

631.86

DE BETEKENIS VAN ORGANISCHE BEMESTING
VOOR GROND EN GEWAS

Ir. JAC. KORTLEVEN

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

DE BETEKENIS VAN ORGANISCHE BEMESTING VOOR GROND EN GEWAS

Ir. JAC. KORTLEVEN

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

1. INLEIDING

De landbouwwetenschap heeft in de loop der tijden aan de betekenis van organische bemesting voor grond en gewas niet steeds even grote aandacht geschonken. In perioden van verhoogde aandacht, zoals wij er thans een beleven, is er wel eens een neiging tot overschatting, zelfs tot geestdriftige aanprijzing van organische bemesting. In dit enthousiasme, dat niet steeds voldoende wetenschappelijk gefundeerd is, gaat men o.a. uit van de volgende stellingen:

1. *Organische bemesting is nuttig en nodig*; men is dan evenwel niet in staat aan te geven: (a) hoeveel organische bemesting toegediend moet worden, (b) in welke vorm, (c) hoe het resultaat tot stand komt en (d) hoe de lasten zich verhouden tot de baten.
2. *Minerale bemesting is nadelig* voor humusvoorraad, -vorming en -kwaliteit.
3. Sinds de opkomst der kunstmeststoffen worden *minder organische en meer minerale meststoffen* toegepast. Hierdoor zou het bodemgebruik, op grond van de beide eerste stellingen, op een geheel verkeerde weg zijn, tot schade van de kwaliteit van de gewassen en de gezondheid van mens en dier.

De derde stelling is ongetwijfeld juist wat de toeneming van de minerale bemesting betreft, voor Nederland echter onjuist ten aanzien van de afnemende van de organische bemesting (KORTLEVEN, 1954B). Berekend is nl. dat de organische stofvoorziening van onze cultuurgronden, over het gehele land genomen, thans zeker niet slechter is dan honderd jaar geleden. Wel kunnen plaatselijk verschuivingen worden waargenomen, zodat in sommige streken inderdaad minder organische stoffen worden gebruikt dan vroeger, in andere streken daarentegen meer.

De tweede stelling zit vol onzekerheden. Zo is aangetoond dat kalk het humusgehalte niet of niet noemenswaardig verlaagt (KORTLEVEN, 1955). Voor stikstof, het andere element dat er van beschuldigd is humusverbranding te veroorzaken, is hiervoor nooit enig bewijs gevonden. Bovendien is meermalen aangetoond (*Bulletin*, 1954) dat minerale bemesting niet slechts leidt tot een verhoogde vorming van bovenaardse delen maar evenzeer van de onderaardse delen en daardoor zelfs het humusgehalte kan verhogen. De tweede stelling is dus in zijn algemeenheid onhoudbaar.

Uit deze korte bespreking van de stellingen 3 en 2 blijkt dat op „algemeen erkende gronden” niet kan worden voortgebouwd. Evenzeer was het ten aanzien van de generaliserende eerste stelling nodig te komen tot het getalmatig vastleggen der verschijnselen.

2. HET HUMUSGEHALTE IN NEDERLAND

In 1949 werd berekend (KORTLEVEN, 1949) dat de toevoer van droge organische stof aan de grond, voor Nederland als geheel genomen, 2,4 mln. ton bedraagt, d.i. per ha

TABEL 1. Verschillende in Nederland op bouwland voorkomende humusgehalten

Zavelgronden	1½—3%
Loessgronden	idem
Klei en zware klei	2½—4½%
Dalgronden	7 à 8 tot 25% en meer (gem. 15%)
Esgronden in Drente, Overijssel en Gelderland	5 à 10%
Oude zandgronden in Brabant	tot 5%

(DE VRIES EN DECHERING, 1948, blz. 25)

cultuurgrond (bouw- en grasland) 1 ton per jaar. Hiervan komt 2/3 deel op rekening van de stalmest. Tezamen met gemiddeld 3 ton (variërende van 2 tot 5 ton) in wortels en stoppels komt dus 4 ton aan de bodem ten goede. Daar men de humusvoorraad in de grond globaal gelijk kan stellen aan 20× de gemiddelde jaarlijkse aanvoer (zie ook blz. 71) zal onze humusvoorraad, globaal en gemiddeld gesproken, 80 ton per ha bedragen. Stelt men het bouwvoorgewicht op gem. 2 mln. kg, dan kan men het humusgehalte van onze gronden gemiddeld 4% ramen. Zoals bekend zijn er gronden waar het hoger is, nl. de veen-, dal-, es- en tuinbouwgronden; er zijn echter ook gronden waar het humusgehalte lager is, zoals zandgrondontginningen en vele klei- en zavelgronden.

Met behulp van de formules van JENNY, die de humusgehalten over de gehele wereld beschrijft aan de hand van temperatuurs- en vochtvoorzieningsverhoudingen, vindt men voor Nederland ongeveer hetzelfde voor het humusgehalte van cultuurgronden.

Aan de hand van de talrijke analyses verricht door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (zie tabel 1), blijkt dat het humusgehalte inderdaad gewoonlijk in de buurt van 4% ligt; uitzonderingen hierop vormen veenkoloniale gronden, esgronden en de door DE VRIES EN DECHERING (1948) niet vermelde tuinbouwgronden welke alle een hoger gehalte hebben. Het humusgehalte van de graslanden komt, als men de humusvoorraad in de zode beschouwt van een laag die overeenkomt met de bouwvoordikte van bouwland, op vrijwel hetzelfde bedrag. Zo is volgens zeer recente gegevens van het Bedrijfslaboratorium, medegedeeld door VERMEULEN (eind 1958) het humusgehalte van 0,82 mln. ha akkerbouwgrond precies 4% en van 1,08 mln. ha grasland in de zode 9% (beide zonder veen- en dalgrond). Dit bedrag van 4% humusgehalte of 80 ton per ha humusvoorraad heeft dus een reële betekenis, evenals de theorieën op grond waarvan dit bedrag werd gevonden.

De genoemde afwijkingen van dit gemiddelde zijn aannemelijk. Voor dalgronden ligt de verklaring in de bijzondere ontstaanswijze door menging van veen en zand; in het veen overtrof, door anaërobie ten gevolge van overmaat aan vocht, de aanvoer van organische stof in planteresten de afbraak. (Het spreekt vanzelf dat, nu deze omstandigheden niet meer bestaan, het omgekeerde optreedt, zodat deze humusaccumulaties gedoemd zijn te verdwijnen; dit is evenwel een proces van eeuwen.) Bij dalgrond merkt men van een achteruitgang in humusgehalte niets zolang nog ondergrondsvveen opgeploegd kan worden (eens raakt deze voorraad echter op). Omgekeerd merkt men niets van een hoger humusgehalte door verhoogde toevoer van organische stof, daar dan minder (of geen) veen wordt opgeploegd. Men kan het opgeploegde veen rekenen tot de aanvoer van organische stof welke, met 20 vermenigvuldigd, de humusvoorraad in de uiteindelijke evenwichtstoestand oplevert.

Bij de es- en de tuinbouwgronden is het hogere humusgehalte ontstaan door de grote aanvoer van organische materiaal, waardoor de humusvoorraad (20 × de aanvoer)

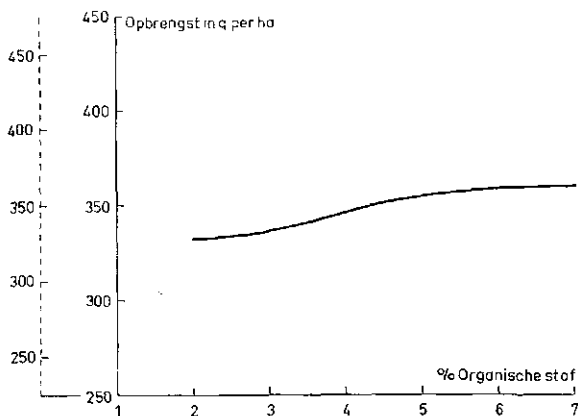


FIG. 1.
De invloed van het gehalte aan organische stof op de opbrengst

tot een hoge waarde steeg; ook in de esgronden (en bij de tuinbouwgronden na overgang tot b.v. akkerbouw) is dit hoge humusgehalte gedoemd te verdwijnen. In esgronden, waar geen ondergrondsvveen op te ploegen valt, ziet men dan ook de humusgehalten dalen, daar het toevoegen van giften organisch materiaal groot genoeg om ze op peil te houden, niet tot de praktische mogelijkheden behoort. Men kan deze achteruitgang vertragen en zelfs opheffen, zoals is aangetoond in P.O. 168 te Heino (WISSELINK, 1958). Hiervoor waren gemiddeld 35 ton stalmest per jaar en zoveel mogelijk stoppelgewassen benodigd.

Voor de in Nederland gebruikelijke bedrijfsvoering bedraagt het humusgehalte dus ca. 4%; bij extra voorziening met organische stof wordt dit hoger (of blijft op een hoger peil gehandhaafd) en bij een voorziening beneden de gebruikelijke, lager.

3. DE PRODUKTIVITEIT ALS FUNCTIE VAN HET HUMUSGEHALTE

Het humusgehalte is dus te wijzigen. Het gaat er nu maar om of het zin heeft dit te doen, en zo ja, in welke richting. Wat is het optimale humusgehalte?

In het eerder genoemde artikel (KORTLEVEN, 1949) werd, op grond van inzichten ontleend aan de toenmalige kennis van de humus, berekend dat de jaarlijkse aanvoer 7 ton droge organische stof zou moeten bedragen; dit zou het humusgehalte brengen, op $20 \times 7 = 140$ ton, of bij een bouwvoorgewicht van 2000 ton, op 7%. Twee voorbeelden zijn gegeven door KORTLEVEN (1954A). Beide zijn verkregen met behulp van de polyfactoranalyse. In het eerste gegeven (van FERRARI, 1952) bij rivierkleigronden ziet men inderdaad het optimum (wat de opbrengst van aardappelen betreft) bij 7% humus liggen (zie fig. 1).

In het tweede voorbeeld liggen de optima hoger. Dit laatste voorbeeld echter is er een uit een hele verzameling (in de jaren 1947—1952 opgenomen en bewerkt door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst). In dit materiaal ligt het optimum voor bouwland gemiddeld op 8%, variërende van 2 tot 17% onder invloed van de dikte van de humushoudende laag, structuur, diepte van leem- of veenlagen, grondwaterstand en andere factoren die echter steeds verband houden met het *vochtgehalte*. In dit materiaal blijkt regulering van de vochtvoorziening een zeer belangrijke functie van

humus te zijn, wanneer andere factoren daarin tekort schieten. Dit heeft tevens tot gevolg, dat er een *optimaal humusgehalte* bestaat en dat daarboven de produktiviteit daalt; dan is er te veel vocht.

Het optimum ligt dus in niet te extreme gevallen van vochtvoorziening in de buurt van 7%. Dit is vrij ver boven het gemiddeld gevonden gehalte, zelfs ongeveer tweemaal zo hoog.

Bij FERRARI bedroeg de hogere produktie 2,5 ton aardappelen bij een 3% hoger humusgehalte. VISSER geeft in de weinige gevallen, waarin de werkelijke opbrengsten vermeld worden, meeropbrengsten van 480 kg rogge, 1000 kg haver en 12 ton bieten bij humusgehalten die resp. 4, 6 en 4% hoger liggen. Deze 4 waarden (van FERRARI en VISSER) bedragen gemiddeld per procent humus¹ resp. 800 kg aardappelen, 120 kg rogge, 160 kg haver en 3 ton bieten, of uitgedrukt in procenten van de opbrengst bij het optimale humusgehalte 2, 5, 6 en 5%. Het gemiddelde van deze bedragen is 4,5%.

Wij zijn ons er zeer wel van bewust dat het onderzoek erop gericht zal moeten zijn om meer materiaal aan te dragen voor het nauwkeuriger en met grotere zekerheid vaststellen van dit gemiddelde. Niettemin is het het beste getal, waarover wij thans beschikken, zodat wij ons gerechtigd achten het te hanteren. Hierbij wordt in het midden gelaten, langs welke weg de opbrengstverhoging tot stand komt, b.v. of dit geschiedt door de functie van de humus als vochtreguleerder, als ionenbuffer, als geleidelijk voedingsstoffen afstaand milieu, dan wel als een combinatie van deze en andere functies.

Het komt er nu op aan om te zien of het doelmatig en rendabel is ernaar te streven het humusgehalte te verhogen door intensievere voorziening met organische stof.

4. VERHOOGING VAN HET HUMUSGEHALTE

Het verband tussen aanvoer van organische stof en humusgehalte wordt weergegeven door de formule

$$\log \frac{K_1 x - K_2 Y}{K_1 x - K_2 y} = 0,4343 K_2 t$$

of, wat hetzelfde is:

$$y = \frac{Y}{e^{K_2 t}} + K_1 x \frac{e^{K_2 t} - 1}{K_2 e^{K_2 t}}$$

In deze formules betekenen:

x de per jaar aangevoerde hoeveelheid droge organische stof;

y het humusgehalte na tijd t;

Y het aanvangshumusgehalte;

t de tijd in jaren;

K₁ de humificatiecoëfficiënt;

K₂ de afbraakcoëfficiënt en

e het grondtal der natuurlijke logaritmen.

De aangevoerde hoeveelheid organische stof moet elk jaar ongeveer gelijk zijn, althans in zoverre, dat men kan spreken van een gemiddelde hoeveelheid per jaar. Zijn er grote verschillen, dan moet de formule worden toegepast voor elke periode met ongelijke aanvoer afzonderlijk.

¹ Dit middelen is natuurlijk niet juist, daar het verband tussen meeropbrengst en groter humusgehalte wordt weergegeven door een kromme lijn. In feite is de opbrengstverhoging per procent humus kleiner naarmate het humusgehalte hoger is, om ten slotte bij het optimum 0 te worden.

De grootheden x , y en Y moeten alle zijn uitgedrukt in dezelfde maat; dit mag zijn gewichtsprocenten van de grond of absolute gewichtshoeveelheden per ha.

De humificatiecoëfficiënt geeft aan welk gedeelte van de aangevoerde hoeveelheid organische stof binnen een jaar gehumificeerd wordt. De afbraakcoëfficiënt geeft aan de snelheid van afbraak van de humus in de grond.

De tweede formule geeft het beste inzicht in de gang van zaken: de eerste term hiervan geeft aan hoe de bij het begin aanwezige humus wordt afgebroken, de tweede hoe de aanvoer wordt gehumificeerd en daarna afgebroken.

Het is hier niet de plaats te vermelden hoe deze formule tot stand gekomen is. Dit zal in een toekomstige publikatie moeten geschieden. Haar globale juistheid is evenwel getoetst aan een grote hoeveelheid materiaal, ook van derden. Een voorbeeld daarvan is destijds gegeven door KORTLEVEN (1954C). Ook WISSELINK geeft een fraaie illustratie (WISSELINK, 1958, fig. 10).

Voor Nederlandse omstandigheden is gevonden $K_1 = 0,4$ en $K_2 = 0,02$.

Een speciaal geval treedt op als t zeer groot wordt (in de limiet oneindig groot). Dan gaat de formule over in:

$$y = \frac{K_1}{K_2} x = \frac{0,4}{0,02} x = 20 x.$$

Dit wil zeggen dat, als men maar lang genoeg de organische-stofvoorziening op een zeker peil houdt, men ten slotte een voorraad humus in de grond verkrijgt, die gelijk is aan $20 \times$ de jaarlijkse (of gemiddeld jaarlijkse) aanvoer van droge organische stof, ongeacht de uitgangstoestand. Deze evenwichtstoestand wordt asymptotisch benaderd, d.w.z. dat de stijging steeds langzamer gaat verlopen. Dit is dan ook steeds het geval. (N.B. De lijn van FERRARI is verkeerd in het traject van de lagere humusgehalten.)

Een ander speciaal geval is dat de aanvoer $x = 0$. Dit kan alleen maar optreden bij onbebouwde grond. In dit geval gaat de formule over in

$$\log \frac{Y}{y} = 0,4343 K_2 t$$

of, wat hetzelfde is, $y = \frac{Y}{e^{K_2 t}}$

Is in dit geval bovendien t zeer groot dan nadert y tot 0. Ook dit gebeurt asymptotisch.

Als men uitrekent hoe het humusgehalte van een grond met 4% humus en een bouwvoorgewicht van 2 mln. kg zich wijzigt na gedurende 10 jaar bemest te zijn geweest met 20 ton stalmest per jaar, dan vindt men met behulp van de formule 4,35% (onder aanname dat er steeds een gemiddelde jaarlijkse aanvoer is van 3 ton droge organische stof in wortels en stoppels). Het is duidelijk dat een dergelijk klein verschil moeilijk analytisch is aan te tonen. Dit heeft geleid tot de veel verbreide mening dat stalmest geen humus vormt, maar restloos wordt omgezet. Intussen vertegenwoordigt de stijging (met 0,35%) 7000 kg humus of 25% van de in de 200 ton stalmest aanwezige organische stof. Deze 25% vormen een getal, dat bij nauwkeuriger onderzoek steeds gevonden wordt, ook door WISSELINK (1958). Het is overigens duidelijk dat dit getal slechts gevonden kan worden als men zich vrij ver beneden het optimale humusgehalte bevindt; bij het optimum moet het tot 0 naderen, daar er dan niets overblijft omdat in de evenwichtstoestand aanvoer en afbraak elkaar in evenwicht houden.

Gaat men zeer lang door met bovengenoemde voorziening met 20 ton stalmest per jaar, dan wordt het humusgehalte uiteindelijk 6%. De tijd welke hiervoor nodig is is weliswaar wiskundig oneindig groot. Een gehalte van 5,9% (even beneden het evenwicht) wordt volgens de formule bereikt in 150 jaar. Dit demonstreert de lange periode, welke met deze processen gemoeid is. Omgekeerd zijn evenlange perioden nodig om na daling van de voorziening met organische stof op een nieuw en lager evenwicht te komen.

Wil men het humusgehalte in 50 jaar opvoeren van 4 tot 8% (4 is het gemiddelde gehalte in Nederland en 8 het optimale) dan is daarvoor behalve de toevoer in wortels en stoppels, wederom volgens de formule, een gemiddelde jaarlijkse aanvoer van 7000 kg droge organische stof of 50 ton stalmest nodig. Wil men hetzelfde bereiken, maar in oneindig lange tijd, dan is hiervoor extra nodig 5000 kg droge organische stof of 35 ton stalmest. Om het gehalte op deze wijze tot 7,9% te doen stijgen, heeft men 135 jaar nodig.

Uit de gegeven voorbeelden blijkt dat hoe hoger de giften zijn, hoe sneller het evenwicht benaderd wordt. Voor alle gevallen is met de formule te berekenen hoe de toestand zich met de beschikbare middelen zal ontwikkelen.

5. MIDDELEN TER VERHOOGING VAN HET HUMUSGEHALTE

In het bovenstaande werd steeds stalmest genomen als voorbeeld van een bron van organische stof. Het is evenwel niet nodig, en zelfs niet wenselijk, uitsluitend stalmest naast wortels en stoppels te gebruiken. Daar uitsluitend en jarenlang gebruik van een zelfde organische meststof tot schadelijke accumulaties kan leiden, is een zo groot mogelijke spreiding in de keuze der organische meststoffen in de loop der jaren gewenst. Dit brengt een meer universele aanvoer van voedings- en sporenelementen en andere groeifactoren mee.

Uitsluitend gebruik van stalmest zou trouwens ook al onmogelijk zijn door haar beperkte beschikbaarheid. Er zal dus gebruik moeten worden gemaakt van alle beschikbare middelen, zoals stalmest, compost (van bedrijfsafval zowel als van stadsvuil), stro, groenbemesting, kunstweide, vruchtwisseling met veel gewassen die veel wortel- en andere planteresten produceren enz.

Van bijzonder belang zijn de middelen welke binnen het bedrijf kunnen worden uitgevoerd, al zijn die waarmede ingrijpende wijzigingen in de bedrijfsvoering gepaard gaan, zoals omschakeling van zuiver akkerbouw op gemengd bedrijf, vaak minder aantrekkelijk.

Een speciale plaats nemen de middelen in, die buiten het bedrijf kunnen worden aangekocht, zoals b.v. stadsvuilcompost, daar deze het minst storend werken op de bedrijfsvoering. Zij zijn evenwel relatief duur, daar ze niet tegen kostprijs gewaardeerd kunnen worden, doch tegen inkoopsprijs, waarin de winst der leveranciers en in de regel zware transportkosten zijn berekend.

Alle middelen hebben nog dit bezwaar gemeen dat het voordeel van een verhoogd humusgehalte eerst na tientallen jaren voelbaar wordt. In de aanloopperiode moeten de kosten goedge maakt worden door directe plantenvoedende werking („korte termijn effecten”). Is dit niet het geval dan zal — indien men prijs stelt op een verhoging van de produktiviteit van onze cultuurgronden — een subsidie van overheidswege hun gebruik mogelijk moeten maken. Immers, het is niet te verwachten dat vele ondernemers

zich gedurende een groot aantal jaren uitgaven zullen willen of kunnen getroosten waarvan het nuttig effect eerst na b.v. een halve eeuw zal blijken.

Voortgezet onderzoek zal ertoe moeten bijdragen de middelen te vinden (1) die het meest effectief zijn voor de verhoging van het humusgehalte en (2) die direct, ook in de aanloopperiode, het meest rendabel zijn.

Wat het eerste betreft wordt opgemerkt dat de formule en de daarin voorkomende grootheden toegepast zijn, alsof het reeds vaststond dat zij voor alle middelen tot voorziening van de grond met organische stof (en voor alle gronden) gelijkelijk zouden gelden (evenals trouwens stilzwijgend aangenomen is dat alle gewassen in gelijke mate op een verandering van het humusgehalte zouden reageren). Hier komt met andere woorden de vraag naar voren of een ton organische stof, onafhankelijk van de vorm waarin ze beschikbaar is, op gelijke wijze zal bijdragen tot humusverrijking van de bodem. Hoewel het beschikbare materiaal er wel duidelijk op wijst dat dit, wat de orde van grootte betreft, voor de gebruikelijke organische meststoffen en werkwijzen waarbij organische stof wordt toegevoegd, wel het geval is, is het aannemelijk dat verdere verfijningen en differentiëringen mogelijk zijn.

Over het tweede vraagstuk is reeds veel onderzoek verricht. Van verschillende organische meststoffen zijn gehalten en werkingscoëfficiënten van voedingselementen bekend. De geleidelijke werking van organische meststoffen is voor de stikstofwerking van stalmest door KORTLEVEN aan een uitvoerig onderzoek onderworpen. Vier publicaties hierover zijn reeds verschenen (KORTLEVEN 1957, 1959, 1959 en 1959) en er zullen nog spoedig enkele volgen. Het geleidelijk ter beschikking komen van N werd hier aangetoond en vervolgd in zijn effect op de aardappel. Deze stikstof blijkt, ondanks lage absolute opname, zeer effectief. Hiermede hangen samen verschijnselen op fysiologisch terrein zoals afsterving, vochtgehalte, verhouding tussen korrel en stro en tussen loof en knol, enz.

Daar al deze werkingen (samengevat onder de aanduiding *werkingen op korte termijn*) het gebruik van organische bemesting in de aanloopperiode mogelijk moet maken, voordat het zuivere effect van een verhoogd humusgehalte als zodanig (*de werkingen op lange termijn*) zich ten volle kan uiten, is ook kennis hiervan van groot belang.

Dit soort onderzoekingen zou moeten worden uitgevoerd voor alle genoemde middelen tot verhoging van het humusgehalte, voor andere elementen dan stikstof en voor andere gewassen dan de aardappel. De door KORTLEVEN uitgewerkte methode is ook hiervoor bruikbaar.

6. DE RENTABILITEIT

Om enig inzicht in de rentabiliteit te krijgen wordt hier een ruwe berekening opgesteld aan de hand van het onder 4 gegeven voorbeeld, waarin in 50 jaar het humusgehalte door stalmestgiften van gemiddeld 50 ton per jaar, werd verhoogd van 4 tot 8%.

Gemiddeld is de opbrengstverhoging over deze 50 jaar 12% (lopende van 0% bij het begin tot 18% na 50 jaar) per jaar. Zij de bruto-opbrengst der gewassen f 1500 per ha per jaar, dan bedraagt de waardevermeerdering f 180 per jaar of f 3,60 per ton stalmest (d.i. $2\frac{1}{2}$ cent per kg droge organische stof). Vermeerderd met de waarde der plantenvoedende bestanddelen in stalmest ad f 5 per ton, komt het totaal op f 8,60. (WISSELINK (1958) kwam in een twintigjarige proef hiervoor op f 10.)

Als de 50 jaar om zijn, en het optimum bereikt; (waarbij men evenwel met dezelfde

giften moet doorgaan om het optimum te handhaven) is de opbrengstverhoging 18% of f 270 d.i. f 5,40 per ton. Daar inmiddels de grootte der korte-duur-effecten wel zal zijn verminderd zal men ook dan iets beneden de f 10 blijven.

Een ander dichter bij de praktijk staand voorbeeld is het eveneens onder 4 vermelde geval waar, naast 3 ton wortels en stoppels, gemiddeld per jaar en wederom uitgaande van 4% humus, 20 ton stalmest wordt toegediend (of de daarin aanwezige 3 ton organische stof in de vorm van een andere organische meststof, of andere wijze van voorziening met organische stof). In 150 jaar is een humusgehalte bereikt van bijna 6% of een opbrengstverhoging van 9%. Gemiddeld over deze 150 jaar bedraagt de verhoging van de opbrengst 6%. Als wij evenals in het vorige voorbeeld, de bruto-opbrengst der gewassen op f 1500 stellen, vertegenwoordigen die 6% een waarde van f 90 per jaar of f 4,50 per ton indien stalmest wordt gebruikt (= 3 cent per kg organische stof). Tezamen met f 5 voor minerale bestanddelen in de stalmest komen wij thans op een waarde van f 9,50 per ton stalmest.

In beide voorbeelden zit in de berekende waarden nog een ruime veiligheidsmarge doordat de vruchtbaarheid, dus de waarde van de grond, is gestegen; dit kan zich b.v. daarin uiten, dat als men na de 50 resp. 150 jaren plotseling ophoudt met de toevoeging van de extra organische stof, toch nog vele jaren een verhoogde opbrengst verkregen zal worden.

Deze beide voorbeelden zijn uiteraard slechts bedoeld om aan te geven hoe de rentabiliteit der verschillende middelen beoordeeld moet worden en niet als advies tot bemesting met stalmest.

Wij hopen hiermede duidelijk te hebben gemaakt dat langs deze weg zowel het onderzoek inzake de organische stof als de adviesbasis voor de praktijk een stevig fundament gekregen heeft.

7. OVERZICHT EN PERSPECTIEVEN

Het onderzoek inzake humus en organische bemesting is uit de vaagheid van ongefundeerde gemeenplaatsen en „algemeen erkende opvattingen” gebracht in de sfeer van getalmatige bestudering. Die gemeenplaatsen blijken dan veelal geen stand te kunnen houden.

De vorming van humus uit organische stof blijkt onderhevig te zijn aan een wet die uitgedrukt kan worden in een logaritmische formule. Tot op heden was het niet mogelijk na te gaan of hierin modificaties noodzakelijk zijn voor verschillen in grondsoort, toegediende organische stof, ontstane humus, klimaat enz. Dit opent evenwel een geheel veld van onderzoek.

Ditzelfde is het geval met de functies van de bodemhumus en met de wijze en de mate van reactie van de verschillende gewassen hierop. Tot nu toe beschikken wij hieromtrent nog slechts over ruwe gegevens, wat evenwel reeds een grote vooruitgang betekent in vergelijking met de kennis op dit punt, welke 15 jaar geleden aanwezig was.

Naast deze „echte” humusfuncties, samengevat onder de naam *werkingen op lange termijn*, zijn ook de *werkingen op korte termijn* van belang. Deze zijn in studie, doch hierin bestaan nog leemten. Zo is reeds belangrijk werk gedaan inzake het tempo van de stikstoflevering uit stalmest bij aardappelen (de *geleidelijke* werking). Dit onderzoek zou moeten worden uitgebreid over een veel breder terrein, dat meer bodemtypen, gewassen, organische meststoffen en voedingselementen omvat. Het gehele onderzoek inzake

compost, groenbemesting, stro e.d. bevindt zich nog in het stadium der korte effecten. Tot de werkingen op korte termijn behoort ook de structuurbeïnvloeding en vochtvoorziening na organische bemesting. Verder onderzoek hiernaar is gewenst.

Er zijn ook leemten in het onderzoek; zo komen groenbemesting, vruchtwisseling en wisselbouw onvoldoende tot hun recht.

Met enige uitbreiding van het onderzoek zou het mogelijk zijn binnen redelijke tijd een steviger gefundeerd antwoord te geven op vragen inzake de meest doelmatige en meest rendabele vormen van organische bemesting. Deze vragen zijn van het hoogste belang, daar met hun beantwoording tevens vraagstukken als vuilverwerking (naar het land of naar de oven!) en bedrijfsvoering opgelost worden. Het laatste impliceert het streven voor bepaalde gebieden naar gemengde bedrijven en voor andere gebieden naar gescheiden akkerbouw- en graslandbedrijven, groenbemesting, wisselbouw en andere ingrepen die de structuur van de landbouw raken.

En daar, om slechts één voorbeeld te noemen de stalmestproduktie samenhangt met de sterkte van de veestapel, zal het organische-stofvraagstuk via de melkprijspolitiek, voedergranenpolitiek e.d. meespreken in het algemeen landbouwbeleid, indien en zodra met meer cijfermateriaal de noodzakelijkheid van organische bemesting voor de instandhouding van ons nationaal bezit dat in de vruchtbaarheid van onze cultuurgronden verankerd ligt, is aangetoond.

Wij menen hiermede een basis gegeven te hebben voor een verdere ontwikkeling van het humusvraagstuk.

LITERATUUR

BULLETIN du Centre International des Engrais Chimiques (1954) 2.

FERRARI, TH. J., Een onderzoek over de stroomruggonden van de Bommelerwaard met als proefgewas de aardappel. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 58.1 (1952).

KORTLEVEN, JAC., Richtlijnen van het compostonderzoek. *T.N.O.-Nieuws* 33.4 (1949).

———, Soil organic matter and plant growth. *Trans. Vth. Int. Congr. Soil Sci. Leopoldstad III* (1954A) 160-165.

———, De voorziening van de grond met organische stof voorheen en thans. *Landbouwk. Tijdschr.* 66.2 (1954B).

———, Verbetering van droge gronden zonder wateraanvoer door middel van humusvoorziening. *Landbouwk. Tijdschr.* 66.9 (1954C).

———, De invloed van bekalking op het humusgehalte. *Landbouwk. Tijdschr.* 67.1 (1955).

———, De stikstofvoeding van de aardappel door middel van stalmest en van kunstmest I, II, III, IV. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 63.19 (1957), 65.1 (1959), 65.17 (1959), 65.19 (1959).

VRIES, O. DE en F. J. A. DECHERING, Grondonderzoek (1948).

WISSELINK, G. J., Verslag van een vijftienjarige proef met stalmest en stoppelgewassen op een oude esgrond te Heino. *Inst. voor Bodemvruchtbaarheid Rapp. V* (1958).