-Mg-proeven, vier K-Mg-proeven, twee N-Mg-proeven, één Mg-trappen-proef en één Mg-soorten-proef. Het effect van Mg-bemesting is berekend als het verschil in opbrengst bij de hoogste Mg-trap en het niet met Mg bemeste object. Deze restgroep van 20 proefvelden leverde 28 proefjaren met haver op. Behalve twee proefvelden met drie oogstjaren op dalgrond lagen alle proeven op zand.

Alles bij elkaar werd dus gebruik gemaakt van 94 proefvelden met 107 haverjaren. Hiervan lagen drie proefvelden met vier oogstjaren op dalgrond, alle overige op zandgrond. Het onderzoek omvat de periode 1950 tot en met 1958. In 79 gevallen werd het ras Marne verbouwd, acht andere rassen waren verdeeld over de overige 28 oogstjaren.

Een overzicht van alle proefvelden wordt gegeven in tabel 1, die als bijlage is toegevoegd.

Ten behoeve van het in hoofdstuk 7 gestelde doel — de vaststelling van de benodigde Mg-giften — bleek het tot hier toe behandelde materiaal nog te gering van omvang en ten dele ongeschikt. Behalve van de reeds genoemde proeven werd daarom nog gebruik gemaakt van 19 andere proeven met even zovele proefjaren, grotendeels uitgevoerd in de periode vóór 1952 of na 1957 (tabel 2, bijlage). In hoofdstuk 7 zijn dus 126 proefjaren verwerkt.

3 Invloed van de kalktoestand op het effect van Mg-bemesting

3.1 Gegevens en bewerking

Voor het vaststellen van de invloed van de kalktoestand zijn de kalk-Mg- en kalk-K-Mg-proefvelden van de in het vorige hoofdstuk genoemde groepen 1 en 5 gebruikt. Dit waren 21 proefvelden met 31 haverjaren.

Voor elk oogstjaar werd de korrelopbrengst uitgezet tegen de pH en wel afzonderlijk voor de groep veldjes zonder en voor die met de hoogste Mg-bemesting. Bij de kalk-K-Mg-proefvelden werden de opbrengsten over de K-trappen gemiddeld. Indien zowel voor als na het desbetreffende proefjaar de pH bepaald werd, werden deze waarden gemiddeld. Was dit niet het geval, dan werd de pH van een tijdstip zo dicht mogelijk bij het proefjaar genomen.

In elk van de figuren werden door de puntenzwermen twee gemiddelde lijnen getrokken, namelijk een voor de objecten zonder en een voor die met Mg-bemesting. Voor een van de proefvelden wordt dit gedemonstreerd in fig. 1.

Vervolgens werd in elk der figuren het verschil tussen de twee lijnen afgelezen en uitgezet tegen de pH. Zodoende krijgt men de samenhang tussen bemestingseffect en

Fig. 1. Voorbeeld van de invloed van de pH zonder en met Mg-bemesting (Pr 1375-1955) (links)

Fig. 2. Invloed van de pH op het effect van Mg-bemesting voor het voorbeeld van fig. 1

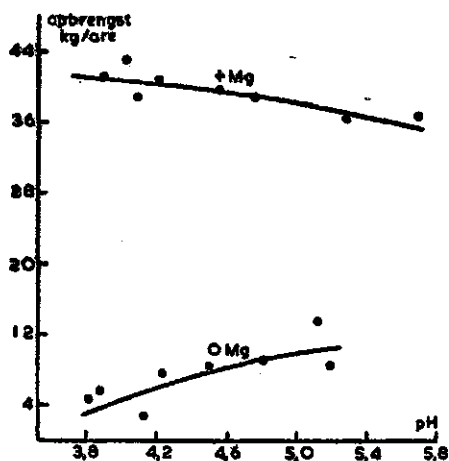


Fig. 1. Example of the influence on the yield of the pH without and with Mg fertilisation (Pr 1375-1955) (left)

Fig. 2. Influence of the pH on the effect of Mg fertilisation for the example given in Fig. 1

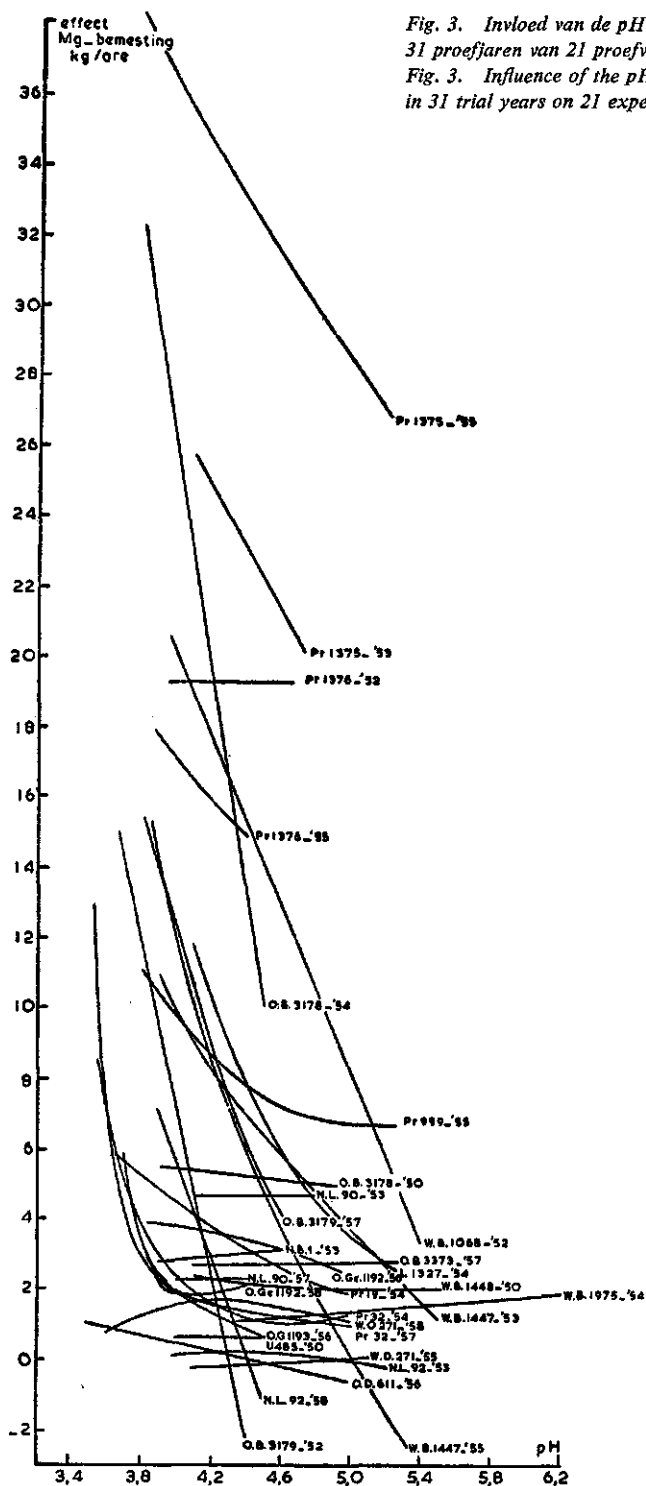


Fig. 3. Invloed van de pH op het effect van Mg-bemesting in 31 proeffaren van 21 proefvelden

Fig. 3. Influence of the pH on the effect of Mg fertilisation in 31 trial years on 21 experimental fields

pH. Fig. 2 geeft deze samenhang voor het proefveld, dat in fig. 1 als voorbeeld is gebruikt. Fig. 3 is een verzamelfiguur van alle zo ontstane 31 lijnen. De lijnen liggen op verschillend niveau en zijn sterk uiteenlopend van vorm. Aan de verdere uitwerking van deze figuur ligt de hypothese ten grondslag, dat niveau en helling van de lijnen samenhangen met de Mg-toestand van de grond. Bij zeer hoge Mg-toestand zal een Mg-bemesting naar verwacht mag worden, geen effect hebben bij hoge noch bij lage pH. De lijn zal in dat geval op het niveau nul moeten liggen en horizontaal moeten zijn. Bij lage Mg-toestand mogen een groot bemestingseffect en een sterke pH-invloed verwacht worden. In dat geval zal de lijn op een hoog niveau moeten liggen en een sterke helling vertonen. In dit hoofdstuk beperken wij ons tot de vorm van de krommen. Het niveau komt in het volgende hoofdstuk ter sprake.

Als maat voor de vorm van een lijn werd de helling gemeten bij een aantal pH-waarden, nl. bij pH 3,8, 3,9, 4,1, 4,4, 4,7 en 5,0. Als helling is de (negatieve) stijging in effect van de Mg-bemesting per 0,1 pH aangenomen. Was b.v. het effect op een bepaald proefveld bij pH 3,8 5 kg/are en bij pH 3,9 4 kg/are dan is de helling bij pH 3,8 -1 kg/are.

Fig. 4. Wijziging van het effect van Mg-bemesting bij pH-verhoging van 4,1 naar 4,2 in samenhang met het MgO-gehalte van de grond

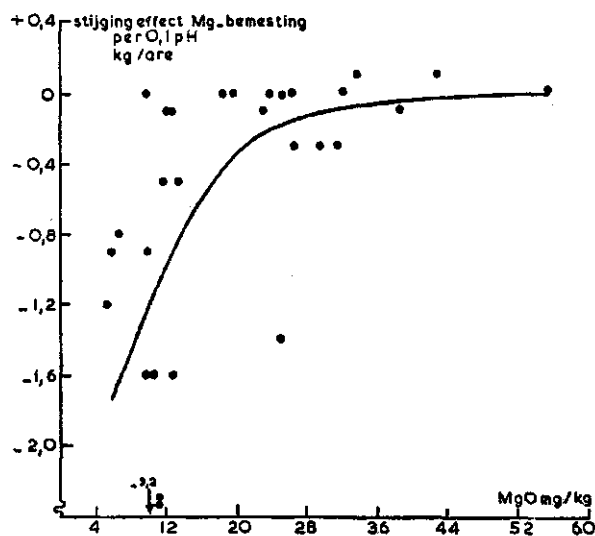


Fig. 4. Change in the effect of Mg fertilisation after a pH increase from 4.1 to 4.2 in relation with the MgO content of the soil

Voor elk van de genoemde pH-niveaus zijn de gemeten hellingen uitgezet tegen de bijbehorende MgO-gehaltes van de grond. Omdat zes pH-niveaus in beschouwing genomen werden ontstonden dus zes figuren. Een daarvan wordt hier weergegeven (fig. 4). Deze heeft betrekking op de helling van de lijnen bij pH 4,1.

De gebruikte MgO-gehaltes zijn vereffende waarden, verkregen door het uitzetten

van de MgO-gehalten van de veldjes zonder Mg-bemesting tegen hun pH, waarna door een lijn het verband werd vastgelegd. Van deze lijn zijn de waarden afgelezen.

In de zes figuren, waarvan fig. 4 er een is, werden gemiddelde lijnen getrokken. De zes lijnen zijn verzameld in fig. 5. Na onderling vereffening van de lijnen is fig. 6 ontstaan en daaruit fig. 7, die het verband weergeeft tussen de helling en de pH van de

Fig. 5. Wijziging van het effect van Mg-bemesting bij pH-verhoging van 0,1 op verschillende pH-niveaus en in samenhang met het MgO-gehalte van de grond

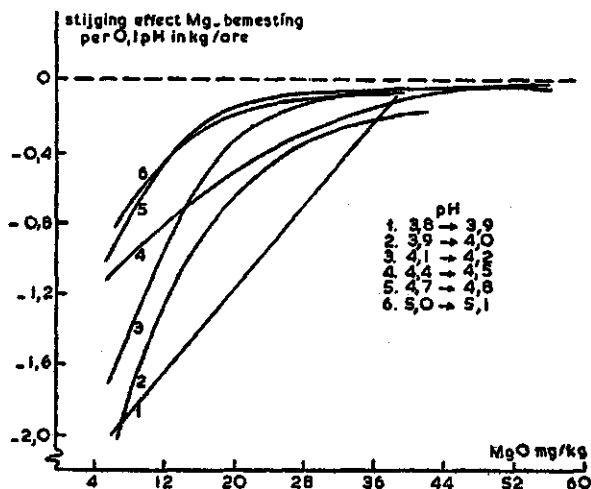


Fig. 5. Change of the effect of Mg fertilisation after a pH increase of 0.1 at various pH levels and in relation with the MgO content of the soil

Fig. 6. Als fig. 5 na onderlinge vereffening van de lijnen

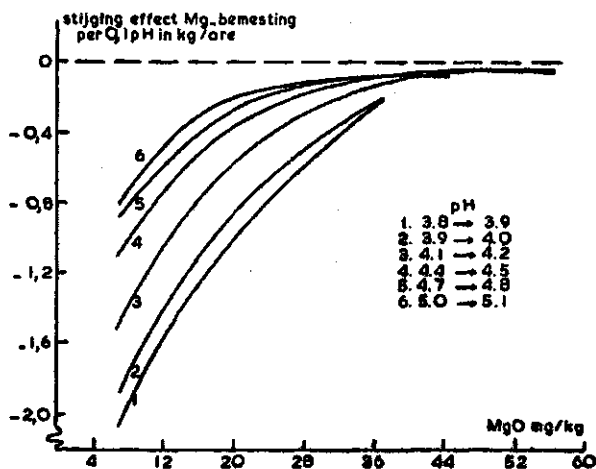


Fig. 6. As in Fig. 5 after adjustment of the lines

Fig. 7. Wijziging van het effect van Mg-bemesting bij pH-verhoging van 0,1 op verschillende Mg-niveaus en in samenhang met de pH van de grond (links)

Fig. 8. Invloed van pH op het effect van Mg-bemesting bij uiteenlopend MgO-gehalte van de grond, aangegeven ten opzichte van het effect bij pH 4,2

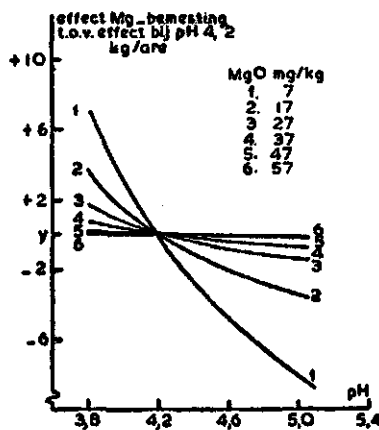
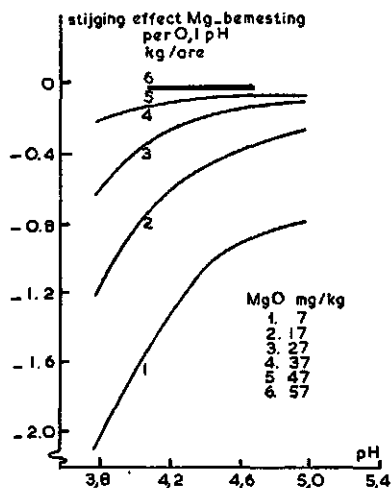


Fig. 7. Change in the effect of Mg fertilisation after a pH increase of 0.1 at various Mg levels and in relation with the pH of the soil (left)

Fig. 8. Influence of the pH on the effect of Mg fertilisation at various MgO contents of the soil specified with regard to the effect at pH 4.2

grond in afhankelijkheid van de Mg-toestand. Laatstgenoemde figuur kan nu omgewerkt worden tot een figuur, waarin het effect van de Mg-bemesting is uitgezet tegen de pH. Hiertoe moet voor het effect (bij een willekeurig gekozen pH-niveau) een bepaalde waarde aangenomen worden, omdat het niveau van de lijnen tot nu toe buiten beschouwing is gebleven. Stellen wij het effect van de Mg-bemesting bij pH 4,2 gelijk aan y . Indien de helling bij pH 4,1 volgens fig. 7 -1 kg/are bedraagt, zal het effect bij pH 4,1 $= y + 1$ kg/are zijn. Indien de helling bij pH 4,0 -2 kg/are bedraagt, zal het effect bij deze pH $y + 1 + 2 = y + 3$ kg/are zijn. Het omwerken van fig. 7 op deze wijze levert fig. 8 op, die een overzichtelijk beeld geeft van de interactie tussen pH en Mg-gehalte van de grond op het bemestingseffect. Fig. 8 is de eindfiguur van deze bewerking.

3.2 Resultaat

Fig. 8 omvat het pH-traject van 3,8 tot 5,1. Beneden resp. boven deze waarden waren te weinig gegevens aanwezig om de vorm van de lijnen te kunnen vaststellen.

Binnen dit traject neemt het effect van Mg-bemesting blijkaar toe naarmate de pH lager is, maar de invloed van de pH hangt in sterke mate af van het MgO-gehalte van de grond. Is dit laag, dan is de invloed van de pH overeenkomstig de verwachting

groot. Zo is het effect van Mg-bemesting bij een grond met een MgO-gehalte van 7 mg/kg bij pH 3,8 ongeveer 16 kg/are groter dan bij pH 5,1. Indien het MgO-gehalte van de grond hoger is dan 40 mg/kg, is van een invloed van de pH vrijwel niets meer te bespeuren. Fig. 8 bevestigt vorige onderzoeken, waarin aangetoond werd, dat ook bij gelijk MgO-gehalte van de grond de pH invloed kan hebben op het optreden van Mg-gebrek in haver (FERRARI en SLUIJSMANS, 1955, STENUIT en PIOT, 1958).

Op een zeer Mg-arme grond hangt de opbrengstderving door Mg-gebrek dus sterk af van de pH. Is de Mg-toestand matig (MgO-gehalte 30-39 mg/kg, volgens de huidige adviesbasis gekarakteriseerd als vrij laag), dan wordt de schade door Mg-gebrek door een lage pH betrekkelijk zwak beïnvloed. Bij een goede Mg-toestand (40-49 mg/kg volgens de adviesbasis) heeft de pH nauwelijks meer invloed op de behoefte aan Mg-bemesting.

Uit de in fig. 8 weergegeven interactie is gemakkelijk in te zien, dat de eis die haver aan de kalktoestand van de grond stelt, ook sterk afhankelijk zal zijn van de Mg-toestand. Hoewel dit punt eigenlijk buiten de vraagstelling van ons onderzoek valt, zal er in hoofdstuk 8 nader op worden ingegaan.

4 Invloed van het MgO-gehalte van de grond op het effect van Mg-bemesting

4.1 Gegevens en bewerking

Om de invloed van het MgO-gehalte van de grond vast te stellen zijn op twee na alle in dit onderzoek betrokken proefvelden gebruikt. Dit waren er 92 met 105 haverjaren. Twee proefvelden bleven buiten beschouwing wegens te sterk afwijkende pH-waarden. Voor de bewerking werd het materiaal in twee groepen gesplitst. De ene groep omvatte alle proefvelden, die in hoofdstuk 3 gebruikt werden voor het vaststellen van de invloed van de pH, de andere groep alle overige proefvelden. Deze splitsing werd toegepast omdat het de bedoeling was de invloed van de pH, zoals die bij de kalk-Mg-proefvelden gevonden was, te gebruiken als correctie in de groep van overige proefvelden en dan binnen deze laatste groep te controleren of de correctie geoorloofd was. Zou het materiaal in zijn geheel gecorrigeerd zijn, dan zou een controle hierop een geflatteerd resultaat kunnen geven, omdat de gebruikte correctie dan immers uit een deel van het materiaal zelf was afgeleid.

Voor de groep van overige proefvelden is nu het effect van Mg-bemesting berekend, uitgedrukt in kg/are. Als effect werd het verschil tussen de opbrengst bij de hoogste Mg-bemesting die voorkwam, en de opbrengst bij het o-object genomen. Kwamen tevens K-trappen voor, dan werden de opbrengsten eerst over de K-trappen gemiddeld. Voor de N-Mg-proefvelden werd het Mg-effect bij 60 of 70 kg N afgelezen van de krommen, die het verband tussen opbrengst en N-gift bij wel resp. geen Mg-bemesting aangeven.

Deze effecten zijn vervolgens gecorrigeerd op één pH met behulp van de lijnen uit fig. 8. Om een voorbeeld te geven: voor de herleiding op pH 3,8 is uit fig. 8 afgelezen hoe groot het verschil is in effect bij de pH van het desbetreffende proefveld en dat bij pH 3,8. Stel de pH van het proefveld was 4,6 en het MgO-gehalte 17; het effect van Mg-bemesting is volgens fig. 8 bij pH 3,8 6 kg/are hoger dan bij pH 4,6. Was het effect op het proefveld $+a$ kg/are dan is het op pH 3,8 herleide effect $+a + 6$ kg/are.

De resultaten van de groep van overige proefvelden zijn na herleiding op pH 3,8 verzameld in fig. 9. Om na te gaan of de toegepaste correctie voor dit materiaal aanvaardbaar is zijn de vertikaal gemeten afwijkingen van de punten ten opzichte van de gemiddelde lijn uitgezet tegen de pH van de proefvelden (voor groepen van proefvelden met ongeveer gelijk MgO-gehalte). Zou de toegepaste correctie te zwak of te sterk geweest zijn, dan zou er een samenhang tussen de afwijkingen en de pH blijven bestaan. Dit bleek niet het geval te zijn, hetgeen pleit voor de juistheid van de toegepaste correctie.

Fig. 9. Samenhang tussen het effect van Mg-bemesting bij pH 3,8 en het MgO-gehalte van de grond voor een deel van het materiaal

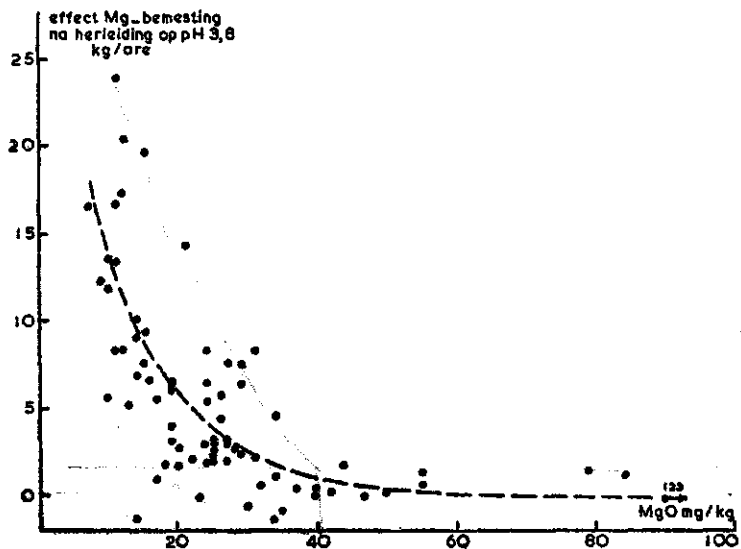


Fig. 9. Relation between the effect of Mg fertilisation at pH 3.8 and the MgO content of the soil for a number of the experiments

De twee groepen van proefvelden, die tot dusver zijn onderscheiden, kunnen nu samengevoegd worden. Dit is gebeurd na correctie van alle Mg-effecten op pH 4,2. Het resultaat is afgebeeld in fig. 10, waarin de groepen nog met een verschillend teken zijn aangegeven om te laten zien, dat er onderling geen belangrijke verschillen zijn. In de figuur is een lijn getrokken, die het gemiddelde verband aangeeft. Uitgaande van deze lijn zijn met behulp van de effecten, aangegeven door de lijnen uit fig. 8, soortgelijke lijnen geconstrueerd voor enkele andere pH-waarden. Dit is afgebeeld in fig. 11, die de eindfiguur is van deze bewerking.

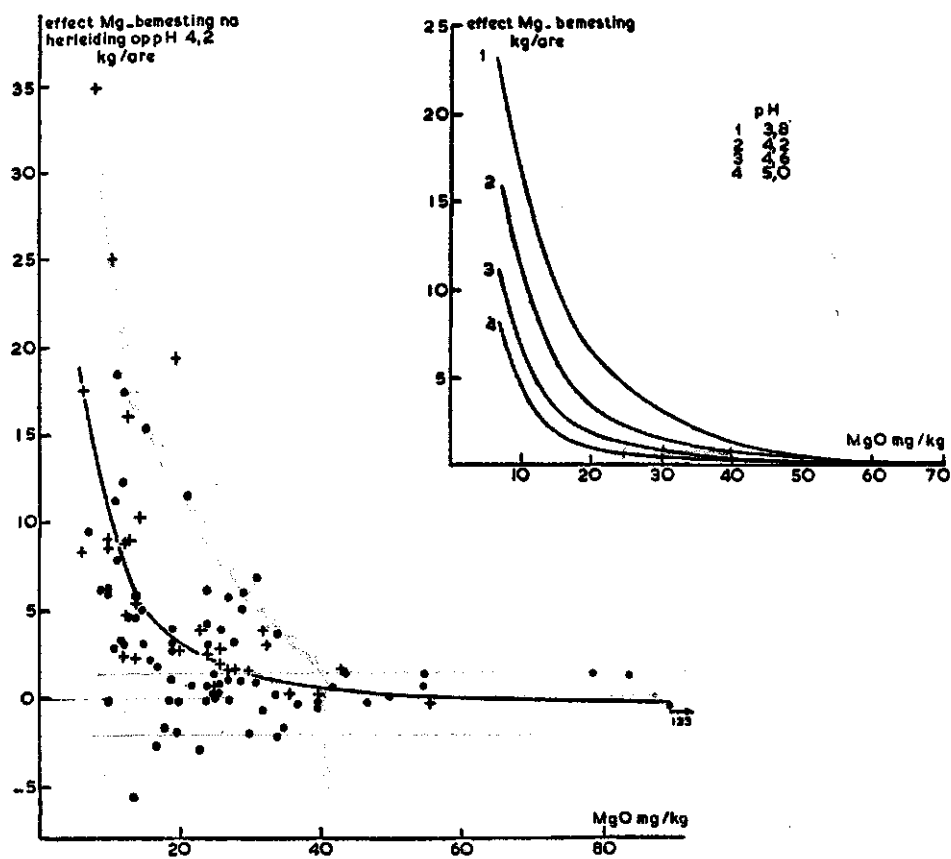
4.2 Resultaat

Volgens fig. 11 hangt het effect van Mg-bemesting af van de pH en van het MgO-gehalte van de grond. Tussen deze twee factoren bestaat een sterke interactie.

Bij MgO-gehalten boven 50 mg/kg heeft bemesting gemiddeld weinig effect, ook niet als de grond sterk zuur is. Sterke tot zeer sterke reacties treden op indien het MgO-gehalte lager is dan 15-20 mg/kg. Bij deze toestand bestaat er een goede kans op misoogsten indien de pH zeer laag is, maar ook bij pH 4,5-5,0, hetgeen voor zandgronden een goede kalktoestand is, is een bemesting met magnesium op zijn plaats. In het tussenliggende traject (MgO 20-50 mg/kg) is de schade bij weglating van Mg-bemesting gemiddeld gering indien de kalktoestand goed is, maar nog aanzienlijk bij zeer lage pH.

Fig. 10. Samenhang tussen het effect van MgO-bemesting bij pH 4,2 en het MgO-gehalte van de grond voor het gehele materiaal (links)

Fig. 11. Samenhang tussen het effect van Mg-bemesting en MgO-gehalte van de grond bij verschillende pH-niveaus



+ = proefvelden, waaruit de correctie voor verschillen in pH is afgeleid / experiments used for investigating the interaction between pH and MgO content of the soil
 • = overige proefvelden / rest of the experiments

Fig. 10. Relation between the effect of Mg-fertilisation on the yield of grains (kg/are) and the MgO content of the soil for all experiments. Yield increases are reduced to pH-KCl 4.2 (left)

Fig. 11. Relation between the effect of Mg fertilisation on the yield and the MgO content of the soil at different pH levels

5 Invloed van K-bemesting op het effect van Mg-bemesting

5.1 Gegevens en bewerking

De invloed van K-bemesting op het effect van Mg-toediening kon worden nagegaan op 37 proefvelden uit de Gelderse Vallei en 9 (kalk)-kali-magnesiumproefvelden, die elders werden aangelegd (resp. groep 4 en 5 genoemd in hoofdstuk 2). Op elk proefveld kwamen twee of meer K-trappen voor, gecombineerd met twee of meer Mg-giften, waaronder een gift nul Mg. De gegevens van de proefvelden verschilden sterk in nauwkeurigheid. Zo konden bij voorbeeld op het proefveld Pr 999 12 veldjes tot één object gerekend worden, terwijl op de proefvelden in de Gelderse Vallei van elk object slechts één veldje aanwezig was. Wij beginnen met een bewerking van de gegevens van de negen grotere proefvelden, die tezamen 12 oogstjaren met haver opleverden.

Voor elk proefjaar werd het effect van Mg-bemesting op de opbrengst berekend bij elk van de aanwezige K-trappen. Indien behalve de trap 0 MgO meer dan een Mg-trap voorkwam, werd gewerkt met de gift, die binnen de grenzen 50 en 100 kg MgO per ha lag.

Indien K-bemesting invloed heeft op de Mg-behoefte, dan zal zich het effect van Mg-bemesting met toenemende K-gift kunnen wijzigen. Als maat voor de wijziging in dit effect kozen wij de helling van de regressielijn, die het verband tussen Mg-bemestingseffect en K-gift weergeeft. Dit zal vooral een bruikbaar gegeven zijn indien het genoemde verband rechtlijnig is. De resultaten van de proefvelden wijzen erop, dat dit bij benadering het geval is.

Ter illustratie van deze bewerking volgt hier een voorbeeld, waarvoor het sterk reagerende proefveld OB 3178-1954 gekozen werd.

Korrelopbrengst in kg/are				
kg MgO/ha	kg K ₂ O/ha			
	0	50	120	200
80	46,3	50,6	50,9	51,6
0	34,1	32,2	29,2	19,4
Mg-effect	12,2	18,4	21,7	32,2

Hier zien we het effect van Mg-bemesting sterk toenemen met stijgende K-gift. Dit is een gevolg van de afnemende opbrengst op de veldjes zonder Mg door versterking

van het Mg-gebrek onder invloed van K-bemesting. We nemen nu een rechtlijnig verband aan tussen het Mg-effect (onderste rij) en de K-gift en vinden voor de regressiecoëfficiënt van deze lijn een waarde van 9,6. Dat wil zeggen, dat het effect van Mg-bemesting met 9,6 kg/are toeneemt per 100 kg K_2O .

De voor de 12 proefjaren berekende regressiecoëfficiënten varieerden van $-1,3$ tot $+11,6$ q/ha. Op sommige proefvelden had de K-bemesting dus weinig invloed op de Mg-behoefte, op andere daarentegen een zeer sterke. Het is logisch de verklaring hiervoor te zoeken in de verschillen in Mg-toestand van de grond. Op een grond met een hoge Mg-toestand, waar bij normale K-bemesting geen sprake is van Mg-gebrek, zal ook bij zware K-bemesting niet gauw Mg-gebrek optreden, omdat ondanks een ongunstige invloed hiervan de voorziening met dit element voldoende blijft. Bij lage toestand kan echter een geringe storing in de toch al ongunstige voorziening ernstige gevolgen hebben. Om deze hypothese te toetsen zijn de regressiecoëfficiënten uitgezet tegen het MgO-gehalte van de grond (fig. 12).

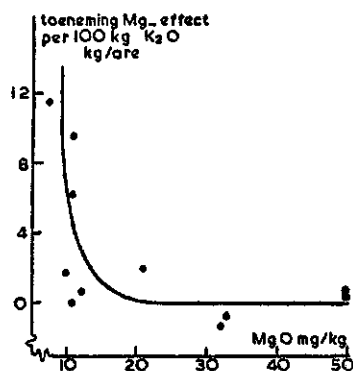


Fig. 12. Toeneming van het effect van Mg-bemesting per 100 kg meer gegeven K_2O in afhankelijkheid van het MgO-gehalte van de grond

Fig. 12. Increase of the effect of Mg fertilisation caused by an increased gift of 100 kg K_2O /ha, in dependence on the MgO content of the soil

Voor de serie proefvelden van de Gelderse Vallei zijn de resultaten samengevat in onderstaande tabel. De proefvelden zijn gerangschikt in groepen, afhankelijk van het Mg-niveau van de grond.

MgO mg/kg	effect Mg-bemesting (kg/are)		aantal proefvelden
	0 K_2O	120 K_2O	
14-22	+ 1,4	+ 2,0	9
23-25	+ 2,7	— 0,4	9
26-30	+ 1,4	+ 2,0	9
30-123	+ 0,3	— 0,1	10

5.2 Resultaat

Volgens fig. 12 waren de meeste regressiecoëfficiënten positief, hetgeen wil zeggen, dat toenemende K-bemesting de Mg-behoefte versterkte. Overeenkomstig de verwachting namen de regressiecoëfficiënten toe met afnemend MgO-gehalte van de grond. De figuur suggereert, dat de K-bemesting eigenlijk alleen belangrijk is indien het MgO-gehalte van de grond lager is dan 15-20 d.p.m. Bij zeer lage gehalten kan een K-bemesting blijkbaar ernstige gevolgen hebben.

Volgens de gegevens van de proefvelden in de Gelderse Vallei, weergegeven in bovenstaande tabel, had een verschil van 120 kg K_2O daar weinig invloed op het effect van Mg-bemesting. Dit resultaat is niet in strijd met de meer nauwkeurige gegevens van de grote proefvelden. Daar was immers de interactie bij MgO-gehalten boven 15-20 van weinig betekenis.

Uit dit onderzoek is gebleken, dat een zware K-bemesting geen gevaar oplevert voor percelen met een goede Mg-toestand (MgO 40 mg/kg of hoger). Het is natuurlijk wel mogelijk, dat een dergelijke bemesting, los gezien van de Mg-voorziening van het gewas, ongewenst is.

6 Effect van bemesting met magnesium op de opbrengst aan stro

6.1 Gegevens en bewerking

De opbrengsten aan stro zijn minder uitvoerig bewerkt dan die aan korrel. Het onderzoek is beperkt gebleven tot een directe vergelijking van de reacties van beide oogstprodukten. Daartoe is per proefjaar het effect van Mg-bemesting op de opbrengst

Fig. 13. Samenhang tussen het effect van Mg-bemesting op de opbrengst aan stro en die aan korrels

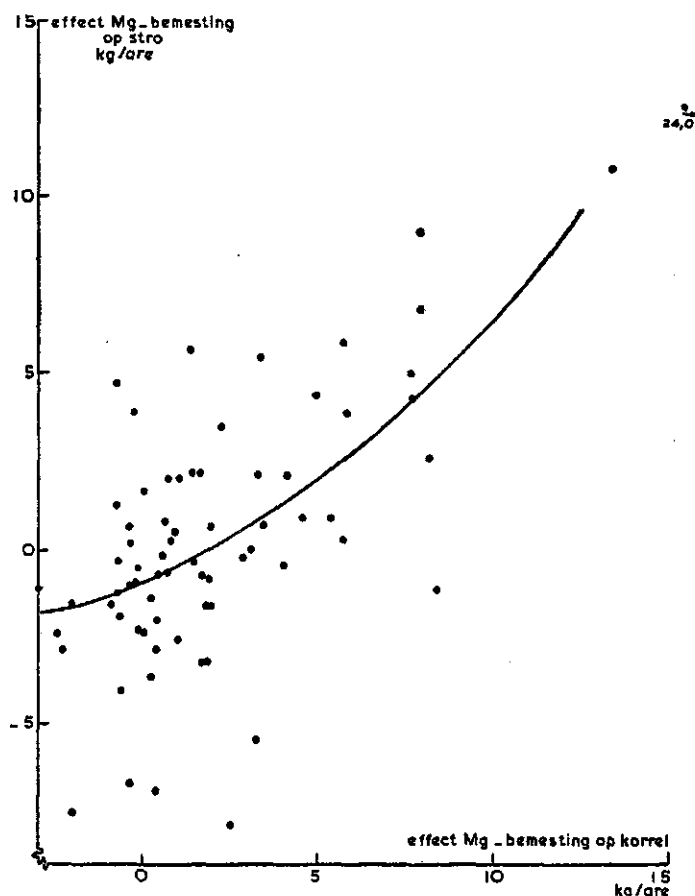


Fig. 13. Relation between the effect of Mg fertilisation on the yield of straw and that of grains (abscissus)

aan stro uitgezet tegen het effect op de opbrengst aan korrel (fig. 13). Op geen van beide is een correctie voor verschillen in pH van de grond toegepast, hetgeen bij de opbrengst aan korrel in hoofdstuk 3 en 4 wel gebeurd is. Behalve de kalk-(kali)-magnesiumproefvelden is het volledige materiaal in fig. 13 opgenomen voor zover de opbrengst aan stro bepaald werd. De kalk-magnesiumproefvelden zijn weggelaten om tijd te sparen, aangezien hiervoor een aparte bewerking nodig geweest zou zijn om een representatieve waarde voor de reactie van het stro te vinden. Intussen heeft fig. 13 nog altijd betrekking op een omvangrijk materiaal, namelijk op 74 oogstjaren.

6.2 Resultaat

Uit figuur 13 blijkt, dat een positieve reactie van de korrel in het algemeen gepaard gaat met een positieve reactie van het stro. Uitgedrukt in kg reageert het stro evenwel minder sterk. Het is niet uitgesloten, dat op de sterk reagerende proefvelden de opbrengst aan stro zonder Mg-bemesting geflatteerd is door verontreiniging met onkruid of door een hoger vochtgehalte als gevolg van een latere afrijping. Op de proefvelden, waar slechts een klein positief effect in de opbrengst aan korrel gevonden werd, reageerde het stro gemiddeld iets negatief. Volgens de in fig. 13 getekende lijn correspondeert een effect van 0 kg zaad met gemiddeld -1 kg stro. Dit zou er op kunnen wijzen, dat een bemesting met magnesium bij een voldoende toestand van de grond schade kan veroorzaken aan de stro-opbrengst.

7 Benodigde Mg-hoeveelheden

7.1 Gegevens en bewerking

Om de benodigde Mg-hoeveelheden goed te kunnen vaststellen zou men de beschikking moeten hebben over een groot aantal hoeveelheden-proefvelden bij uiteenlopende bemestingstoestanden van de grond. Op elk proefveld zouden zoveel trappen aanwezig moeten zijn, dat het verband tussen opbrengst en gift bevredigend kon worden vastgelegd en dat de maximale opbrengst binnen het traject van de toegepaste giften lag. Voorts zouden alleen eenjarige proefvelden of het eerste proefjaar van meerjarige proefvelden in aanmerking kunnen komen, omdat in tweede en volgende jaren het verband tussen opbrengst en gift gestoord wordt door de nawerking van de giften van het eerste jaar.

Indien men strikt de hand houdt aan deze eisen zou het met behulp van het beschikbare materiaal niet mogelijk zijn tot aanvaardbare conclusies te komen. De belangrijkste redenen hiervoor zijn, dat op vele Mg-proefvelden naast het onbehandelde object slechts een of twee Mg-hoeveelheden werden toegepast en verder, dat haver maar in een beperkt aantal gevallen als proefgewas in het eerste jaar gebruikt werd.

Er moest dus gezocht worden naar een wijze van ordening van het materiaal, die, zij het wat ruw, toch tot bruikbare resultaten zou leiden. De gedachte kwam op per proefveld vast te stellen of een bepaalde gift voldoende was of niet. Zouden bij voorbeeld de opbrengsten op een proefveld met 0, 30 en 80 kg MgO bij de hoogste twee trappen gelijk zijn, dan zou 30 kg MgO bij de in het voorjaar bepaalde bemestings-toestand van dit object voldoende zijn (de mogelijkheid van een hogere opbrengst bij een tussenliggende gift werd verwaarloosd). Zou het object met 30 kg MgO lager liggen, dan was deze gift onvoldoende. Door nu voor alle proefvelden te beoordelen of 30 kg MgO voldoende was of niet en dit ook voor andere giften te doen en door vervolgens de toegekende karakteristiek in verband te brengen met de bemestings-toestand van de grond, zou naar verwacht werd een oordeel over de toe te dienen gift mogelijk zijn.

De uitvoering van dit plan verliep enigszins teleurstellend. De beoordeling van de toereikendheid van lage MgO-giften (20-30 kg MgO per ha) liep vast op een te gering aantal bruikbare gevallen. Waren de opbrengsten op een proefveld met de giften 0, 50 en 100 kg MgO bij de hoogste twee trappen bijv. gelijk, dan was een oordeel over een gift van 20 kg MgO niet mogelijk. In tweede of volgende proefjaren van een proefveld, waarop een gift van 20 kg MgO niet voorkwam, was uiteraard evenmin een

oordeel mogelijk. Ook over de toereikendheid van hoge giften (75 kg per ha of hoger) bleek slechts weinig te kunnen worden gezegd.

Slechts van het wel of niet voldoende zijn van een gift van 0 kg MgO en van 40-50 kg MgO kon een bevredigende indruk worden verkregen. Daartoe moest echter het in de vorige hoofdstukken gebruikte materiaal nog worden uitgebreid met meer proefvelden (o.a. met proefvelden na 1958 aangelegd en met oudere proefvelden, waarbij het MgO-gehalte van de grond niet in NaCl-, maar in azijnzuurextract bepaald werd). Het gebruikte materiaal is, voorzover nog niet vermeld in tabel 1, als bijlage opgenomen in tabel 2. Het oordeel of 0 kg MgO voldoende is of niet, berust op de gegevens van 126 proefjaren; het oordeel over 40-50 kg MgO op 51 proefjaren.

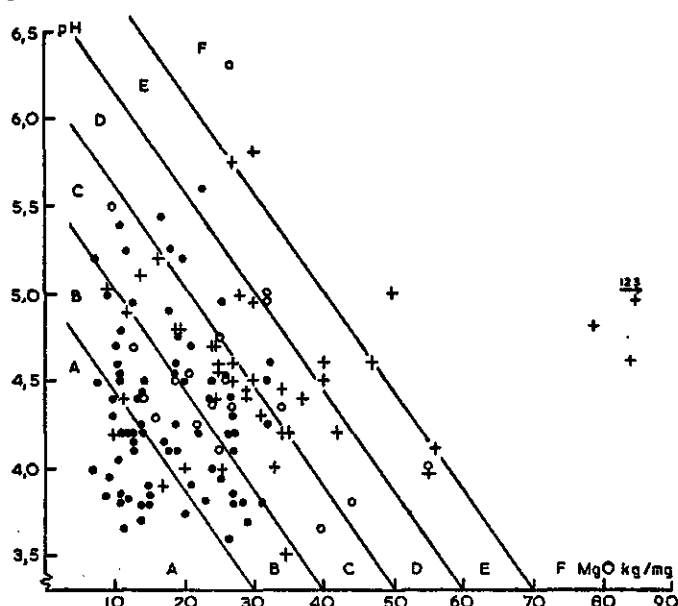
Voor de vorming van een oordeel over het wel of niet voldoende zijn zijn deze begrippen vooraf gedefinieerd. Voldoende noemen we de gift, indien de daarbij behorende opbrengst niet meer dan 100 kg/ha lager ligt dan die bij de hoogste gift; onvoldoende, indien de opbrengst meer dan 200 kg/ha lager ligt. Het tussenliggende opbrengstverschil is als 'bijna voldoende' gekarakteriseerd. In een aantal gevallen was het gewas beoordeeld op gebreksverschijnselen volgens een standaardschaal (SLUJSMANS, 1955). Deze visuele beoordelingscijfers zijn voor de toekenning van de karakteristiek gebruikt indien geen opbrengstcijfers bekend waren of de opbrengsten om een of andere reden onbetrouwbaar leken. Aangezien statistische toetsingen van de verschillen in opbrengst niet zijn uitgevoerd is een zekere subjectiviteit bij de beoordeling van de betrouwbaarheid niet uitgesloten. Bij het gebruik van de gebrekssymptomen is een beoordelingscijfer 8-10 voldoende en 7-7,9 bijna voldoende genoemd (SLUJSMANS, 1955).

De in hoofdstuk 4 gegeven fig. 11 geeft reeds enigszins aan in welke gevallen een Mg-bemesting achterwege gelaten kan worden. Bij lage pH van de grond zal dat in het algemeen alleen zijn indien het MgO-gehalte hoog is, terwijl bij hoge pH een veel lagere Mg-toestand reeds voldoende is. Het is interessant na te gaan, welke kans op opbrengstderving bij verschillende combinaties van pH en MgO-toestand van de grond bestaat indien geen Mg wordt toegediend.

Daartoe is in fig. 14 voor 126 proefjaren aangegeven, of 0 kg MgO bij de op de proefvelden voorkomende combinaties van pH en MgO-gehalte voldoende was of niet. In deze figuur is een aantal onderling evenwijdig en op gelijke afstand van elkaar lopende lijnen getekend, die het vlak van tekening verdelen in de zones A tot F. De helling van de lijnen is afgeleid uit fig. 11. Daaruit kan men op grond van de opbrengstvermeerdering aflezen, welke combinaties van MgO en pH ongeveer gelijkwaardig zijn. Zo is bijv. de combinatie pH 5,0-MgO 15 gelijkwaardig aan resp. 4,6-21, aan 4,2-29 en aan 3,8-47. Deze combinaties uitgezet in fig. 14 zijn te verbinden door een lijn, die ongeveer de helling heeft van de getekende zonegrenzen. Elke zone pretendeert dus een gebied te zijn, waarin de Mg-voorziening voor het gewas gelijk is. Of dit juist is zal hierna worden besproken.

Per zone is vervolgens nagegaan, hoeveel gevallen een voldoende, een bijna voldoende en een onvoldoende Mg-voorziening hadden. Het resultaat is in absolute en relatieve cijfers weergegeven in de volgende tabel.

Fig. 14. Schade door Mg-gebrek bij weglating van Mg-bemesting in afhankelijkheid van de pH en het MgO-gehalte van de grond



Zones A-F zijn gebieden van ongeveer gelijke Mg-voorziening / Within each of the zones A-F all possible combinations of pH and MgO content represent an almost equal supply of Mg to the crop

- = schade meer dan 2 kg per are / yield depression more than 2 kg per are
- = schade tussen 2 en 1 kg per are / yield depression between 2 and 1 kg per are
- ⊕ = schade 1 kg per are of minder / yield depression 1 kg per are or less

Fig. 14. Depression in yield if no Mg is applied, in dependence on the pH and MgO content of the soil

Aantal gevallen met voldoende, bijna voldoende of onvoldoende Mg-voorziening bij weglating van Mg-bemesting.

	absoluut							relatief (in %)					
	A	B	C	D	E	F	zone	A	B	C	D	E	F
voldoende	2	6	16	7	6	5		8	16	39	44	60	83
bijna voldoende	0	6	6	3	3	1		0	16	15	19	30	17
onvoldoende	23	25	19	6	1	0		92	68	46	37	10	0

De relatieve cijfers zijn in fig. 15 afgebeeld. Er blijkt een nauwe samenhang met de volgorde van de zones op te treden.

Ter toetsing van de stelling, dat de Mg-voorziening binnen een zone overal ongeveer gelijk is, is elke zone loodrecht op de evenwijdige lijnen in twee helften verdeeld, en wel zodanig dat per helft evenveel punten aanwezig zijn. Vervolgens is weer voor elke helft het aantal voldoende, bijna voldoende en onvoldoende gevallen geteld.

Fig. 15. Percentage van de gevallen naar de mate van Mg-voorziening, gerangschikt naar de zones van fig. 14, indien geen Mg wordt gegeven (links)

Fig. 16. Schade door Mg-gebrek bij toepassing van niet meer dan 40-50 kg MgO per ha als kieseriet in afhankelijkheid van de pH en het MgO-gehalte van de grond. Symbolen hebben dezelfde betekenis als in fig. 14

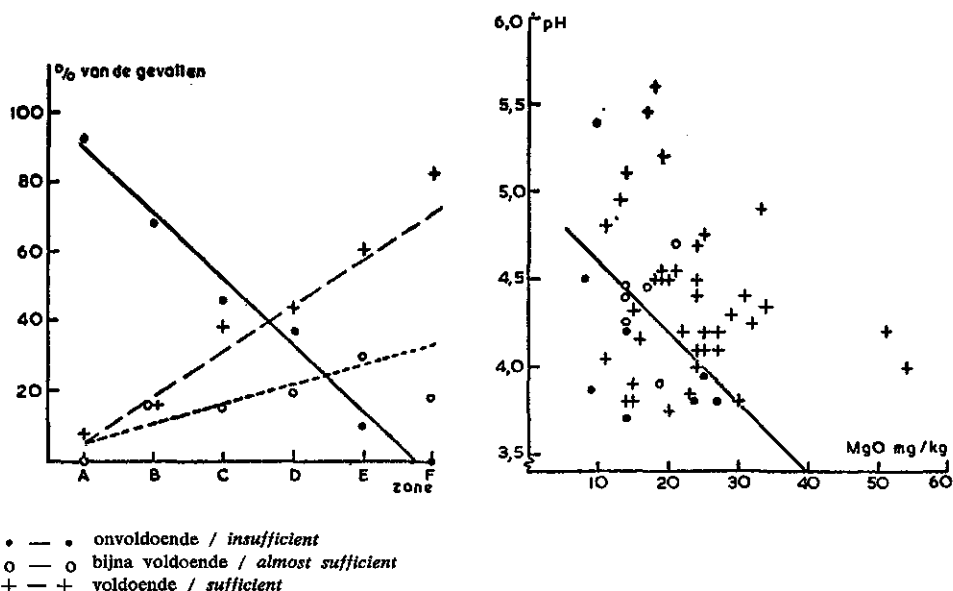


Fig. 15. Percentage of the experiments to the extent of Mg supply, arranged according to the zones of Fig. 14, if no Mg has been applied (left)

Fig. 16. Depression in yield if the Mg dressing was not higher than 40-50 kg of MgO per ha ($\text{MgSO}_4 \cdot 1 \text{H}_2\text{O}$) in dependence on the pH and MgO content of the soil. Symbols have the same meaning as in Fig. 14

Indien de Mg-voorziening binnen de zone homogeen is, zijn van elke karakteristiek in de bovenste en onderste helft ongeveer evenveel gevallen te verwachten. Dit was het geval. Ter illustratie worden in de volgende tabel alleen de over de zones A/E gesommeerde gevallen gegeven voor de bovenste resp. de onderste helft.

	aantal gevallen (absoluut)		
	voldoende	bijna voldoende	onvoldoende
bovenste helft	16½	9	39½
onderste helft	20½	9	34½

Ter beoordeling van de toereikendheid van een gift van 40-50 kg MgO/ha is in fig. 16 voor 51 proefjaren aangegeven, of deze gift bij de voorkomende combinaties van pH en MgO voldoende was of niet. De in de figuur opgenomen lijn geeft de bovengrens aan van het gebied, waarin schade van betekenis optrad.

7.2 Resultaat

Uit figuur 15 blijkt, dat de kans op een opbrengstderving van meer dan 200 kg/ha door een tekort aan Mg als volgt samenhangt met de indelingszones van fig. 14:

zone					
A	B	C	D	E	F
% 90	71	52	33	14	0

Of men een Mg-bemesting achterwege durft te laten, hangt ervan af welke kans op belangrijke schade men durft te nemen. Wij zijn van mening, dat die kans klein moet zijn en zouden daarom willen adviseren percelen, die wat betreft pH en MgO-gehalte in de zones A/E liggen, wel met Mg te bemesten.

De volgende vraag is, hoeveel Mg dan gegeven dient te worden. Wil men hoege-naamd geen risico op opbrengstderving lopen, dan zal men volgens fig. 16 in het gebied onder de lijn meer dan 50 kg MgO moeten geven. Boven de lijn is deze gift voldoende. Een verdergaande nuancering is uit de proefveldgegevens niet bevredigend af te leiden. Ergens in het gebied met als benedengrens de lijn uit fig. 16 en als bovengrens de scheidingslijn tussen zone E en F ligt de lijn, waarboven 25 kg MgO vol-

Fig. 17. De aangegeven hoeveelheden MgO in kg/ha (als kieseriet) zijn waarschijnlijk voldoende om opbrengstdepressie door Mg-gebrek te voorkomen.

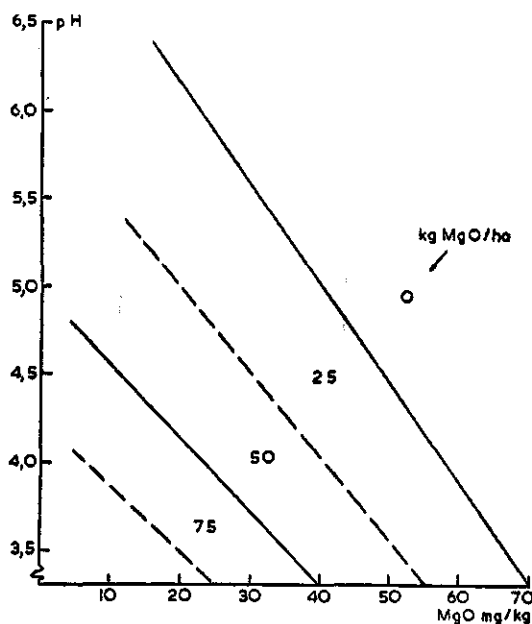


Fig. 17. The specified amounts of MgO in kg/ha (as kieserite) are probably sufficient to prevent Mg deficiency from decreasing the yield

doende is. We nemen maar aan, dat deze lijn in het midden van het desbetreffende gebied loopt (fig. 17).

Bij de ongunstigste combinaties van pH en MgO-gehalte van de grond is meer dan 50 kg MgO nodig. Tot welke hoeveelheden men dan moet gaan is uit het materiaal niet af te leiden. Wel lijkt het vrij zeker, dat in het gedeelte van zone A dat grenst aan zone B en een breedte heeft van de helft van de andere zones, 75 kg MgO voldoende is. Misschien moet bij nog ongunstiger combinaties van pH en MgO-gehalte zwaarder bemest worden, maar voor de praktijk is dit gebied niet van belang.

Vermeldenswaard is nog de uit fig. 16 te trekken conclusie, dat het wel of niet voldoende zijn van een gift van 50 kg MgO zowel van het MgO-gehalte van de grond als van de pH afhankelijk is. Het zou denkbaar geweest zijn, dat bij bemesting met Mg de betekenis van het MgO-gehalte van de grond meer zou gaan overwegen. De lijn van fig. 16 zou dan steiler hebben moeten zijn dan de in fig. 14 getekende lijnen. Het tegendeel is eerder waar. De pH blijft dus ook bij toepassing van Mg-bemesting nog belangrijk.

8 Bespreking resultaten

8.1 Invloed van de kalktoestand op de Mg-voorziening

De gunstige invloed van bekalking, die in dit onderzoek evenals in vorige publikaties (zie inleiding) naar voren is gekomen, werd in ons land reeds in 1918 (HUDIG en MEYER, 1918) gemeld¹⁾. In verschillende van hun proeven werden de ziekteverschijnselen genezen. Bezien wij die vondst nu nog eens, dan kunnen we aannemelijk maken, dat zij waarschijnlijk met een niet al te Mg-arme grond te maken hebben gehad. Fig. 14 is hiervoor het meest illustratief. Een grond met een extreem lage Mg-toestand en lage pH zal door bekalking weliswaar minder gevaar voor Mg-gebrek opleveren, maar men zou volgens deze figuur tot voor zandgronden gevaarlijk hoge pH-waarden moeten gaan eer de kans op gebrek te verwaarlozen is. Bij wat hogere MgO-gehalten bijv. 30-40 mg/kg, is na bekalking tot pH 5,0 de kans op het optreden van gebrek echter gering. Het is dan ook niet vreemd, dat in andere oudere onderzoeken geen volledige genezing door bekalking geconstateerd werd (VAN ITALLIE, 1936; SMIT en MULDER, 1942).

De vermindering van de schade door bekalking treedt in elk geval op in het pH-traject 3,8-5,1. Alleen in dit gebied kon de interactie voldoende nauwkeurig worden vastgesteld (fig. 8). Het is de vraag of bij bekalking tot hogere waarden de schade blijft afnemen. Mogelijk neemt deze bij hoge kalktoestand onder invloed van door Ca geïnduceerd Mg-gebrek weer toe. Dit verschijnsel wordt o.a. gedemonstreerd in de volgende potproef (LEMMERMANN c.s., 1932) met haver.

pH (H ₂ O)	opbrengst in g per pot		opbrengst vermeerdering door Mg
	geen Mg	wel Mg	
4,2	1,3	3,0	1,7
4,7	4,3	21,2	16,9
5,3	11,3	65,8	54,5
5,9	27,2	79,3	52,1
6,7	52,1	87,1	35,0
7,6	57,0	96,2	39,2

¹⁾ Genoemde onderzoekers spraken van de Hooghalense ziekte. De oorzaak van het verschijnsel, het Mg-gebrek, was destijds nog niet onderkend.

Vanaf een pH-waarde tussen 4,7 en 5,3 daalde het effect van Mg-bemesting tot pH 6,7. Kwalitatief is dit in overeenstemming met ons onderzoek. Boven 6,7 nam het effect niet meer af. Het verschijnsel is voor onze diluviale zandgronden van geen praktisch belang, omdat daar op pH-waarden van 4,5-5,5 (pH-KCl) aangestuurd wordt. De proef van LEMMERMAN c.s. laat verder zien, dat het effect bij zeer lage pH uiterst klein was. Kennelijk werd de groei daar vrijwel geheel gehinderd door de extreme zuurheid. Op onze zandgronden zouden we dit bij haver mogen verwachten, indien pH-KCl ongeveer 3,0 is (VISSER, 1943). Waarschijnlijk zal het effect van Mg-bemesting dus bij een pH-KCl ergens tussen 3,8 en 3,0 naar lagere pH weer afnemen.

Kwantitatief stemt de gevonden invloed van de pH vrijwel overeen met wat vroeger gevonden werd (FERRARI en SLUIJSMANS, 1955). Zoals in de inleiding is vermeld vonden zij, dat met een verschil in pH van 1,5 eenheid een minstens even grote variatie in magnesiumgehalte gepaard gaat als met een verschil in MgO-gehalte van de grond van 30 eenheden. Volgens fig. 14 is een verhoging van de pH met 1,5 eenheid ongeveer gelijkwaardig aan een verhoging van het MgO-gehalte van de grond met 26 eenheden.

Het is dus duidelijk dat bij de interpretatie van het MgO-gehalte van de grond voor de teelt van haver rekening moet worden gehouden met de pH. Voor het praktische advieswerk kan men zich echter op het standpunt stellen, dat percelen met een lage kalktoestand ongeacht de Mg-voorziening op een goed pH-niveau gebracht dienen te worden. Voor onze zand- en dalgronden ligt dat afhankelijk van het bouwplan tussen pH-KCl 4,5 en 5,5. Men zou dus de waardering van het MgO-gehalte kunnen afstemmen op dit pH-traject.

De interactie tussen pH en MgO-gehalte van de grond houdt uiteraard ook in, dat het effect van bekalking sterk zal afhangen van de magnesiumtoestand van de grond.

Fig. 18. Verband tussen opbrengst en pH in afhankelijkheid van het MgO-gehalte van de grond

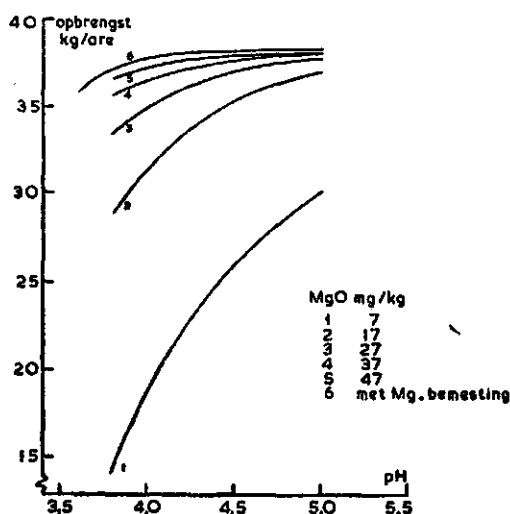


Fig. 18. Relation between yield and pH in dependence on the MgO content of the soil

Een perceel met een lage pH en laag MgO-gehalte zal veel sterker reageren dan een perceel met gelijke pH, maar hoog MgO-gehalte. Hoewel dit punt eigenlijk buiten het kader van dit onderzoek valt willen wij niet nalaten hier kort op in te gaan. Fig. 18, waaraan hetzelfde materiaal ten grondslag ligt als behandeld is in de hoofdstukken 3 en 4, laat zien, dat de optimale pH voor haver zeer hoog ligt bij extreem lage Mg-toestand van de grond, maar dat bij ruime Mg-voorziening een pH van 4,0 en zelfs lager nog maar weinig schade doet aan de opbrengst.

8.2 Waardering van het MgO-gehalte van de grond

Volgens het thans geldende adviesschema moet het MgO-gehalte van de grond voor de teelt van aardappelen gewaardeerd worden als in onderstaande tabel is aangegeven (ADVIESBASIS, 1962). In de laatste kolom is aangegeven, hoe groot bij de verschillende klassen ongeveer de kans is, dat bij weglating van Mg-bemesting bij haver een schade van meer dan 200 kg/ha zal optreden. Er is uitgegaan van pH 4,5-5,0. De waarden zijn afgelezen uit de fig. 14 en 15.

MgO in mg/kg	waardering	kans op schade %
20	zeer laag	50
20/29	laag	40
30/39	vrij laag	25
40/49	goed	5
50/59	vrij hoog	0
60/79	hoog	0
79	zeer hoog	0

De benaming 'goed' betekent dus, dat de kans op schade bij haver gering is indien geen Mg wordt toegediend. Bij de lager gewaardeerde groepen is het risico ons inziens te groot om bemesting achterwege te laten. Gelet op de getallen in de laatste kolom zijn de gebruikelijke benamingen van de klassen ook voor haver bruikbaar.

8.3 Invloed van de K-bemesting op de Mg-voorziening

In hoofdstuk 5 is aannemelijk gemaakt, dat de grootte van de K-bemesting alleen belangrijk is bij zeer lage MgO-gehalten van de grond. Dit resultaat stemt goed overeen met hetgeen bij aardappelen gevonden werd (SLUJSMANS, 1959). Ook daarbij neemt het Mg-gebrek met stijgende K-bemesting in ernstige mate toe indien het MgO-gehalte van de grond lager is dan 20 mg/kg.

Het is waarschijnlijk, dat een zware K-bemesting ook bij minder lage MgO-gehalten

schade kan veroorzaken door geïnduceerd Mg-gebrek, nl. in het geval dat de pH zeer laag is. Immers ook dan kan al bij normale K-bemesting de voorziening met Mg zeer onvoldoende zijn. Wij veronderstellen hier dus een invloed van de pH op het verschil tussen de effecten van Mg-bemesting bij lage en hoge K-giften. Dat deze invloed inderdaad bestaat, wordt in de literatuur aangetoond (LEHNE und KOEPKE, 1962). In een potproef werd het effect van Mg-bemesting met en zonder toevoeging van kalk in combinatie met en zonder K-bemesting op de opbrengst van haver nagegaan. In de potproef werden o.a. vier zure zandgronden gebruikt met MgO-gehalten tussen 9 en 23 mg/kg (bepaald in CaCl_2 -extract). Op elk van de gronden werd een duidelijk effect van Mg-bemesting verkregen. Toepassing van K-bemesting versterkte dit effect. De invloed van bekalking blijkt uit de volgende tabel.

Toeneming van het Mg-bemestingseffect door K-bemesting in g per pot (korrel + stro).

	grond			
	1	2	3	4
geen kalk	+15	+26	+9	+9
met kalk	+ 6	+11	+3	-21

Indien geen kalk gegeven werd was het effect van K-bemesting op de Mg-behoefte (bovenste rij getallen) blijkbaar sterker dan na bekalking (onderste rij). Bij gelijk-blijvend MgO-gehalte van de grond treedt de schade door overmaat K dus vooral bij lage pH op.

De praktijk zal zich over de invloed van de K-bemesting niet veel zorgen behoeven te maken. Daar waar de invloed sterk is, dus bij zeer lage MgO-gehalten, zal bij toepassing van grondonderzoek toch altijd een Mg-bemesting geadviseerd worden. Zijn de MgO-gehalten minder laag maar is de grond sterk zuur, dan wordt bekalking geadviseerd. Waar bij normale K-bemesting een Mg-bemesting overbodig is, is dat ook het geval bij zware K-bemesting. Nooit zal uit vrees voor Mg-gebrek op de K-bemesting bezuinigd moeten worden, omdat daardoor de kans op K-gebrek zou kunnen optreden. De juiste handelwijze is de K-bemesting af te stemmen op de kalistoestand van de grond en eventueel daardoor geïnduceerd Mg-gebrek op te vangen door een Mg-gift, aangepast aan de Mg-toestand van de grond.

8.4 Benodigde Mg-giften

Uit fig. 17 kan afgelezen worden welke giften MgO nodig zijn bij uiteenlopende combinaties van pH en MgO-gehalte van de grond. Gaan wij uit van een pH 4,5-5,0, dan komen we tot de volgende hoeveelheden.

kg MgO nodig bij MgO-gehalte (mg/kg)				
< 20	20/29	30/39	40/49	> 50
50—75	50	25	0	0

Bij toepassing van deze hoeveelheden kan men op een behoorlijke Mg-voorziening rekenen. Het advies geeft echter geen garanties betreffende de wijziging van de Mg-toestand van de grond onder invloed van de bemesting. Mogelijk zijn voor het bereiken van een goede Mg-toestand en het behoud daarvan hogere giften nodig dan in de tabel aangegeven zijn.

Het advies steunt op proefvelden, waar magnesium in de meeste gevallen in de vorm van kieseriet is toegepast. Er moet rekening mee worden gehouden, dat magnesium in de vorm van koolzure magnesiakalk aanzienlijk trager werkt. Van een dergelijke meststof zouden daarom veel grotere hoeveelheden nodig zijn. Een kwantitatieve uitspraak hierover kan nog niet worden gegeven. Alle andere meststoffen, waarin magnesium in in water oplosbare vorm voorkomt, komen in aanmerking. Ook met stalmest moet in dit verband rekening worden gehouden. Het MgO-gehalte in dit produkt kan sterk uiteenlopen; om toch een cijfer te geven zou men 0,1% kunnen aanhouden. Met een gift van 20 ton stalmest wordt dus ongeveer 20 kg MgO toegediend en is dus reeds bij vrij lage Mg-toestand van de grond een goede Mg-voorziening praktisch verzekerd. Dit verklaart waarschijnlijk, waarom in Belgisch onderzoek reeds bij MgO-gehalten boven 20 mg/kg geen positief effect van de Mg-bemesting meer optrad (STENUIT en PIOT, 1958). Op de desbetreffende proefvelden werd namelijk $\pm$ 18 ton stalmest gegeven, zoals in België voor haver gebruikelijk is.

8.5 Invloed van andere factoren op het effect van Mg-bemesting

Er is nog nagegaan of er behalve met de reeds genoemde factoren nog een samenhang bestaat tussen het effect van Mg-bemesting en het gehalte van de grond aan organische stof resp. het opbrengstniveau. Daartoe werden de op gelijke pH en gelijk MgO-gehalte van de grond herleide bemestingseffecten tegen beide factoren uitgezet. Er werd geen samenhang gevonden. Het gehalte aan organische stof in het hiervoor gebruikte materiaal varieerde tussen 2,5 en 13%, het opbrengstniveau van de blanco-objecten tussen ongeveer 10 en 50 kg/are.

Samenvatting en conclusies

Ter aanvulling van het adviesschema voor bemesting van bouwland op zand- en dalgrond met magnesium werd een onderzoek ingesteld naar de behoefte van haver.

Er werd nagegaan, hoe groot de invloed van bemesting is op de opbrengst in afhankelijkheid van het magnesiumgehalte van de grond, de pH en de kalibemesting. Voorts werd onderzocht, welke hoeveelheden magnesiummeststof bij uiteenlopende bemestingstoestand van de grond nodig zijn. Een en ander gebeurde met behulp van de gegevens van ongeveer honderd proefvelden van Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst en Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, grotendeels verzameld in de jaren 1950-1958. Het meest verbouwde ras was Marne.

1. Het MgO-gehalte van de grond, bepaald in een NaCl-extract, geeft voor haver een behoorlijke indruk van de magnesiumtoestand van de grond, mits rekening gehouden wordt met de pH (fig. 10)
2. Het effect van bemesting met magnesium hangt in sterke mate af van het magnesiumgehalte van de grond en van de pH (fig. 11). Met stijgend magnesiumgehalte neemt het effect af, in het bijzonder bij lage pH. Met stijgende pH neemt het effect eveneens af, vooral bij laag magnesiumgehalte van de grond. De stijging van de opbrengst is bij pH 5,0 praktisch te verwaarlozen, indien het MgO-gehalte 30-40 mg/kg of meer bedraagt, maar bij pH 4,0 is dit eerst het geval indien dit 50-60 of hoger is.
3. Toenemende kalibemesting versterkt de behoefte aan zwaardere magnesiumbemesting. Deze invloed neemt evenwel pas ernstige vormen aan indien het MgO-gehalte van de grond lager is dan 15-20 mg/kg (fig. 12) of bij iets hogere gehalten, indien de pH zeer laag is.
4. Een positief effect van bemesting met magnesium op de opbrengst aan korrels gaat in het algemeen gepaard met een positieve invloed op de opbrengst aan stro. Bij een voor de korrelopbrengst voldoende Mg-voorziening werkt Mg-bemesting gemiddeld iets negatief op de stro-opbrengst (fig. 13).
5. Bij de volgende combinaties van pH en MgO-gehalte van de grond is de kans op een opbrengstderving van meer dan 200 kg/ha korrel gering, indien Mg-bemesting achterwege gelaten wordt (fig. 14 en 15):

pH—KCl	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
MgO mg/kg	66	58	49	40	32

Ongunstiger combinaties, dus lagere pH en/of lager MgO-gehalte, leveren een grotere kans op opbrengstderving.

Een gift van 50 kg MgO per ha (als kieseriet) is vaak onvoldoende, indien pH en of MgO-gehalte lager zijn dan bij de volgende combinaties (fig. 16).

pH-KCl	3,5	4,0	4,5
MgO mg/kg	37	25	13

Aangezien op onze zandgronden gestreefd wordt naar een pH-KCl van minstens 4,5, zal ook bij lage MgO-gehalten een gift van 50 kg MgO meestal voldoende zijn.

6. Het gehalte van de grond aan organische stof heeft bij de interpretatie van het MgO-gehalte niet in rekening te worden gebracht.

7. Het effect van een bekalking van zure zandgrond op de opbrengst van haver hangt sterk af van het MgO-gehalte van de grond (fig. 18).

Summary and conclusions

Information on the magnesium requirement of crops on sandy soils was given some years ago in a recommendation mainly based on the results of potato experiments. It had to be supplemented with recommendations relating to other crops. Oats were chosen in the investigation reported here because this crop is frequently grown in short and long term field experiments in the Netherlands.

The aim was to investigate the influence of magnesium fertilisation on the yield as a function of the magnesium content of the soil, the pH and the amount of potash applied. It was also necessary to ascertain the amount of magnesium fertiliser to be applied at different nutrient levels of the soil. For this purpose use was made of the results of about 100 experiments laid down by the Agricultural Advisory Service and the Institute for Soil Fertility. Most of the experiments were performed in the years 1950-1958. The predominating variety was Marne.

1. The magnesium content of the soil, determined in a 0,5 n NaCl-extract, represents for oats a suitable characteristic for the magnesium status of the soil, provided the pH is taken into account (Fig. 10).
2. The response of the yield to magnesium fertilisation very much depends on the magnesium content and pH of the soil. An increase in both factors goes with a decrease in magnesium deficiency and consequently a decrease in crop response. As far as pH is concerned this is at any rate true for pH values from 3.8 to 5.0 (pH determined in a 1 n KCl-solution). The influence of one factor is the most prominent at low values of the other. At pH 5.0 magnesium fertilisation has practically no effect when the magnesium content of the soil is 30-40 (MgO in p.p.m.), but at pH 4.0 the average yield increase can only be neglected when the soil content is 50-60 or over (Fig. 11).
3. Increasing amounts of potash fertiliser lead to an increase in the magnesium requirement. But this influence is only serious at a very low magnesium content of the soil, viz. at values lower than 15-20 p.p.m. MgO (Fig. 12) or at somewhat higher levels only when the pH is very low.
4. A positive influence on the yield of grains is usually attended by an increase in the yield of straw. If the magnesium supply is sufficient for the yield of grains, the straw yield may be slightly reduced by magnesium fertilisation (Fig. 13).

5. In the following combinations of pH and magnesium content there is only a small chance of a yield loss of more than 200 kg of grains per hectare if no magnesium fertiliser is applied (Figs. 14 and 15):

pH-KCl	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
MgO p.p.m.	66	58	49	40	32

In more unfavourable combinations, viz. lower pH and/or lower MgO-values, the chance of serious losses will be greater.

An amount up to 50 kg of MgO per hectare (applied as kieserite, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) will often be insufficient in the following, or more unfavourable combinations of pH and magnesium content (Fig. 16):

pH-KCl	3.5	4.0	4.5
MgO p.p.m.	37	25	13

Since the recommendation for liming sandy soils aims at a pH of at least 4.5, 50 kg of MgO will usually be sufficient even at a low magnesium content of the soil.

6. In evaluating the magnesium content of the soil there is no need to take into account its organic matter content. In the experiments carried out this content varied between 2.5 and 13%.

7. The response of oats to liming on acid sandy soils highly depends on the Mg level of the soil (Fig. 18).

Literatuur

- ADVIESBASIS 1962 Adviesbasis voor de bemesting van landbouwgronden. 's-Gravenhage.
- FERRARI, Th. J. and SLUJSMANS, C. M. J. 1955 Mottling and magnesium deficiency in oats and their dependence on various factors. *Plant and Soil* 6, 262-299.
- HUDIG, J. and C. MEYER 1918 De Hooghalense ziekte. 's-Gravenhage.
- ITALLIE, Th. B. van. 1936 Hooghalense ziekte en de samenstelling van graanplanten. *Landbouwk. Tijdschr.* 48, 125-142.
- JACOB, A. 1955 Magnesia der fünfte Pflanzenhauptnährstoff. Stuttgart.
- LEHNE, J. und V. KOEPKE 1962 Die Wirkung einer Magnesiumdüngung magnesiumarmer Sandböden in Abhängigkeit von Kalk- und Kaligaben. *Albrecht-Thaer-Archiv* 6, 194-207.
- SCHACHTSCHABEL, P. 1956 Der Magnesiumversorgungsgrad nordwestdeutscher Böden und seine Beziehungen zum Auftreten von Mangelsymptomen an Kartoffeln. *Z. Pflanzenernähr. Düng. u. Bodenk.* 74, 202-219.
- SLUJSMANS, C. M. J. 1955 Enkele voordelen van visuele waarnemingen, in het bijzonder bij het magnesiumonderzoek en de magnesiumadviesgeving. *Landbouwvoorl.* 12, 16-21.
- SLUJSMANS, C. M. J. 1959 Kalibemesting en magnesiumgebrek bij fabrieksaardappelen. *Kali* 39, 331-335.
- SLUJSMANS, C. M. J. 1959 Beziehungen zwischen Magnesiumgehalt des Bodens, Mangelsymptomen und dem Mehrertrag niederländischer Böden. *Landwirtsch. Forsch.* 13. Sonderh., 17-23.
- SMIT, J. and E. G. MULDER. 1942 Magnesium deficiency as the cause of injury in cereals. Wageningen
- STENUIT, D. en R. PIOT. 1958 Magnesium, hoofdelement voor de plantenvoeding II. *Landbouwtijdschr.* 11 no. 3 (maart).
- STENUIT, D. en R. PIOT 1958 Magnesium, hoofdelement voor de plantenvoeding III, *Landbouwtijdschr.* 11 no. 6 (juni)
- VISSER, W. C. 1943 Kalktoestand en oogstopbrengst. Versl. Landbk. Onderz. 49.1, 28 blz.

Bijlagen

Tabel 1. Gebruikte proefvelden voor de hoofdstukken 3-6 (betekenis van de groepen omschreven in hoofdstuk 2).

Groep 1		Groep 2		Groep 3		Groep 4		Groep 5	
WD	271-1955	Pr	1615-1955	WD	266-1955	35 proefvelden	Pr	19-1954	
WD	„ -1958		1616- „		„ -1956	Geld. Vallei	Pr	32-1954	
OD	611-1956		1644- „	OO	1515-1955	1953		„ -1957	
OGe	1192-1956		1646- „	OGe	1196-1956		Pr	999-1955	
	„ -1958		1647- „	OGe	1199-1955		Pr	1312-1954	
OGe	1193-1956		1648- „	WB	2174-1955		Pr	1325-1954	
U	485-1950		1619-1956	WB	2177-1955		Pr	1375-1953	
WB	1447-1953		1621- „	MB	174-1957			„ -1955	
	„ -1955		1622- „	MB	177-1956		Pr	1376-1952	
WB	1448-1950		1623- „	MB	179-1956			„ -1955	
WB	1975-1954		1649- „	NOB	475-1956		ZWF	441-1955	
L	1327-1954		1650- „					„ -1956	
			1807- „				WB	1068-1952	
			1621-1957			vervolg groep 5	MB	1-1953	
			1803- „				MB	2-1955	
			1804- „			OB 3373-1957	MB	3-1956	
			1805- „			NL 90-1953	MB	4-1957	
			1806- „			„ -1957	NOB	256-1953	
			1808- „			NL 92-1953	OB	3178-1950	
		IB	15- „			„ -1958		„ -1954	
			16- „			NL 190-1954	OB	3179-1952	
								„ -1957	

Table 1. Experimental fields mentioned in the chapters 3-6. The meaning of the groups is discussed in chapter 2

Tabel 2. Proefvelden gebruikt voor hoofdstuk 7 naast de reeds in tabel 1 vermelde

Pr 999-1949	IB 684-1962	NOB 261-1951
IB 195-1958	WB 1902-1951	NOB 264-1951
IB 316-1958	WB 1904-1951	NOB 266-1951
IB 317-1958	WB 1915-1951	NL 192-1955
IB 613-1961	MB 3-1952	L 1508-1951
IB 614-1961	NOB 256-1951	2 prv. Geld. Vallei

Table 2. Experimental fields mentioned in chapter 7 besides those in table 1