

De betekenis van kalk en van organische bemesting voor de bodemvruchtbaarheid in Nederland.

 SEPARAAT
 No. 2016

Inleiding, gehouden door Drs. P. Bruin, wvd. Hoofddirecteur van het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T. N. O. te Groningen ter gelegenheid van de Algemene Vergadering van het „Centraal Bureau” te Amsterdam op 16 December 1948.

Geachte aanwezigen,

Onder bodemvruchtbaarheid verstaan wij het vermogen van de grond om vruchten voort te brengen. Er zouden twee soorten van bodemvruchtbaarheid onderscheiden kunnen worden en wel de vruchtbaarheid, die samenhangt met de plantenvoedende bestanddelen, de minerale zouten, dus over het algemeen met de bemesting en de bodemvruchtbaarheid, welke afhangt van de bodem als een groeimilieu, waarin voortdurend een goede lucht- en watervoorziening aanwezig moet zijn en waarin de voedingsstoffen zo gemakkelijk mogelijk ter beschikking van het gewas kunnen komen.

Het spreekt van zelf, dat de beide soorten bodemvruchtbaarheid wel onderscheiden, maar niet gescheiden kunnen worden. Men bemest n.l. niet de gewassen, maar de grond, waarin de meststoffen weer allerlei omzettingen ondergaan, zodat het ten dele weer van de algemene bodemtoestand afhangt, in welke mate de gegeven meststof voor het gewas van waarde wordt. Zo wordt b.v. het fosfaat door een ijzerhoudende zandgrond veel sterker vastgelegd dan door een dalgrond. De meststoffen kunnen ook invloed uitoefenen op de bodemtoestand. Men denke maar eens aan de verslepende werking van kalimestoffen en van natronsalpeter, vooral op koolzure kalkloze kleigronden. Verder kan er van een slechte stand van het gewas tengevolge van een tekort aan meststof ook een nadelige invloed uitgaan op de structuur van de bodem.

Dit alles neemt niet weg, dat ik vooral voor het onderwerp van heden de gekozen onderscheiding zeker kan maken. Wij zullen dan ook achter-eenvolgens behandelen kalk als meststof en kalk als bodemverbeteraar en daarna organische meststoffen resp. de voorziening van de bodem met organische stof.

Een tekort aan *kalk als plantenvoedend bestanddeel* is tot nog toe in Nederland slechts zelden gevonden. Dit zal alleen bij zeer zure zandgronden kunnen plaats hebben. Een normale zandgrond met 6 % humus en een pH van 5 tot 5.5 bevat zeker meer dan 50 maal zoveel aan de humus gebonden en voor het gewas beschikbare kalk in de bouwvoor dan door een oogst rogge of door een gewas aardappelen daaraan wordt onttrokken. Naarmate de grond zuurder wordt, wordt vooral bij humusarme gronden de toestand gevaarlijker. Aanwezigheid van andere plantenvoedende bestanddelen in overmaat, kan verder op de opname van kalk door het gewas een nadelige invloed hebben; hierbij denk ik dan in het bijzonder aan kali. Voor de practijk van de landbouw op zand- en dalgronden, die er toch altijd wel voor zorgt, of althans weet, dat ze er voor zou moeten zorgen om de pH in geen geval beneden 5 te laten dalen, is het hier aangesneden probleem over het algemeen niet van belang.



Anders is het gesteld, en het zij mij vergund hierop even de aandacht te vestigen, t.a.v. *magnesium*. De hoeveelheid in de bouwvoor aanwezige magnesium is veel lager dan de kalkhoeveelheid; de hoeveelheid door de gewassen opgenomen magnesium is ook wel lager, maar toch zeer be-
duidend. Een kalibemesting, hoe noodzakelijk op zichzelf, werkt ook bij magnesium nadelig op de opname daarvan door het gewas, zodat extra zorg voor een goede magnesiumvoorziening geboden is. Dit laatste verschijnsel is door verschillende onderzoekers en ook op proefvelden van Rijkslandbouwconsulenten op zandgrond waargenomen.

Wat de magnesiumtoestand van onze zand- en dalgronden betreft, kan het volgende worden opgemerkt. Uit gegevens van voor de oorlog kregen wij de indruk, dat ongeveer een vierde van de zand- en dalgronden in een te lage of lage magnesiumtoestand verkeerde (deze raming moet uiterst globaal worden beschouwd). *Rowaan* maakte aan ons instituut indertijd een schatting betreffende de Mg-verliezen van onze cultuurgrond in vergelijking met de aanvoer van Mg-meststoffen. Deze beschouwing had echter op alle cultuurgronden betrekking, dus ook op die, waar verliezen nog lang niet tot gebrek leiden. Wij maakten voor deze gelegenheid een zeer globale raming voor het bouwland op de zand- en dalgronden alleen (650.000 ha) en wel als volgt:

| | |
|---|-------------------|
| Onttrekking door gewas | 30 kg MgO per ha. |
| Zeer lage raming voor uitspoeling | 20 " " " " |
| | <hr/> |
| Totaal | 50 kg MgO per ha. |
| Totale verliezen 32500 ton MgO per jaar. | |

Op deze gronden zal de aanvoer van magnesiumzouten door regen te verwaarlozen zijn, welke voor de zeekleigronden nog belangrijk is. De hoeveelheden magnesium (MgO) welke aan de grond worden toegevoegd kunnen als volgt worden geraamd. Hierbij wordt dan aangenomen, dat hoeveelheid stalmest, welke in Nederland buiten de weidegang wordt geproduceerd (12.000.000 ton) voor de helft op het bouwland der zandgronden terecht komt en dat van de verkochte hoeveelheid slakkenmeel (200.000 ton) eveneens de helft op de akkers der zand- en dalgronden wordt gebruikt.

| | |
|--|----------------|
| helft van 12.000.000 ton stalmest à 1 % MgO | 6.000 ton MgO |
| helft van 200.000 ton slak à 2% MgO | 2.000 " " |
| geen patentkali | — |
| van andere kalizouten | 1.000 " " |
| 50.000 ton Mg-houdende kalkmeststof à 4% MgO | 2.000 " " |
| van overige meststoffen (compost e.a.) | 1.000 " " |
| | <hr/> |
| Totale aanvoer | 12.000 ton MgO |

Hiermee zou het verlies dus voor slechts twee vijfde gedeelte gedekt zijn. *Hoewel op deze cijfers wel iets af te dingen zal zijn, is het toch zeker, dat de magnesiumvoorziening van onze zand- en dalgronden beter verzorgd zal moeten worden.*

Na dit uitstapje naar het magnesiumprobleem komen we weer op de kalk terug en gaan dan over tot de bespreking van *kalk als middel ter*

verbetering van de bodem als milieu voor de wortels der gewassen. Het is bekend, dat vooral bij kalkarme kleigronden bekalking een belangrijke verbetering van de bodemstructuur tengevolge heeft. Vooral de bewerkbaarheid van de grond wordt hierdoor ten eerste beïnvloed. Visser concludeerde uit een statistisch onderzoek over het aantal paarden per boerderij in de provincie Groningen, dat er van kalkarme tot koolzure kalkrijke kleigrond wel een variatie van 30% in trekkracht aanwezig moet zijn. Het is nog moeilijk te zeggen, in welke mate de betekenis van de bekalking van kleigronden voor de opbrengstvermeerdering aan een structuurverbetering is toe te schrijven; het zal zeker belangrijk zijn.

Naarmate een grond zuurder wordt, grijpt er echter ook een belangrijke verandering in de microbiologische toestand van de grond plaats; bacteriën en actinomyceten worden op de achtergrond gedrongen en schimmels nemen in aantal toe. Tot de meest gevoelige bacteriën behoren de azotobacters, dus de bacteriën, die stikstof uit de lucht kunnen binden; deze groeien niet meer beneden een pH van 5.8—5.9 en komen in gronden met een pH beneden 5.7 zelfs niet meer voor, hetgeen vanzelfsprekend een nadeel is voor de bodemvruchtbaarheid. Maschhaupt vond bij zijn lysimeteronderzoek, waarbij een koolzure kalkhoudende zavelgrond in bakken was ingevuld, dat er gemiddeld 60 kg stikstof per jaar door deze grond uit de lucht werd gebonden. Deze hoeveelheid zal belangrijk dalen, wanneer de koolzure kalk verdwijnt en de grond zuur wordt.

Wij zullen hier echter niet stilstaan bij wat er zich precies in de grond afspeelt, maar willen liever samenvatten, wat er in Nederland nog te bereiken is met een juiste regeling van de kalktoestand van onze gronden. Castenmiller heeft zich aan ons instituut met ramingen daaromtrent bezig gehouden en zijn resultaten in het Landbouwkundig Tijdschrift (Maart/April 1948) gepubliceerd. Dit is een zeer omvangrijk werk geweest. De op het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek aanwezige gegevens van de laatste jaren gaven een inzicht, hoe het met de pH resp. ook met het koolzure kalkgehalte van onze gronden gesteld is. Daarvoor werden de analyseresultaten van 100.000 monsters van zand- en dalgronden en van 10.000 monsters van kleigronden geordend en bewerkt. Verder moest hetgeen bekend was over de samenhang tussen de kalktoestand van de grond en de opbrengst der gewassen zo bewerkt worden, dat het materiaal voor de beantwoording van deze praktische vraag bruikbaar was. Op dit laatste punt willen wij iets nader ingaan om U te doen inzien, dat de vermeerdering van onze kennis ons enerzijds rijker maakt, maar anderzijds in groter verwarring brengt.

Het is U bekend, dat Hudig en zijn medewerkers in het begin van deze eeuw het belang van een juiste kalkhuishouding voor de cultuur op zand- en dalgronden ten eerste naar voren gebracht hebben. In 1922 en volgende jaren werd het voordeel van een juiste bekalking en van een juiste keuze der meststoffen op grond van laboratoriumonderzoek bepleit. Een paar jaar later werd door Maschhaupt een methode ter bepaling van de kalktoestand op kleigronden ingevoerd. Later zijn onder leiding van Prof. de Vries de beide methoden meer met elkander vergelijkbaar gemaakt. Het onderzoek te velde ging inmiddels voort. Zowel op proefvelden van ons instituut als op die van de Landbouwvoorlichtingsdienst, Proefboerderijen, enz., werden vele gegevens over de samenhang tussen de pH van de bodem en de opbrengst der gewassen verkregen. Bij rogge

als voorbeeld, waarover door *Visser* en *Bruin* een samenvatting werd gegeven, willen wij hierop wat nader ingaan.

Leek het aanvankelijk, alsof voor de optimale groei van rogge een bepaalde kalktoestand kon worden opgegeven, uit latere gegevens kwam wel naar voren, dat dit niet zo eenvoudig was. Samenvatting van alle gegevens leerde, dat de pH, waarbij op verschillende proefvelden de hoogste opbrengst werd bereikt, van 4.8 tot ongeveer 6 kon variëren; dat is dus bijna het gehele traject, waarom het bij onze zand- en dalgronden gaat. Er werden tevens zeer grote verschillen gevonden tussen de bij overigens goede bemesting bereikte hoogste opbrengsten; deze liepen n.l. uiteen van 2000 tot 4500 kg rogge per hectare. De vruchtbaarheid der percelen, waarop de proefvelden waren gelegen, liep dus sterk uiteen. Het bleek nu, dat de maximale opbrengst reeds bij een des te lager pH werd bereikt, naarmate de vruchtbaarheidstoestand van de grond beter was. Dat wil dus zeggen, dat het met de pH wel wat kan lijden, wanneer de grond zich in ander opzicht in een goede conditie bevindt. Het spreekt van zelf, dat deze samenhang ook al weer globaal moet worden opgevat; dat is bij groeiprocessen, waarbij vele factoren van invloed zijn, steeds het geval.

Soortgelijke resultaten werden door *Visser* bij andere gewassen op zandgronden gevonden. De optimale pH van aardappelen (*Triumpf*) steeg van 4.7 tot 5.5 bij daling van de hoogste opbrengst van 38.000 kg tot 22.000 kg; bij goudgerst waren deze variaties van pH 5.0 tot 6.0 bij opbrengsten van 4000 kg tot 2500 kg. Het kwam ook voor, niet alleen bij aardappelen maar ook bij granen, dat bij kalkgiften, die hoger waren dan voor het bereiken van de maximale opbrengst nodig waren, de opbrengst weer ging dalen en wel lang voordat er van veenkoloniale haverziekte kon worden gesproken. Dit verschijnsel is aan ons instituut op verschillende proefvelden in onderzoek.

Castenmiller heeft dit uitgebreide materiaal van proefvelden op zand- en dalgrond zo bewerkt, dat er gemiddelde lijnen van samenhang tussen pH en opbrengst werden verkregen. Aardappelen, rogge, tarwe, haver, gerst en suikerbieten bleken in genoemde volgorde steeds gevoeliger voor een te lage pH van de grond te zijn. De volgende stap was nu om, rekening houdende met de als regel voorkomende verhouding der gewassen op zand- en dalgrond n.l.: 40 % rogge, 20 % aardappelen, 20 % haver, 10 % andere granen en peulvruchten en 10 % bieten en andere gewassen, tot een gemiddelde relatieve opbrengst bij een bepaalde pH van de grond te komen. Deze samenhang bleek te zijn:

| | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| bij pH | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 |
| een opbrengst van . | 15% | 75% | 93% | 99% | 98% | 96½ % |

Castenmiller wijst er op, dat dit resultaat weliswaar op een uitgebreid, maar toch nog eenzijdig feitenmateriaal is gebaseerd; er zijn n.l. veel meer gegevens beschikbaar van de noordelijke zandgronden dan van de zuidelijke en het is nog niet uitgesloten, dat voor deze laatste gronden de genoemde samenhang nog weer iets verschoven zal worden.

Uit de hierboven genoemde genormaliseerde kromme en uit de pH-verdeling, welke in de verschillende landbouwgebieden op zand- en dalgronden uit de beschikbare gegevens aan het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek kon worden geconstrueerd, was het mogelijk een schat-

ting te maken over de te verwachten verbetering in productiviteit bij een juiste regeling van de kalktoestand. Het resultaat is, dat door bekalking van alle zand- en dalgronden met pH beneden 5.2, een gemiddelde opbrengststijging van de gehele akkerbouw in deze gebieden te verkrijgen zou zijn van 3.6%. Dat betekent bij een oppervlakte van 633.000 ha bouwland een opbrengst van 22.750 ha. Bekalkt zou dan moeten worden 29% van de totale oppervlakte, welke daardoor een gemiddelde opbrengststijging van ruim 12% zou geven.

Ook voor *kleigronden* werd op dezelfde manier een berekening opgezet. Bij 50 % granen, waarvan de helft tarwe, 15 % bieten, 12 % aardappelen, 10 % peulvruchten, 7 % handelsgewassen en 6 % groenvoedergewassen kwam Castenmiller tot de volgende gemiddelde samenhang tussen pH en opbrengst:

| | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| bij pH | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 |
| een opbrengst van . | 64 % | 77 % | 87 % | 94 % | 98 % | 99 % |

Deze samenhang, gecombineerd met een verdeling van onze kleigronden naar de voorkomende kalktoestand, geeft het resultaat, dat door bekalking van alle te kalkarme akkerbouwgronden op kleigrond tot boven pH 7 een opbrengststijging zou zijn te verkrijgen van 2.4 % van het totaal. Ten opzichte van de oppervlakte van 450.000 ha zou dit een vermeerdering met bijna 11.000 ha betekenen. De opbrengststijging op de te bekalken gronden zou gemiddeld 10 % bedragen.

In streken met uitgebreide aardappelteelt, zoals b.v. in Friesland, zal men niet zo gauw tot de aangegeven bekalking overgaan in verband met de gevreesde aardappelschurft. De Rijkslandbouwconsulent te Leeuwarden heeft thans gedurende enige jaren in Barradeel enkele kalkproeven lopen, waarbij door herhaald toedienen van kleine kalkhoeveelheden wordt nagegaan, of de schurft daardoor toeneemt. Deze proeven waren noodzakelijk geworden, aangezien volgens het jaarverslag van Ir. Spithost de voortgeschreden ontkalking bij vele gronden in genoemd gebied verontwaardigend was en de teelt van sommige gewassen (vlinderbloemigen, bieten en ook granen) moeilijk, zo niet onmogelijk maakte. De pH is thans gestegen van ongeveer 4.5 à 5 tot ongeveer 6 en schurftaantasting is niet toegenomen, uitgezonderd enigermate bij bemesting met slakkenmeel. Wij wachten met belangstelling het verdere verloop van deze proeven af.

Bij toediening van bekalking moet tegelijkertijd ook op een juiste regeling der overige bemesting worden gelet. Wij wezen bij bouwland op zand- en dalgronden reeds op de betekenis van een goede magnesiumvoorziening. Steeds vinden wij, dat bij een goede magnesiumtoestand met een lagere pH kan worden volstaan.

Op laatstgenoemde grondsoorten kan bekalking het fosfaat minder opneembaar maken, zoals o.a. door *van der Paauw* werd aangetoond; er moet dus ook op een goede fosfaattoestand worden gelet. Op kleibouwland daarentegen neemt de fosfaatbehoefte af, naarmate de kalktoestand stijgt, waarop door *Visser* werd gewezen.

Ten aanzien van de kali werd op de kleigronden in Groningen een geringere kaliopname door de gewassen gevonden bij bekalking van kalkarme gronden. Hetzelfde werd op de Betuwse gronden bij aardappelen gevonden. Hier is dus de waarschuwing van kracht, dat bij bekalking ook op de kali moet worden gelet. Op de gronden van de Zuidhollandse

Eilanden werden slechts zwakke aanwijzingen dienaangaande gekregen en in de Haarlemmermeer was er vermoedelijk geen invloed (aardappelen).

Op dalgrond remt bekalking reeds spoedig de opname van kali door aardappelen, wat zich uit in een hoger zetmeelgehalte.

Er is tot nog toe met geen woord gesproken over de bekalking van grasland. Men is het er wel over eens, dat men bij de aanleg van grasland van een behoorlijke kalktoestand van de grond moet uitgaan. De pH zal voor zandgrond omstreeks 6 moeten zijn en op kleigrond nog hoger. 't Hart vond bij een onderzoek aan het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen aanwijzingen, dat voor de jongere graslanden een pH boven de 5.5 gewenst zou zijn. Verder kon bij dit onderzoek een belangrijke invloed van de pH niet worden geconstateerd; lagere pH's dan 5.2 in de zodelaag kwamen echter niet voor. Ook volgens onze ervaring wordt er in het genoemde pH-gebied geen invloed van betekenis gevonden. Het is van der Paauw herhaaldelijk gebleken, dat gras bij een pH van de bodem van ongeveer 5.7 relatief het gemakkelijkst fosfaat en kali opneemt. Mede in verband hiermee richten wij ons bij bekalkingsadviezen voor grasland op dit punt. Het is wel een ervaring, dat bij hogere kalktoestand van de grond het kalkgehalte van het gras enigermate stijgt en het gras beter door het vee wordt gevreten. Langjarige proeven in bedrijfsverband zijn nodig om over het nut van bekalking op grasland uiteindelijk een uitspraak te kunnen doen. De eerste proeven hieromtrent zijn in ons land thans aangelegd. De proeven op grasland moeten steeds langjarig zijn, aangezien de kalk langzaam in de bodem indringt en daarom ook langzaam veranderingen in bodem en grasbestand teweegbrengt. Het is ons gebleken, dat deze indringing ongeveer met 2 à 3 cm per jaar voortschrijdt, in het begin soms iets sneller, later langzamer. Op Friese proefvelden op knikgrond was de invloed van de kalk na 12 jaar tot ongeveer 20 cm vrij gelijkmatig merkbaar.

Tenslotte staan we dan stil bij de vraag, hoe er op het ogenblik voor de *noodzakelijke kalkvoorziening* van onze gronden wordt gezorgd; er blijkt dan geen reden tot optimisme te zijn, zoals uit de volgende beschouwing moge volgen.

Het is niet zo eenvoudig om hiervoor een balans op te maken. Het werd reeds eerder gedaan in de Meded. van het Landbk. Bureau van de Staatsmijnen van Oct. 1934 en ook door Visser in „Fosforzuur en Kalk” No. 1 (Jan. 1937). Een moeilijkheid is direct al om aan te geven, hoeveel de jaarlijkse uitspoeling van kalk bedraagt. In eerstgenoemde mededeling werd daarvoor 400 kg CaO op bouwland en 200 kg CaO op grasland genomen (inclusief 50 kg voor de onttrekking door het gewas). Aan de hand van enkele voorbeelden, welke wij voor dit doel uitwerkten, zal het U duidelijk zijn, hoezeer deze uitspoeling kan variëren.

Volgens van Bemmelen en Maschhaupt bedraagt het jaarlijkse kalkverlies bij jonge Dollardpolders gemiddeld 450 kg CaO per jaar. Dit zal bij slechter ontwaterde en minder goed doorluchte kleigronden zeer waarschijnlijk belangrijk minder zijn. Bij de lysimeters van Maschhaupt, gevuld met koolzure kalkrijke zavelgrond bedraagt het jaarlijks verlies 330 kg CaO per ha. Op het drainageproefveld te Uithuizermeeden met nog 1/2 % koolzure kalk werd 350 kg CaO gevonden. Een proefveld (NGr 5) op de Proefboerderij te Nieuwbeerta met nog slechts 0.25 % CaCO₃ in de bouwvoor gaf een verlies van 200 kg CaO per ha te zien. Bij zeer ver

ontkalkte grond op dezelfde Proefboerderij (pH \pm 5.7) werd slechts een verlies van 100 kg CaO gevonden. U ziet dus een variatie van 450 tot 100 kg CaO, v.n. in afhankelijkheid van de kalkrijkdom van de grond.

Na bekalking van kleigronden werden de volgende verliezen gevonden: bij een zeer grote overmaat tot \pm 2 % CaCO_3 als reserve, 1350 kg CaO; bij zeer grote bekalkingen, die in de praktijk wel worden toegepast, 750 kg CaO en bij een bekalking tot 0.6% CaCO_3 als reserve, 550 kg CaO. Uit deze cijfers zal het U duidelijk zijn, dat het nog wel een punt van belang is om uit te maken, welke de meest economische wijze van bekalken is. Over het algemeen blijkt de uitspoeling dus meer te bedragen, wanneer de grond bekalkt is, dan wanneer we met van nature koolzure kalkhoudende grond te maken hebben. In het eerste geval hangt het jaarlijkse verlies in sterke mate af van de mate, waarin bekalkt wordt.

Op een kalkproefveld op venige kleigrond te Harkstede (Pr 200) bleek de uitspoeling van kalk ook in sterke mate af te hangen van de pH, waartoe gekalkt werd. Bij pH 7 was het verlies 1600 kg CaO per jaar, bij pH 6.5 900, bij pH 5.9 650, bij pH 5.3 400, bij pH 4.9 270 en bij pH 4.6 130 kg CaO per ha en per jaar.

Op een proefveld op oude dalgrond (Pr 120) werd bij pH 5.9 een jaarlijks verlies van 275 kg CaO gevonden en bij pH 4.9 160 kg CaO. Op een esgrond (Pr 145) werd als verlies 200 kg CaO gevonden. In verband met deze gegevens schatten wij de verliezen van humusarme zandgronden op 150 kg CaO per jaar, hoewel ons cijfers daarover ontbreken.

Voor onze balans gaan wij er nu van uit, dat de kalkverliezen op kleibouwland alleen in rekening gebracht behoeven te worden, wanneer het koolzure kalkgehalte tot beneden 1% CaCO_3 is gedaald; daarboven is het dus geoorloofd op ons kapitaal in te teren. Verder lijkt het ons juist om voor het overige gedeelte der kleigronden en voor het bouwland op zand- endalgronden de uitspoeling te betrekken op een bodemtoestand, welke t.a.v. de kalktoestand optimaal genoemd kan worden. Wij nemen dan aan voor klei- en zavel 400 kg CaO, voor dal- en veengronden 250 kg CaO, voor humushoudende zandgrond (esgrond e.d.) 200 kg CaO en voor humusarme zandgronden 150 kg CaO. Wij krijgen dus voor ons bouwland het volgende:

| | | |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------|
| klei en zavel | 180.000 \times 400 = | 72.000 ton CaO |
| dal- en veengrond | 130.000 \times 250 = | 32.500 " " |
| humushoudende zandgrond | 270.000 \times 200 = | 54.000 " " |
| humusarme zandgrond | 250.000 \times 150 = | 37.500 " " |
| | | <hr/> |
| Totaal | | 196.000 ton CaO |

Hoeveel bedraagt nu de aanvoer? Thomasslakkenmeel is steeds een zeer belangrijke bron van kalk geweest. De hoeveelheid bedraagt thans 200.000 ton, waarin 40 % werkzame kalk; dit geeft dus 80.000 ton CaO. Voor bouwland alléén nemen we de helft, dus 40.000 ton. De aanvoer van kalk met onze stikstofmeststoffen laten wij buiten beschouwing, aangezien onze bepaling der verliezen zo is uitgevoerd, dat daarbij reeds rekening is gehouden met de aanwezigheid van kalk in de stikstofmeststoffen (deze hoeveelheid is belangrijk en bedraagt in totaal 85.000 ton CaO). Het Ned. Landbouw Kalk Bureau was zo vriendelijk ons een op-

gave te verstrekken van de in 1946/1947 verstrekte hoeveelheid kalk in de vorm der eigenlijke kalkmeststoffen (ook schuimaarde en compost). Deze hoeveelheid was gelukkig weer hoger dan in de beide voorgaande jaren en bedroeg 60.000 ton CaO. Hiervan zal nog wel een klein gedeelte naar het grasland gegaan zijn. Daartegenover staat, dat er in stalmest weer kalk naar het bouwland gaat. In 12.000.000 ton stalmest is ruim 40.000 ton CaO aanwezig. Daarvan gaat misschien de helft naar het bouwland, dus 20.000 ton. Er zal dus waarschijnlijk iets meer kalk in stalmest naar het bouwland gaan dan kalk uit kalkmeststoffen naar het grasland. Daartegenover staat weer, dat de kalk in stalmest, althans voor de bouwvoor, iets minder effectief zal zijn. Alles beschouwende kunnen wij tegenover de verliespost van ons bouwland van 200.000 ton een aanvoer van 110.000 ton plaatsen. *De verliezen van ons bouwland aan kalk worden dus voor iets meer dan de helft gedekt.* Aan het grasland hebben we dan nog niet eens gedacht, terwijl er evenmin sprake is van een inhalen van een reeds bestaand tekort. *Het is wel duidelijk, dat hier een ernstige waarschuwing op zijn plaats is.*

Thans komen wij dan tot de bespreking van *de betekenis van de organische bemesting voor de bodemvruchtbaarheid.* Wanneer wij bedenken, dat er jaarlijks 12.000.000 ton verrotte *stalmest* ter beschikking komt, waarbij dan nog een even grote hoeveelheid aan verse mest tijdens de weidegang gerekend kan worden en dat er in deze totale hoeveelheid rondweg 100.000 ton N, 50.000 ton P_2O_5 en 120.000 ton K_2O aanwezig zijn, dus hoeveelheden, welke wat orde van grootte betreft, gelijk zijn aan de hoeveelheden N, P en K, die als kunstmeststoffen worden gegeven (fosfaat ongeveer de helft minder), dan is het volkomen gerechtvaardigd, wanneer er aandacht wordt besteed aan de betekenis van deze stalmest als meststof. *Ferwerda* verrichtte hieromtrent aan ons instituut gedurende de laatste jaren een uitgebreid onderzoek, waarvan de resultaten binnen afzienbare tijd gepubliceerd zullen worden. Hij maakte verder een uitgebreide literatuurstudie over stalmest. Vooral Deense publicaties bleken van veel waarde. Wij ontleen aan het werk van *Ferwerda* de meeste van de hier vermelde gegevens. Deze nam zijn proeven op zand- en dalgronden met aardappelen als proefgewas.

De stalmest in Nederland bevat gemiddeld 0.40 % N, 0.22 % P_2O_5 , 0.50 % K_2O , 0.36 % CaO, 0.10 MgO, 0.19 % Cl, 13.7 % org. stof en 10.2 % ballaststoffen.

Het fosfaat in stalmest heeft zeker even veel bemestende waarde als het fosfaat in superfosfaat. Het fosfaat uit stalmest wordt minder sterk in de bodem vastgelegd. *Ferwerda* vond bij grondmonsters van bouwland op zandgrond een samenhang tussen de hoeveelheid in water oplosbaar fosfaat en de hoeveelheid stalmest, welke er gemiddeld in voorgaande jaren op de bemonsterde percelen was gebracht. Bij zeer langjarige proeven in Engeland werd 30 % van het in stalmest toegediend fosfaat door de grond gebonden en 48 % van als kunstmest gegeven fosfaat. Dit wijst dus eveneens op een iets betere oplosbaarheid van fosfaat bij gronden welke geregeld met stalmest werden bemest.

De kali uit stalmest is van evenveel waarde als kunstmestkali. Wanneer men stalmest aan aardappelen geeft, kan men de daarin gegeven hoeveelheid kali in mindering brengen van de eventueel nog te geven

kunstmestkali om te voorkomen, dat er een sterke daling in onder water gewicht optreedt.

Magnesium uit stalmest komt aan het gewas ten goede. De kalkhoeveelheden uit stalmest zijn niet zo groot, dat daarvan een invloed van betekenis op de pH van de grond kan uitgaan.

Hoe is het nu met de betekenis van de stikstof in stalmest? Bij de laatste serie proeven, welke Ferwerda daarover nam (een serie van 26 proefvelden op zandgrond in de omgeving van Haren en Eelde met aardappelen als proefgewas in het jaar van aanwending en rogge ter bestudering van de nawerking) was de proefopzet zo gekozen, dat de werking van stalmest in verschillende richting kon worden bestudeerd. Zo werd gevonden, dat de hoogste opbrengst, welke gemiddeld met kalkammonsalpeter bij optimale bijbemesting verkregen kon worden (bij hogere giften begon er weer een daling in opbrengst op te treden) gemiddeld ongeveer 5 % lager bleef dan de opbrengst, welke bereikt werd, wanneer er naast stijgende hoeveelheden kalkammonsalpeter ook 20 ton stalmest werd gegeven. Er werd dus een werking van stalmest gevonden, die niet verklaard kon worden als een gevolg van de in de stalmest aanwezige stikstof, fosfaat en kali. De wijze, waarop de groei van het gewas door stalmest werd beïnvloed was verder zo zeer verschillend van het gedrag van het alleen met kunstmest bemeste gewas, dat Ferwerda zich afvraagt, of men wel van een stikstofvoeding van stalmest mag spreken op dezelfde wijze, zoals dit t.a.v. kalkammonsalpeter het geval is. Deze twijfel kwam ook naar voren bij de bestudering der nawerking. Dit punt zal aan ons instituut nader onderzocht worden.

Hoewel er dus nog geen klaarheid is over de wijze, waarop er bij bemesting met stalmest in de stikstofbehoefte van het gewas wordt voorzien en over de verwerking van de stikstof door het aardappelgewas, is het toch wel geoorloofd om de werking van stalmest in een stikstofwaarde uit te drukken, wanneer de bijbemesting zoveel mogelijk optimaal geregeld is.

Ferwerda komt dan bij in 1942 te Vries en Borger Compagnie genomen proeven tot gemiddeld 50 % van de stikstofwaarde in kalkammonsalpeter en zou bij direct onderploegen van de mest, waarop we in het hier volgende nog terugkomen, ongetwijfeld een nog hogere waarde hebben gevonden. Engelse proeven geven als resultaat bij aardappelen 40 % en bij voederbieten 52 %. Deense proeven, die iets anders van opzet waren en waarvan het resultaat op een iets andere wijze wordt beschouwd, geven een stikstofopname door het gewas in het jaar van aanwending, welke gemiddeld 36 % van de opname bij bemesting met kalkammonsalpeter bedraagt; met de nawerking er bij komt men op 45 %.

Bovengenoemde resultaten hebben steeds betrekking op hakvruchten in het jaar van aanwending van de stalmest. Over het algemeen wordt gevonden, dat bij aardappelen en koolrapen stalmest beter tot zijn recht komt dan bij zomergranen en bieten, terwijl daarna pas wintergranen komen.

Voordat wij nu van de bespreking van stalmest als meststof afstappen, wil ik nog met nadruk wijzen op de grote betekenis van de wijze van bemesting met stalmest. Wil men de stalmest als meststof gebruiken en laat de grond een voorjaarsbewerking toe, dan moet men de mest na het uitrijden direct spreiden en zo spoedig mogelijk onderploegen. Deense

proeven hebben overtuigend aangetoond, dat stalmest na vier dagen gespreid liggen $\frac{1}{3}$ tot $\frac{1}{2}$ van de bemestingswaarde verliest. Ferwerda heeft deze invloed bij zijn proefnemingen ook gevonden. Bij zijn eerste serie proeven was hij hierop n.l. niet bedacht geweest, zodat de tijd, welke bij de verschillende tot één serie behorende proefvelden tussen uitrijden en onderploegen van de mest verliep, van 1 tot 12 dagen varieerde. Wanneer wij nu de hierboven genoemde cijfers voor de werking van stalmest t.o.v. stikstof in kalkammonsalpeter vergelijken in afhankelijkheid van de tijd, dat de stalmest op het veld bleef liggen, dan vinden we 56 % voor 1 dag, 34 % voor 4 à 5 dagen (dat is dus bijna 40 % verlies) en slechts 18 % voor 11 à 12 dagen (dit cijfer heeft echter op slechts enkele velden betrekking). De Deense proefnemer drukt zijn resultaat als volgt uit: „Hij die zijn ploeg onmiddellijk in de grond zet, wint met recht een grote extra premie”. Ferwerda zegt voor ons land, ten aanzien van het bouwland: „Hoe zwaarder de grond en hoe geringer de regenval, hoe langer de mest kan worden bewaard en hoe minder kans men op verliezen loopt door herfststaanwending toe te passen in plaats van voorjaarsaanwending. Voor de zandgronden verdient voorjaarsaanwending echter zonder twijfel de voorkeur, terwijl het hier evenmin nodig is de mest langer dan drie maanden te bewaren.” Om niet te ver van ons onderwerp over bodemvruchtbaarheid af te dwalen en niet al te zeer terecht te komen in een lezing over de gebruikswijze van stalmest, gaan wij niet in op de resultaten der proeven over de gebruikswijze van stalmest op grasland.

Wij hebben gedurende de laatste jaren ook nogal cijfers gekregen over de betekenis van *compost* als meststof. Rowaan nam aan ons instituut verschillende potproeven en vond het volgende. Het huisvuilcompost V.A.M. bevat per 50 ton gemiddeld 200 kg N, evenveel fosforzuur, 100 kg kali, 1600 kg calciumcarbonaat, 150 kg magnesia en 20 kg koper. De stikstofwerking bedraagt volgens onze proeven 10 % van die van kunstmeststikstof (Prof. Ir. *Elema* stelde de werking op 15 %), terwijl de nawerking in het tweede jaar van geen betekenis is. De fosforzuurwerking kan op 10 tot 15 % worden gesteld met een bijna even grote nawerking in het volgende jaar. Het effect van de kali is op één lijn te stellen met dat van de kunstmestkali. De belangrijke hoeveelheid kalk verhoogt de pH van de grond duidelijk en draagt op zure gronden tot opbrengstvermeerdering bij, zoals de veldproeven van *Grootenhuis* onlangs weer bewezen hebben. Ook de magnesia oefent op gronden met magnesiumgebrek een duidelijke oogstvermeerderende werking uit. Volledigheidshalve moet dan nog het belangrijke kopereffect van huisvuilcompost genoemd worden. Bij verschillende proeven zijn aanwijzingen verkregen, dat er soms behalve de aan de bepaalde bestanddelen toe te schrijven werkingen nog een extra opbrengstvermeerderend effect optreedt, waaromtrent nog geen afdoende verklaring kan worden gevonden.

Rowaan nam tevens proeven met andere composten resp. stadscompost (huis- en straatvuil gemengd met beer en faecaliën) en zuiverings-slibcompost (uitgerot slib van de rioolwaterzuiveringsinstallatie, vermengd met turfmoel). De bemestende werking hiervan is vanzelfsprekend belangrijk beter dan van het hiervoor besproken huisvuilcompost. Stadscompost, dat echter om hygiënische redenen steeds meer gaat verdwijnen, spande de kroon met een stikstofwerking van 60 à 70 % en een fosfaatwerking van 50 à 60 % t.o.v. kunstmest. Zuiverings-slibcompost had een

hoge fosfaatwaarde (ongeveer 70 %) maar een lage stikstofwaarde (ongeveer 10 %). Er traden ook nog „extra” effecten op. Dit was bij het eveneens bij deze proef betrokken huisvuilcompost V.A.M. niet het geval.

Ons laatste punt van bespreking heeft tenslotte betrekking op de betekenis van *organische stof als verbeteraar van de bodem*. Dit probleem staat de laatste tijd nogal in het middelpunt van de belangstelling. Er wordt zelfs wel een tegenstelling bij de beoordeling van de mate waarin organische bemesting aangewend moet worden, geschapen. Dit heeft m.i. weinig zin. De vraag, of er aan onze bodem in Nederland over het algemeen meer organische stof toegevoegd moet worden dan thans geschiedt, kan zeer nuchter worden gesteld. Van een strijd tegen het gebruik van kunstmest kan vanzelfsprekend geen sprake zijn. De heer *Kok*, oud-Rijkslandbouwconsulent te Veendam, heeft hierover onlangs nog een hartig woordje in de Landbouwcourant voor de Veenkoloniën geschreven.

Verschillende proeven van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst en ervaringen uit de praktijk wijzen er op, dat een vermeerdering van gebruik van organische stof bij de bemesting voordeel kan hebben. *Ir Meyers te Groningen* vond op de Proefboerderij te Nieuw-Beerta zeer gunstige resultaten met groenbemesting en concludeert in zijn verslag over 1946: „We zien hier nu al jaren dat ook op de Dollardklei een geregelde opbrengstverhoging werd bereikt door gebruik van groenbemesting (stoppelklaver). Het blijkt dat de nawerking van groenbemesting hier in het 2e en 3e jaar nog zeer goed is te merken en wel veel sterker dan velen in wetenschap en praktijk wel konden vermoeden.” *Ir Meyers* vindt in de tussenjaren gemiddeld 8 à 12 % hoger opbrengst en vermoedt, dat er op de oude zavelgronden nog wel grotere verschillen gevonden zouden worden. *Ir. Dijkema* wijst met nadruk op het grote belang van organische bemesting in de Wieringermeer en acht het voor zuivere akkerbouwbedrijven noodzakelijk om éénmaal in de twee jaar een goede groenbemesting op eenzelfde perceel te geven. De opbrengstvermeerderingen, welke op proefvelden in de Wieringermeer bij gebruik van organische bemesting worden gevonden zijn vaak zeer groot. Ook van de *Proefboerderij te Heino* (zandgrond) werden fraaie resultaten van gebruik van stalmest en bij tussenteelt met groenvoeder gewassen (na rogge stoppelknollen en na haver snijrogge) gemeld. Er wordt in het betreffende verslag op gewezen, dat alleen reeds het bedekt houden van de grond in het najaar (dus gebruik van het nagewas als voedingsgewas) een flinke opbrengststijging bij het volgend hoofdgewas ten gevolge kan hebben. Deze voorbeelden over het nut dat bemesting met organische stof kan hebben, zijn nog met andere aan te vullen. Hierbij wordt dan vaak nog gewezen op het hoge kunstmestgebruik in ons land in vergelijking met dat in Denemarken, terwijl de gemiddelde opbrengsten per ha elkaar niet zoveel ontlopen. *Frankena* gaat hierop in in zijn artikel in het Landbouwkundig Tijdschrift van Maart 1947 over „wisselbouw of blijvend grasland” en maakt er op opmerkzaam, dat *Karsten Iversen*, de directeur van het Deense Proefstation Askov als verklaring daarvan geeft; rationele vruchtomloop met kunstweide en doelmatig gebruik van stalmest en gier.

Aan de andere kant wordt er tegen gewaarschuwd om niet te generaliseren en te bedenken dat er in ons land toch ook percelen zijn, welke

zonder organische bemesting in een goede toestand kunnen blijven. *Ir van Riel* maant tot voorzichtigheid naar aanleiding van de wel zeer extreme beschouwingen van *Ir Cleveringa* en noemt enige voorwaarden waaraan bedrijven op kleigrond moeten beantwoorden om veeloos te kunnen zijn n.l. prima ontwatering, goede granulaire samenstelling, voldoende dikke kleilaag, liefst tenminste enige procenten koolzure kalk en goed doorlatende ondergrond. In dit geval leveren volgens *Ir van Riel* de gewassen voldoende wortels, welke bij hun vertering voor structuurbehoud kunnen zorgen.

Een ander gevaar, waartegen de laatste tijd ernstig gewaarschuwd wordt, is het steeds meer naar voren komen van verstuivingen. Een nummer van het *Maanblad* voor de Landbouwvoorlichtingsdienst is geheel aan dit probleem gewijd. De lezing daarvan is zeer aan te bevelen, evenals het geschrift van *Ir. R. P. H. Miedema* over „Stuivende Gronden”, uitgave van de Commissie stuivende gronden in Limburg. Vele nieuwe gewoonten van grondbewerking, verzorging van landschap, enz., welke het verstuiwen in de hand werken worden aldaar besproken. Het vraagstuk wordt veelzijdig behandeld. Ook aan de invloed van organische bemesting als bindend element wordt alle aandacht geschonken.

Bij de meeste gevallen, waar het om de betekenis van organische bemesting gaat, wordt in één adem de invloed daarvan op de bodemstructuur genoemd. Gedurende de laatste jaren is er ook aan ons instituut nogal studie gemaakt van deze bodemstructuur. Onder bodemstructuur verstaan we dan de wijze, waarop de gronddeeltjes de bodem opbouwen, zowel ten aanzien van de poriënverdeling als ten aanzien van de bestendigheid van het bouwwerk. Deze structuur kan op het oog worden beoordeeld en in cijfers uitgedrukt, maar ook op het laboratorium worden bepaald. De eerste methode is aan ons instituut door *Ferwerda* gesystematiseerd; over het algemeen wordt naar dezelfde eigenschappen gekeken als door *Cleveringa* in navolging van *Görbing* wordt gedaan. De laboratoriummethode, welke door *Peerlkamp* nader is uitgewerkt, is de zgn. natte kruimelanalyse (bepaling van de hoeveelheid in water bestendige aggregaten van verschillende diameter). Bij verschillende objecten bleek er reeds een behoorlijk verband te bestaan tussen beide methoden van onderzoek. De invloed van organische bemesting op de aggregaatvorming bij lichte gronden kon ook volgens de laboratoriummethode duidelijk worden aangetoond. De invloed van het in gras leggen treedt wel zeer sprekend aan de dag; gescheurd grasland blijft lang te onderkennen van oud bouwland.

Het moet als zeer belangrijk worden beschouwd, wanneer de bodemstructuur in een betrouwbare maat kan worden uitgedrukt. Dan wordt het bij onze proeven mogelijk verschillende factoren wél te onderscheiden; immers de invloed van organische bemesting is zeer veelzijdig en bij alle bodemgebreken en ziekten en plagen, welke er bij de gewassen optreden, is het toch zeker van belang te weten, aan welke factor in het bijzonder een genezing is te danken. Laten we als voorbeeld wat verder ingaan op de betekenis van stalmest voor de bodemvruchtbaarheid. We wezen reeds uitvoerig op de werking van stalmest als meststof en constateerden bij de proeven van *Ferwerda* een zgn. „resteffect”. Daar heb je nu de gunstige invloed van een door stalmest verbeterde bodemstructuur, zal men zeggen. Allereerst zij er nog eens aan herinnerd, dat *Ferwerda* wijst

op het verschillend gedrag van de groei van de aardappelplant, wanneer deze met stalmest of met kunstmest wordt gevoed. Verder heeft hij ook de bodemstructuur bij zijn proeven gemeten en vond, dat stalmest bij zandgrond een jaar na de aanwending geen invloed meer heeft op de structuur van de grond. Eerder was er een aanwijzing, dat de grond fijnkluiterig en minder gebonden was. Een bevestiging van deze waarneming kreeg Ferwerda nog door de verschillende proefvelden te rangschikken volgens de gemiddelde jaarlijkse stalmestgift, welke de proefpercelen in de aan de proef voorafgaande jaren plachten te krijgen. Daarbij bleek, dat de zwaarder bemeste percelen fijnkluiteriger en minder gebonden waren. Ferwerda heeft de indruk gekregen, dat de invloed van stalmest op een vergroting der kruimels van zandgronden van zeer voorbijgaande aard is, tenzij zeer grote en herhaalde giften zouden worden gegeven. 1) Bij kleigronden is het wel bekend, dat door stalmest een betere bewerkbaarheid van de grond wordt verkregen.

Uit het voorgaande blijkt wel, dat men door systematische proeven en nauwkeurige metingen zal moeten trachten meer inzicht in de verschijnselen te krijgen.

Men zal de vraag kunnen stellen, of ons reeds uit systematisch opgezette proeven resultaten bekend zijn omtrent de samenhang tussen bodemstructuur en opbrengst. In dit verband kunnen enige uitkomsten van een serie proeven van *Ferrari*, landbouwkundige aan ons instituut, worden genoemd, welke in het kleigebied van de Bedrijfsvereniging Niervaart-Zwaluwen (N.W. Brabant) in 1947 werden genomen. Het betreft een serie van 23 stikstofhoeveelhedenproefvelden met aardappelen (*Eigenheimer*) als proefgewas. Zowel op het gebied van de waterhuishouding als t.a.v. de bodemstructuur werden metingen verricht. Wij beperken ons hier tot de bodemstructuur. De maximale opbrengsten op de verschillende percelen, vertoonden een samenhang met de structuur en varieerden zo ongeveer van 27000 tot 34000 kg aan knollen; één veld met zeer slechte structuur had een maximale opbrengst van 25000 kg. Een aardige uitkomst was verder ook, dat de hoeveelheid stikstof, welke nodig was om op een perceel de hoogste opbrengst te verkrijgen, gemiddeld groter was naarmate het structuuraspect slechter was; de variatie was van 90 tot 125 kg N, terwijl één perceel met zeer slechte structuur 145 kg vroeg; we zagen zoëven, dat deze maximale opbrengsten dan toch nog in belangrijke mate afhankelijk bleven van de structuur. De proeven, waarvan de resultaten worden genoemd, waren alle op oud bouwland gelegen (15 stuks); 8 proeven lagen op voorheen gescheurd grasland met stijgend humusgehalte. Het opbrengstniveau op deze gescheurde graslanden lag gemiddeld 16% hoger dan dat van oude bouwlanden. Wij verkeren nog in het onzekere, of en in hoeverre dit laatste aan de bodemstructuur moet worden toegeschreven, of dat er veel meer op de stikstofhuishouding in verband met de industrialisatie gelet moet worden.

Het spreekt vanzelf, dat wij deze gegevens geenszins als de eerste resultaten over de samenhang tussen opbrengst en bodemstructuur beschouwen. Er bestaat veel praktijkervaring in dit opzicht en de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst beschikt over sprekende gevallen. Wel wil ik

1) Er zijn ons thans ook gevallen bekend, waarbij stalmest wél een gunstige invloed heeft op de kruimelvorming, zodat het laatste woord hierover nog niet gesproken is.

betogen, dat exacte metingen en bepalingen bij de bestudering van de wisselwerking tussen organische stofvoorziening, stikstofhuishouding en bodemstructuur zeer belangrijk geacht moeten worden.

Hoe is nu het wetenschappelijk inzicht betreffende de invloed van organische stof op de bodemstructuur. Gedurende de laatste jaren is op dit gebied door *Amerikaanse onderzoekers* belangrijk werk verricht. Ook van *Russische zijde* zijn belangrijke gegevens gekomen. Het Russische werk is echter hoofdzakelijk op de landbouwkundige verbeteringsmethoden voor de structuur gericht, hetgeen als een staatsbelang van de eerste orde wordt beschouwd. Vooral over de structuurverbetering door wisselbouw is in Rusland veel werk gedaan. De door de Russen gegeven verklaringen zijn alle echter min of meer hypothetisch en niet door direct onderzoek bewezen. In dit laatste gaat het Amerikaanse onderzoek veel verder. Het algemene beeld, waarin de resultaten van het merendeel der onderzoekingen passen is als volgt:

Bij de microbiologische ontleding van vers organisch materiaal worden gomachtige polysacchariden (suikerstoffen) gevormd, die de bodemdeeltjes verkitten. Deze worden ook weer microbiologisch afgebroken. Opbouw en afbraak resulteren in een verbetering van de structuur, gevolgd door een verslechtering. Hoe gemakkelijker aantastbaar de organische stof, hoe sneller het structuuroptimum bereikt wordt en hoe hoger dit is. Bij moeilijk aantastbaar materiaal wordt langzaam een relatief laag optimum bereikt. Er moet steeds toevoer van nieuw organisch materiaal zijn. Behalve de gomachtige stoffen, geven ook mycelium van schimmels en wortelharen van het gewas een binding. Al deze bindingen zijn tijdelijk van aard. Er worden echter ook meer stabiele verbindingen gevormd, welke van meer blijvend belang voor de structuur kunnen zijn. Over deze stabiele verbindingen is nog geen duidelijk beeld te vormen. Prof. *Hudig* heeft veel studie van stabiele humus gemaakt.

De toehoorders van de klei zullen zich afvragen, of alle kleibinding nu door die onbekende vreemde stoffen tot stand gebracht wordt. Zeker niet; wanneer men een kleipasta laat indrogen is er soms zeer veel kracht voor nodig om het staafje te breken. Deze krachten zijn van elektrische aard en zijn ook van betekenis bij de binding, die bij de kleibrokken optreedt. *Hooghoudt* verrichtte hierover aan ons instituut veel onderzoek. Humusachtige verbindingen en de zoeven genoemde stoffen kunnen deze kleibrokken doordringen, uiteen doen vallen en weer aggregaatachtig samen kitten. Zo kan men zich indenken, dat organische bemesting bij zware kleigronden door verfijning der aggregaten structuurverbeterend werkt, terwijl bij zandgronden deze verbetering juist optreedt door de kittende werking. Voor een overzicht der vele factoren, welke bij het structuurvraagstuk een rol spelen neme men kennis van de dissertatie van *van Schuylenborgh*.

Uit het bovenstaande volgt, dat de aanwezigheid van ontleedbare organische stof een belangrijke factor is voor de structuurverbetering van gronden. Een verhoging van het gehalte van de grond aan organische stof is meestal moeilijk te verkrijgen, tenzij men de grond in gras gaat leggen. Door organische bemesting grijpen er betrekkelijk geringe verhogingen plaats. *C. Meyer* vatte de gegevens over de invloed van stalmestbemesting op het humusgehalte van de grond als volgt samen: „De bemesting met stalmest verhoogt het humusgehalte soms wel, echter

niet zó, dat dit bij voortgezette bemesting met stalmest voortdurend blijft stijgen, maar zó, dat het op een iets hoger niveau komt en dan verder niet meer verandert". Bij zeer langjarige proeven in Engeland en Denemarken vond men bij vergelijking van kunstmest- en stalmestbemesting, dat gemiddeld 16% van de organische stof in stalmest bijdroeg tot verhoging van het humusgehalte. *Maschhaupt* vond bij een vergelijking tussen kunstmest en stalmestpercelen in Noord-Groningen over 12 jaar gemiddeld 25%.

De vraag waarom het nu gaat is hoeveel organische stof moet er jaarlijks worden toegevoegd. Hierbij moeten we bedenken, dat de wortels en stoppels van onze gewassen voor vele gronden reeds zeer belangrijk zijn. De vraag is, hoeveel moet er aan deze hoeveelheid organische stof nog worden toegevoegd om de bodemstructuur op voldoende wijze te verzorgen. *Peertkamp* bewerkte de resultaten der bovengenoemde Amerikaanse onderzoekers voor Nederlandse omstandigheden en kwam tot de conclusie, dat gemiddeld de wortel- en stoppelmasa van een graangewas juist voldoende zou zijn voor één jaar. *Goedewaagen* schat deze hoeveelheid voor de laag 0—20 cm op grond van eigen gegevens en van die uit de literatuur op 3.5 à 5 ton per ha. Een winst geeft deze hoeveelheid echter niet. De landbouwkundige *Kortleven* berekende langs een geheel andere weg n.l. op grond van Duitse onderzoekingen in combinatie met gegevens van Hudig, dat aan genoemde hoeveelheid nog 2 à 3 ton toegevoegd zou moeten worden. Laten we er nu eens van uitgaan, dat er jaarlijks gemiddeld een hoeveelheid droge organische stof per ha nodig is van 5 à 6 ton, dat is ruim één ton boven de hoeveelheid wortels en stoppels, die door een graanwas wordt geleverd, dan kunnen we als volgt de balans opmaken van de organische stofbehoefte in Nederland.

Hakvruchten geven maar zeer weinig wortels, ongeveer 1/10 van de hoeveelheid van granen. Een jaar hakvruchten geeft dus een tekort van 5 ton, welke op andere wijze aangevuld zou moeten worden. Bij een gemiddelde vruchtwisseling van 2/3 graan en 1/3 hakvruchten wordt dit jaarlijks tekort dus $(5 + 1 + 1) : 3 = 2.3$ ton.

Benodigde hoeveelheden:

| | |
|---|---------------------|
| 1.1 miljoen ha bouwland à 2.3 ton | 2.5 mill. ton |
| Groenteteelt 50.000 ha à 5 ton, | 250.000 ton |
| Bollenteelt 7000 ha à 50 ton stalmest (6 ton droge org. stof) | 42.000 „ |
| Diverse teelten | 50.000 „ |
| | <hr/> |
| | 342.000 ton 0.4 „ „ |
| Akkerbouw en tuinbouw tezamen dus nodig | 2.9 mill. ton |

Beschikbaar zijn de volgende hoeveelheden:

| | |
|--|---------------|
| 1. Stalmest: 12 miljoen ton, dus aan droge stof | 1.5 mill. ton |
| 2. Stoppelgewas: 3000 kg droge stof. Aangenomen wordt, dat deze voor 60% wordt vervoederd en éénmaal per drie jaar wordt verbouwd. Dus 400 kg per jaar. Hierbij nog aan wortels en stoppels 1/4 van de groene massa, dus 250 kg per jaar. Totaal | 0.7 „ „ |
| 3. Afvalstoffen grote steden 100.000 ton compost V.A.M. + 100.000 ton stadscompost en rioolslib à 10 % droge org. stof | 0.02 „ „ |
| 4. Plantaardig afval van hakvruchten en groenteteelt van ca 400.000 ha. Van bietenloof en koppen 2 miljoen ton, waarvan niet vervoederd 500.000 ton, dus aan droge org. stof 0.08 mill. ton. Voor aard. loof 400.000 ton; d.i. droge stof 80.000 ton waarvan voor bladafval en niet verbrand gedeelte 60%, dus 48.000 ton. Dus in totaal | 0.13 „ „ |

Beschikbaar tezamen 2.4 mill. ton

Volgens de hierboven opgemaakte balans, zou er, zelfs wanneer alle stalmest naar het bouwland zou gaan, voor het bouwland nog een tekort zijn van 0.5 miljoen ton droge organische stof. Het zal U duidelijk zijn, dat verschillende punten van de balans nog met grote onzekerheden behept zijn. Zo stonden ons geen goede gegevens terbeschikking over het areaal aan stoppelgewassen, evenmin over het gedeelte, dat daarvan wordt vervoederd. Hetzelfde geldt t.a.v. het gedeelte van bietenloof en koppen, dat voor veevoeder wordt gebruikt en eveneens voor het gedeelte van het aardappelloof, dat verbrand wordt.

Wij vermoeden niet, dat men er in het weidebedrijf genoeg mee zou nemen, wanneer alle stalmest naar het bouwland getransporteerd zou worden. Volgens Ir. 't Hart van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen zou dit zeer zeker niet het geval zijn. Ir. Cleveringa vraagt voor blijvend grasland minstens om het andere jaar 20 ton oude stalmest per ha, dus ongeveer 1.3 ton organische stof per jaar. Thans blijft de stalmest voor minstens de helft op het weiland; dit komt dus overeen met 0.5 ton organische stof per ha en per jaar voor het grasland.

Rekening houdende met de hoeveelheid stalmest, die naast de hoeveelheid, welke er tijdens de weidegang op terecht komt, op het grasland blijft, is het tekort voor het bouwland dus niet 0.5 miljoen ton, maar 1.2 miljoen ton. Het spreekt vanzelf, dat de verhoudingen in de verschillende landbouwgebieden zeer verschillend zijn. Wij hebben slechts een leidraad willen geven voor de gedachtengang en willen aantonen, dat wij hier met een urgent probleem te maken hebben, waarvoor nog veel onderzoek verricht zal moeten worden, allereerst wel over onze veronderstelling inzake de vereiste hoeveelheid organische stof per jaar.

Tevens is de vraag urgent, hoe de eventuele tekorten aangevuld kunnen worden. *Het vraagstuk van de verwerking der stedelijke afvalstoffen wordt daarbij urgent.* In totaal is er aan afvalstoffen uit de steden te leveren:

200.000 ton droge organische stof uit de vaste en 200.000 ton uit de vloeibare afvalstoffen; verder nog eenzelfde hoeveelheid, als alle kleinere gemeenten en alle kleinere centra alle afvalstoffen verzamelen. In totaal dus 0.8 miljoen ton, terwijl er nu slechts 0.02 ton wordt gewonnen. Hieruit blijkt duidelijk, dat onderzoek over de betekenis van stedelijke afvalstoffen voor de landbouw belangrijk is. Verder kan organische stof van afvalstoffen van landbouwindustrieën worden gewonnen en ook kroos e.d., wat we in totaal op 0.2 miljoen ton schatten.

Vanzelfsprekend kan er ook gewonnen worden, wanneer de stoppelgewassen meer als groenbemesting worden gebruikt. Dit zal in verschillende landbouwgebieden echter node worden gedaan. Hieraan is een belangrijk kostenprobleem verbonden.

Verbetering van de bewaring van stalmest zal ook belangrijke winst aan organische stof kunnen geven. *Gerretsen* schat op grond van buitenlandse proefresultaten, dat bij de gangbare wijze van bewaren in Nederland ruim 40 % van de organische stof en 38 % van de stikstof verloren gaat. De zgn. koude mestbereiding (stapelmethode) geeft verliezen van 24 % aan droge stof en 15.5 % aan stikstof. Hoe de verhoudingen thans zijn, valt moeilijk te zeggen. Wanneer genoemde cijfers nu gelden, zou de aangegeven verbetering een vermeerdering aan organische stof van 25 % geven, dus 0.4 miljoen ton. Nader onderzoek hieromtrent is aan de gang.

Uit het voorgaande volgt wel, dat er naast voortzetting van lopend onderzoek veel nieuw en langdurig voortgezet onderzoek nodig zal zijn.

Het gaat hier bovendien vaak om proeven, welke van grote omvang zijn. Immers hoeveelheden en soorten organische bemesting, onder verschillende omstandigheden aangewend, zullen onderling vergeleken moeten worden, waarnaast en te midden waarvan meer specialistisch onderzoek verricht moet worden. Gelukkig is er thans in verschillende richtingen een begin gemaakt.

De landbouwkundigen *Kortleven* en *Grootenhuis* hebben een begin gemaakt met de aanleg van langjarige proeven. Onder auspiciën van een desbetreffende commissie zullen proeven met organische bemesting in bedrijfsverband worden genomen. Al deze langjarige proeven kunnen echter vaak moeilijk bij particulieren worden ondergebracht, zodaf een beroep op alle organen van de Landbouw zeker op zijn plaats is om dergelijk onderzoek mogelijk te maken.

Uit mijn betoog zal U duidelijk geworden zijn, dat de toepassing van de resultaten, welke bij ons onderzoek naar de betekenis van de kalktoestand van onze gronden reeds verkregen werden, nog steeds alle aandacht verdient en dat onderzoek naar de betekenis van organische stof als middel ter verkrijging van een goede bodemtoestand als milieu voor de groei van onze gewassen, zeer urgent is.

Ik heb het op prijs gesteld, dat Uw bestuur mij de gelegenheid heeft gegeven hier op Uw jaarvergadering over deze problemen een inleiding te mogen houden.