C 7728

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

HAREN-Groningen

RAPPORT 11

1970

PROEVEN MET STADSVUILCOMPOST II

door

Jac. Kortleven

INHOUD

VOORWOORD

In Kortleven 1956 werd aangekondigd dat wijzigingen in bodemkundige grootheden onder invloed van compostgebruik het onderwerp zouden vormen van een volgende publikatie. Zoals in de inleiding van deze publikatie werd opgemerkt, werden daarin de korte-duureffecten die zich uiten in de opbrengst, behandeld. Om de lange-duureffecten - die hoofdzakelijk van bodemkundige aard zijn maar zich via de bodem ook weer in het gewas kunnen uiten - in handen te krijgen, was uiteraard een langere periode nodig. Dit is de reden, waarom het vervolg heeft moeten wachten tot 1970, toen de in de publikatie uit 1956 behandelde proeven alle ruim 20 jaar gelopen hadden.

Deze tijdsduur bleek nog weer te kort te zijn, daar ten aanzien van de humushuishouding juist na lange tijd interessante ontwikkelingen zich begonnen af te tekenen. In dit rapport wordt hoofdzakelijk aandacht geschonken aan de invloed op de grond. Daarnaast wordt de reactie in de opbrengsten en de opname van voedingselementen door het gewas eveneens behandeld.

De te behandelen onderzoekingen vormen grotendeels een voortzetting van reeds in Kortleven (1965) beschreven proeven. Sommige van de beschreven proeven worden nog voortgezet, andere zijn inmiddels gestaakt. In die welke nog worden voortgezet, komen zulke interessante aspecten naar voren, dat aanhouding gedurende nog een lange reeks van jaren gewenst is.

De in Kortleven (1965) behandelde proeven worden vermeld onder de titel en het paragraafnummer, waaronder zij daarin voorkomen *. Daarnaast zijn de proeven van latere datum opgenomen.

Het geheel valt uiteen in twee delen. Het eerste behandelt de waardebepaling van enkel compost, het tweede enkele pogingen tot verbetering van de werking van compost door bijmenging met andere produkten.

Bij het afsluiten van het rapport waren reeds opgeheven de proeven behandeld in de paragrafen 1, 2(bebouwd), 4, 5, 9 en 10; zodat nog worden voortgezet de nummers 2(onbebouwd), 3, 6, 7, 8 en 11 en de in het naschrift van 10 vermelde VP 975. De laatste groep bestaat uit 4 proeven in vakken, 2 veldproeven en 1 potproef.

De potproef is van aflopende aard. Veldproeven vormen tegenwoordig een kwetsbaar bezit als zij niet op eigen proefboerderijen gelegen zijn en dat is hier niet het geval. De vakproeven zijn, behalve de ene recente, nu door hun meer dan twintigjarig bestaan in een interessant stadium gekomen. Zij verdienen daarom een nog langdurige voortzetting. Om dezelfde reden verdient het aanbeveling de beide veldproeven aan te houden zo lang dit mogelijk is. Daar extreme situaties vaak verhelderend werken, verdienen speciale aandacht de objecten met uit enkel compost opgebouwde grond in 3 en 11 evenals de vier van 2 aangehouden vakken met regelmatige en hoge compostbemesting, maar zonder bebouwing.

---

* De titel is in enkele gevallen niet meer in overeenstemming met de proeven zoals zij later gewijzigd zijn. Dit geldt voor de paragrafen 2 en 5.

Ook deze objecten zijn door hun lange duur interessant geworden.

In het algemeen vergen studies als de hier beschreven veel geduld. Worden zij voortijdig afgebroken, wat helaas maar al te veel gebeurt, dan heeft men òf geen òf een onbetrouwbaar antwoord verkregen en is de kans groot, dat men vroeg of laat weer opnieuw moet beginnen. Het hebben van een proevenapparaat met een reeds vrij lange levensduur is een kostbaar bezit, dat men niet lichtvaardig moet afbreken.

en dezelfde bemesting kreeg (vóór 1952 dezelfde als object 1).

Enkele karakteristieke waarden van de tuingrond waren:

pH-H_2O	5,8	Afslibbaar 7
P-getal	3	Fijn zand 47
P-citr	58	Grof zand 39,5
K-getal	42	Gloeiverlies 6,5

Het vullen der bakken vond plaats in juli 1948 en werd op 28 juli voltooid door het aanbrengen van de bovenlaag.

Reeds op 5 augustus viel te constateren, dat op alle bakken onkruidopslag verscheen, behalve op de verse produkten 3 en 5. Deze hadden dus toen reeds, door de bovenlaag heen, een nadelige invloed.

Op 11 augustus werd, zonder bemesting en zonder grondbewerking, spinazie gezaaid, welke 18 augustus opkwam. Op 23 augustus stond de spinazie het volst en het hoogst op object 5, maar vanaf 1 september ging zij op de beide verse produkten vergelen. De gebroeide produkten 2 en 4 behielden daarna een grote voorsprong boven alle vier de andere objecten. De spinazie werd eind november afgesneden, maar bleef op de grond liggen. In de loop van de winter bleef, na regen, op de objecten 3 en 5 water staan. De verse produkten vormden kennelijk een ondoorlatende massa.

In 1949 t/m 1951 ontving alleen object 1 bemesting. Daar in 1951 alle vijf objecten ver achterbleven bij object 1, werd te beginnen met 1952 uniforme bemesting voor alle objecten ingevoerd. Voorts werd in 1949 slechts de bovenlaag doorgespit en bleven de organische materialen nog onaangeroerd. In voorjaar 1950 werd 20 cm diep gespit en geraakten de grond - althans de bovenste laag daarvan - en de organische materialen gemengd.

Al spoedig klonk de grond sterk in. Moest in de bakken van de objecten 2 tot 6 bij het vullen sterk worden aangestampt om de grond niet boven de rand te laten uitsteken, al spoedig bleef de grond onder de rand. Van de bovenzijde van de grond tot aan de randen der bakken werden de in tabel 2 vermelde afstanden gemeten in cm.

Tabel 2

	1	2	3	4	5	6
augustus 1952	2,7	2,2	4,5	2,0	5,0	6,3
september 1959	7,1	6,2	8,8	6,1	8,9	10,7
Grondoppervlak hoger of lager dan 1						
augustus 1952	-	+0,5	-1,8	+0,7	-2,3	-3,6
september 1959	-	+0,9	-1,7	+1,0	-1,8	-3,6

De verse produkten en in het bijzonder stalmest zijn het sterkst ingeklonken.

Van 1952 tot 1959 zijn de onderlinge verschillen vrijwel gelijk gebleven maar is het geheel in alle zes objecten in vrijwel gelijke mate bezakt, en wel met 4,2 cm in 7 jaar.

Dit is gemiddeld 0,6 cm per jaar. Object 1 was van 1948 tot 1952 met ditzelfde bedrag per jaar bezakt. Van 1952 tot 1959 is blijkbaar alleen de ondergrond bezakt. Aannemende, dat het bezakken van de ondergrond vanaf 1952 in hetzelfde tempo heeft plaats gehad (waarvoor ook de bezakking in object 1 van 1952 tot 1959 pleit), wordt de totale bezakking van de ondergrond van 1948 tot 1959, dus in 11 jaar, 6,5 cm. De ondergrond kwam dus in 1959 tot 30 + 6,5 = 36,5 cm van de bovenrand. Brengen wij hierop in mindering de afstanden van het grondoppervlak tot de rand, dan krijgen wij de dikte van de bovengrond in 1959:

	1	2	3	4	5	6
Dikte bovengrond	29,4	30,3	27,7	30,4	27,6	25,8

De dikte van de bovengrond is ongelijk geworden:

Gebroeide produkten, 2 en 4	30,3-30,4
Geen organische bemesting, 1	29,4
Ongebroeide produkten, 3 en 5	27,6-27,7
Stalmest, 6	25,8

Voorzover het de grond alleen betreft (waarvan bij het vullen 80 kg in object 1 en 2 x 27,5 = 55 kg in de overige objecten werd aangebracht) zou deze in de objecten 2 tot 6 in 1959 een dikte hebben van 55/80 x 29,4 = 20,2 cm of 10,1 cm voor onder- en voor bovenlaag.

Brengen wij deze 10,1 cm voor de onderlaag in mindering op de totale dikte van de bovengrond, dan blijft over voor de bovenlaag + organische produkten:

	Bovenlaag + org.prod.	Aanvulling tot 20 cm
Gebroeid	20,3	-
Ongebroeid	17,6	2,4
Stalmest	15,7	4,3

Bij een bewerkingsdiepte van 20 cm wordt dus bij de gebroeide produkten niets van de ondergrond in de bouwvoor opgenomen. Bij de verse produkten daarentegen wel, nl. 2,4 van de 10,1 cm of 24/101 x 27,5 = 6,5 kg. En bij de stalmest nog meer, en wel 43/101 x 27,5 = 11,7 kg. De hoeveelheid grond, waarmee de ongebroeide composten in 1959 vermengd waren, bedraagt dus 27,5 + 6,5 = 34 kg. Voor de stalmest is dit 27,5 + 11,7 = 39,2 kg.

Bij het vullen van de bakken in 1948 werd in object 1 ingebracht 80 kg tuingrond. Het vochtgehalte van deze grond, die goed aan de lucht gedroogd was, wordt geschat op 5%. Er was dus per bak omstreeks 76 kg droge grond of 3040 ton per ha. Na extrapolatie van de later te bespreken vereffende humusgehalten tot 1948 wordt verkregen 7,45%. (N.B., bij bepaling in 1948 werd werkelijk gevonden 6,5 maar dit moet fout zijn, daar deze waarde bij dalende humusgehalten, niet eerder optreedt dan na 16 jaar.) De voorraad humus in de tuingrond in object 1 was dus 30,4 x 7,45 = 226,5 ton en de hoeveelheid minerale delen 3040-226,5 = 2813,5 ton.

In de objecten 2 en 4, 3 en 5 resp. 6, waar 27,5 - 34,0 - 39,2 kg van de tuingrond in de bouwvoor werd opgenomen kunnen naar evenredigheid de hierin aanwezige hoeveelheden humus en minerale delen worden berekend. Wij krijgen dan de opstelling van in tabel 3.

Tabel 3

	2	3	4	5	6
Grond (tonnen per ha)					
Mineraal	967	1196	967	1196	1379
Humus	78	96	78	96	111
Meststoffen(tonnen per ha)					
Ballast	155	114	330	727	116
Organische stof	75	320	42	108	172
Kool	129	110	268	74	12
Totaal (tonnen per ha)					
Mineraal + ballast	1122	1310	1297	1923	1495
Organische stof	153	416	120	204	283
Kool	129	110	268	74	12
Gloeiverlies (in %)					
Inclusief kool	20,1	28,7	23,0	12,6	16,5
Exclusief kool	10,9	22,6	7,1	9,3	15,9
Kool	9,2	6,1	15,9	3,3	0,6

De in deze tabel onder gloeiverlies vermelde gehalten zijn fictieve gehalten. Zij zouden in 1948 verkregen zijn als toen de voor 1959 berekende situatie ten aanzien van bijmengen van grond uit de onderste tuingrondlaag reeds bestaan had, wat evenwel niet het geval was. Wanneer tussen 1952 en 1959 deze situatie reeds wel aanwezig was is niet bekend. De opgegeven waarden kunnen dus slechts in een meer direct verband gebruikt worden met waarden uit 1959 en latere jaren.

Grondonderzoek

(a) Humus en stikstof. Het verloop van het gloeiverlies is vermeld in tabel 4.

Tabel 4

	1951	1953	1956	1959	1961	1964	1966	1967
1	7,3	7,0	6,9	6,7	6,7	6,2	7,0	6,0
2	13,5	13,4	14,8	13,1	11,8	9,8	12,4	9,3
3	12,5	13,6	12,9	12,8	11,8	9,5	10,1	9,1
4	10,7	10,9	14,2	13,0	12,8	9,3	10,4	9,7
5	10,0	9,2	9,5	9,5	9,0	8,3	8,3	7,5
6	9,6	8,8	8,6	8,1	8,1	7,3	7,5	6,3

In de objecten 1, 5 en 6 treedt direct een daling in; de drie andere objecten stijgen - vanaf 1951 gerekend - eerst tot 1956, waarna zij eveneens gaan dalen en zelfs sterker dan de eerste.

	1951	1956	1967	1956-1967
1-5-6 gemiddeld	9,0	8,3	6,6	1,7
2-3-4 "	12,2	14,0	9,4	4,6

Vóór 1951 moet er een sterke daling geweest zijn in de objecten 2-6, toen de humificatie van het toegediende organische materiaal zich voltrok. Wij weten uiteraard niet of die zich in een jaar tijds afgespeeld heeft, zoals in het algemeen wel het geval is, daar hier de hoeveelheid abnormaal groot was en het materiaal pas begin 1950 met grond vermengd werd.

Worden de humusgehalten van de objecten 1, 5 en 6 logarithmisch vereffend op de gebruikelijke wijze, dan wordt verkregen:

	Ym	K_2
1	4,60	0,02707
5	3,90	0,02563
6	2,85	0,03195
Gem.		0,02822

Wij zullen ons niet in speculaties begeven aangaande de betekenis van de verschillen tussen deze parameters, daar het materiaal hiervoor niet sterk genoeg is. Inplaats daarvan zullen wij zien of de zoveel eenvoudiger lineaire vereffening geschikt is om de objecten te karakteriseren en te rangschikken. Wij zetten naast elkaar de uitkomsten in object 6 verkregen met beide vereffeningsmethoden, omdat object 6 het sterkste daalt van de drie en de kans op verschillen tussen de beide wijzen van vereffening hier dus het grootst is (tabel 5).

Tabel 5

Gevonden	1951	1953	1956	1959	1961	1964	1966	1967
Gevonden	9,6	8,8	8,6	8,1	8,1	7,3	7,5	6,3
Logarithmisch	9,56	9,15	8,57	8,05	7,73	7,28	7,01	6,88
Lineair	9,43	9,11	8,62	8,14	7,82	7,34	7,01	6,85
Afwijkingen log.	+0,04	-0,35	+0,03	+0,05	+0,37	+0,02	+0,49	-0,58
Afwijkingen lin.	+0,17	-0,31	-0,02	-0,04	+0,28	-0,04	+0,49	-0,55
Afwijkingen log.-lin.	+0,13	+0,04	-0,05	-0,09	-0,09	-0,06	-	+0,03

Het resultaat van beide vereffeningen is uitgezet in fig. 1. Het is duidelijk, dat met deze 8 punten slecht uit te maken is, welke vereffening de voorkeur verdient. Deze voorkeur berust op andere gronden.

Ter karakterisering - en niets meer dan dat - kan hier dus zeer wel de lineaire vereffening worden toegepast. Wij krijgen dan (als t = 0 in 1951):

1 $h = -0{,}054\ t + 7{,}188$
5 $h = -0{,}124\ t + 9{,}979$
6 $h = -0{,}161\ t + 9{,}429$

De volgorde in de sterkte van de daling vindt een ongedwongen verklaring in de aangevoerde hoeveelheid organische stof (tabel 6).

Tabel 6.

	Org.stof	Daling	Idem meer dan object 1	Idem per eenheid org. stof
1	0	-0,054	-	-
5	108	-0,124	-0,070	-0,00065
6	172	-0,161	-0,107	-0,00063

Hoe meer organische stof is aangevoerd, hoe sterker de daling is, wat ook te verwachten valt bij een grond, waarbij door het hoge uitgangsgehalte dit gehalte reeds daalt zonder aanvulling met organische meststoffen.

De objecten dalen met een eenheid in resp. 20, 8 en 6 jaren.

Tussen de objecten 2, 3 en 4 is geen duidelijk verschil. Hun gemiddelden zijn, gevonden en - eveneens lineair - vereffend (tabel 7).

Tabel 7

	1951	1953	1956	1959	1961	1964	1966	1967
Gevonden	12,07	12,63	13,97	12,97	12,13	9,53	10,97	9,37
Vereffend	11,99	12,76	13,92					
Vereffend			13,97	12,76	11,96	10,75	9,95	9,55
Afwijkingen	+ 0,08	- 0,13	+ 0,05					
Afwijkingen			-	+ 0,21	+ 0,17	- 1,22	+1,02	-0,18

(N.B. Men ziet grote afwijkingen in het midden der zestiger jaren.)

De eerste drie jaren verlopen volgens h = +0,385t + 11,990, dus met een stijging met een eenheid in drie jaren. Daarna echter treedt, als in de andere objecten, een daling op volgens h = -0,402t + 13,970, dat is met een eenheid in 2,5 jaar.

Wij vinden dus een kenmerkend verschil in het beloop der humusgehalten tussen de groepen 1-5-6 enerzijds en 2-3-4 anderzijds.

Zien wij bij de - fictieve - uitgangsgehalten welke grootheid eenzelfde onderscheid te zien geeft, dan blijkt dit de kool te zijn: 1-5-6 gemiddeld 1,3 en 2-3-4 gemiddeld 10,4.

Aan object 1 werd niets toegevoegd, dus ook geen kool. Van object 5 wordt in Kortleven (1956) vermeld: "dit was zomervuil, vrijwel geheel bestaande uit organische afval (papier, groente- en bloemenafval, visresten, vodden enz.) en praktisch geen as". Op het oog was er zelfs in het geheel geen kool aanwezig. Toch leverde de analyse de aanwezigheid van enige kool op, maar in een hoeveelheid, die aanzienlijk lager ligt dan voor de toenmalige samenstelling van zomervuil normaal was. De hoeveelheid kool in 6, de stalmest, is te verwaarlozen. Voorts valt op te merken, dat in de objecten 2 en 3 de kool zo fijn verdeeld was, dat deze zonder meer werd meebepaald bij de latere analyses

van de grond (zie Kortleven, 1951 , waarin de bereiding van deze produkten uitvoerig werd beschreven). Dit geldt niet voor 4, de VAM-compost van wintervuil; deze kan zeer goed sintels bevat hebben (en in de grond gebracht) van een zodanige grootte, dat zij vóór de analyse werden uitgesorteerd of uitgezeefd. Het blijkt, dat dit inderdaad het geval is geweest.

Voor de gehalten aan kool in de grond werden de in tabel 8 vermelde cijfers gevonden.

Tabel 8

	2	3	4	5
Berekend voor 1948	9,2	6,1	15,9	3,3
Maastricht okt.1952	7,9	5,2	10,8	2,3
Maastricht juli 1957	7,3	5,2	8,7	2,2
1959	6,1	5,3	5,4	1,5

De opgegeven waarden voor 1959 steunen op de - slechts in dat jaar - bepaalde vochtgehalten. Naar de grootte gerangschikt werd hiervoor verkregen:

	1	4	6	2	3	5
vocht %	26,4	27,5	29,8	30,1	31,2	31,6

Alle zijn hoger dan object 1. Stellen wij deze vochtberging evenredig aan de hoeveelheid werkelijke humus in 1959 dan krijgen wij tabel 9.

Tabel 9

	1	6	5	2	3	4
Gevonden	6,72	8,08	9,48	13,05	12,78	12,95
Berekend	6,72	8,06	7,94	6,99	7,52	7,59
Kool	-	0,02	1,54	6,06	5,26	5,36

Het verschil tussen het totaal gloeiverlies en de op deze wijze berekende humushoeveelheid wordt beschouwd kool te zijn.

De vier gegevens per object voor de hoeveelheden kool doen zien, dat in de gebroeide composten de kool sterker terugloopt dan in de ongebroeide en in de natuurlijke sterker dan in de kunstmatige. Door het samenvallen van deze beide invloeden is de teruggang het zwakst in object 3 en het sterkst in object 4. In dit laatste object verloopt de teruggang, lineair vereffend, volgens K(ool) = -0,86 t + 15,39 (met s_m = 0,12 en s_n = 1,04; dus beide zeer significant).

In dit tempo doorgaande zou in object 4 na 18 jaar, dus in 1966 alle kool op zijn. Op dezelfde wijze zou dit in object 5 na 23 jaar, in object 2 na 36 jaar en in object 3 pas na zeer lange tijd het geval zijn.

Als wij de percentages kool in mindering brengen op het gloeiverlies na vereffening* dan krijgen wij voor humus tabel 10.

Tabel 10

	2	3	4	5
1952	5,4	7,2	0,6	7,6
1957	6,7	7,8	5,0	7,0
1959	7,1	7,0	7,5	7,5

Zoals boven werd betoogd wordt in 2, 3 en 5 vanaf het begin de meeste kool in het gloeiverlies meebepaald. Dit wordt in deze opstelling bevestigd; er blijven min of meer normale hoeveelheden humus over. Echter niet in object 4 in 1952. Hier stond toen het overgrote deel van de kool nog buiten de gloeiverliesbepaling. In 1957 was dit reeds veel minder en in 1959 nog weer minder. Gaandeweg wordt dus ook in object 4 de kool in het gloeiverlies meebepaald. Object 4 bevatte - als enige object - aanvankelijk nog sintels die buiten de gloeiverliesbepaling bleven, maar wel in de bepaling van kool werden opgenomen; deze vallen langzamerhand uiteen, en worden dan meebepaald, ook in het gloeiverlies.

Dat er kool wordt meebepaald in het gloeiverlies, blijkt ook daaruit, dat in de objecten 2, 4 en 5 de humusgehalten gedurende een aantal jaren hoger zijn dan het - fictieve - gloeiverlies zonder kool in 1948, dus nog vóór de humificatie; in object 2 is dit het geval t/m 1961, in object 4 tot na 1967 en in object 5 t/m 1959. Het is evenwel ondenkbaar, dat de hoeveelheid werkelijke humus zou stijgen bij een hoog uitgangsgehalte en een voorziening met organische stof uit oogstresten als hier aanwezig zijn. Er moet dus in deze objecten kool meebepaald zijn in het gloeiverlies (in de andere objecten is dit niet zichtbaar, maar zal hetzelfde optreden).

Dat de hoeveelheid kool terugloopt blijkt verder nog uit object 2. Zou hier de kool als elementaire kool blijven bestaan maar meebepaald worden als gloeiverlies, dan zou door het gevonden gloeiverlies te verminderen met 9,2 (d.i. het - fictieve - gehalte aan kool in 1948) het gehalte aan nuttige organische stof (n.o.s.) teruglopen van 4,3 in 1951 tot 0,1 in 1967. Uiteindelijk zou er dan enkel kool overblijven en geen humus. Dit laatste is onmogelijk, omdat de humus uit de tuingrond, tezamen met de nieuwvorming uit de oogstresten en de aanvoer met de compost, niet in 19 jaar zal verdwijnen.

Een nog sterker bewijs levert object 4. Hoewel hier niet lang na 1957 alle kool in het gloeiverlies is opgenomen ligt dit lager dan het oorspronkelijke gehalte aan kool, dat 15,9% bedroeg. Dit is wel een onomstotelijk bewijs, dat de hoeveelheid kool, oorspronkelijk aanwezig, afneemt.

---

* Bij de objecten 2, 3 en 4 is uit de functie h = +0,385t + 11,990 het gloeiverlies per jaar berekend voor hun gemiddelde, waarna uit deze gemiddelden het gloeiverlies per object verkregen werd in evenredigheid aan de gemiddelden van de waarnemingen per object.

Hiervoor zou men als verklaring kunnen aanvoeren, dat de kooldeeltjes zouden uitzakken naar de ondergrond. Dit kan evenwel de verklaring niet zijn. Want ten eerste is niet in te zien, waarom dit dan in de verschillende objecten in zo ongelijke tempo zou gebeuren, en ten tweede zullen wij het verschijsel nog tegenkomen in potproeven, waar van uitzakken geen sprake is.

Wij moeten wel concluderen, dat de kool - vroeger of later - in het gloeiverlies wordt opgenomen, en daarna evenals de organische stof, in hoeveelheid gaat afnemen.
In Kortleven (1951) werd reeds aangetoond, dat tijdens de fermentering (i.c. die waarvan het produkt voor object 2 afkomstig is) de hoeveelheid kool afnam. Dit proces speelt zich in de grond dus nog verder af.

Zou het tempo van afname, dat de tabel toont, niet versneld worden, dan zou er in 1967 nog een aanzienlijke hoeveelheid kool overblijven in de objecten 2 en 3, de kunstmatige produkten.

De teruggang schijnt na voorafgaande fermentatie sneller te verlopen dan zonder deze: de gebroeide produkten lopen van 1948 tot 1957 terug met 36%, de ongebroeide met 25%. En daar bij de laatste de bouwvoor nog werd verdund met grond uit de onderlaag, is de werkelijke teruggang hier nog kleiner.

Evenzo lopen de kunstmatige produkten trager terug dan de natuurlijke: gemiddeld is dit met 18% voor 2 en 3 en met 43% voor 4 en 5. Van dit trager dalen van de als kool bepaalde hoeveelheden zullen wij de gevolgen van de humuskwaliteit, zoals die tot uitdrukking komt in het basenbindend vermogen, verderop tegenkomen.

Om dit afnemen van de kool te verklaren moeten wij wel aannemen, dat hij eerst deel gaat uitmaken van het humuslichaam en daarna tezamen daarmede wordt afgebroken. Wij zullen ons dit wel zo moeten voorstellen, dat de in elementaire vorm voorkomende koolstof eerst wordt geactiveerd en daarna in het humuslichaam wordt geïncorporeerd.

Een bewijs hiervoor zien wij in de aanvankelijke stijging van de humusgehalten in de objecten 2, 3 en 4. Voor het verloop der humusgehalten tot 1958 werd boven gevonden:

Objecten 2-3-4 gemiddeld	$h = + 0{,}385t + n_1$
Objecten 1-5-6 "	$h = - 0{,}113t + n_2$
Verschil door kool	$h_v = + 0{,}498t$

De objecten 2, 3 en 4 bevatten in 1948 (boven berekend op het uiteindelijke volume grond) 10,33% kool. Tot 1958, dus in 10 jaar, wordt dit vermeerderd met 4,98, zodat uit de kool een humusverbinding is ontstaan met 67% C. Als gemiddelde van alle verbindingen die tezamen de humus vormen, wordt als regel 58% aangenomen, zodat dit reeds aardig benaderd wordt.

Deze berekening is schematisch en munt wellicht niet uit door grote exactheid; zij is echter wel illustratief.

Men zou haar kunnen bestrijden, door te wijzen op de mogelijkheid dat de aanvankelijke stijging der humusgehalten toe te schrijven is aan het uiteenvallen en pas daarna opgenomen worden in het gloeiverlies van de sintels. Dit zal inderdaad voorkomen in object 4, maar zoals boven gezien, niet in de objecten 2 en 3. Bovendien, dat dit in object 4 de stijging niet kan verklaren, volgt uit het feit dat, ondanks de mogelijkheid van uiteenvallen van sintels, in dit object verreweg de sterkste teruggang in kool optreedt. Wij nemen dus als vaststaand aan dat de kool wordt geïncorporeerd in de humus.

Zodra de humusafbraak de nieuwvorming van humus uit kool overtreft, gaat het humusgehalte dalen. Dit was in 1959 het geval in de objecten 2, 3 en 4 en vanaf het begin in de drie andere objecten.

Het is te verwachten, dat door het lage N- en het hoge C-gehalte (de kool heeft een N-gehalte van omstreeks 1,3% en een C/N van minstens 70) met het incorporeren van kool C/N zal stijgen. Wij zien dit bevestigd. Echter beschikken wij niet over C-bepalingen, maar moeten wij volstaan met de verhoudingen gloeiverlies : N. Hierin zijn variaties in C-gehalte uitgeschakeld, zodat deze verhoudingen minder sterk zullen variëren dan C/N. Niettemin komt de tegenstelling tussen de objecten rijk resp. arm aan kool duidelijk naar voren. Voor humus : totaal-N werden de in tabel 11 vermelde cijfers gevonden.

Tabel 11

	1951	1953	1956	1959	1967	Gemiddeld
2	46,8	50,8	49,0	47,4	38,1	46,4
3	43,7	47,6	43,5	45,1	40,2	44,0
4	40,7	42,4	50,2	45,8	42,2	44,2
A.Gem.	42,8	46,9	47,6	46,1	40,1	44,7
1	31,6	30,7	30,5	30,9	29,0	30,5
5	32,1	31,8	30,7	29,8	30,6	31,0
6	29,0	31,3	29,8	28,3	26,2	28,9
B.Gem.	30,9	31,3	30,3	29,7	28,6	30,2
A-B	11,9	15,6	17,3	16,4	11,5	14,5

Inderdaad vertoont de "kool"-groep een stijging tot 1956, echter gevolgd door een versnelde daling.

In niveau staan beide groepen scherp gescheiden. Binnen elk der groepen bestaan slechts onbetekenende verschillen.

De daling van de humusgehalten na 1956 bij 2, 3 en 4 was aanzienlijk sterker dan bij 1, 5 en 6. Dit werkt door in humus:N, daar van 1956 tot 1969 de teruggang hierin 7,5 bedraagt bij 2, 3 en 4 tegen 1,7 bij 1, 5 en 6.

De N-gehalten hebben zich in elkaars richting bewogen. Varieerden zij in de objecten 2 tot 6 in 1951 van 0,263 tot 0,331, in 1967 is dat slechts van 0,225 tot 0,245 terwijl object 1 steeds lager ligt. Als geheel dalen de N-gehalten in de tijd en bewegen zij zich in de bemestingsobjecten naar elkaar toe en tevens in de richting van object 1.

De verschillen zitten bij het afsluiten van de proef dus nog hoofdzakelijk in de humusgehalten en vermoedelijk nog meer in de C-gehalten.

Zou het C-gehalte van de humus inderdaad beantwoorden aan de daarvoor gangbare doorsneewaarde van 58, dan zou in 1967 C/N in de groep 1-5-6 gemiddeld 16,6 bedragen en 23,3 in de groep 2-3-4. Door het incorporeren van kool in de laatste groep kan daar het quotiënt nog wel hoger liggen.

De beide groepen liggen dus ter weerszijden van de als kenmerkend aangegeven waarde van 20, zodat men bij 2, 3 en 4 een geringere (relatieve) stikstoflevering mag verwachten dan bij 1, 3 en 5.

(b) De granulaire samenstelling. Deze werd bepaald in de jaren 1951, 1953, 1956, 1959 en 1967. Over deze jaren werden de gemiddelden bepaald voor grof zand, fijn zand en afslibbaar. Daarna werd elk uitgedrukt in % van hun som. De verkregen cijfers zijn vermeld in tabel 12.

Tabel 12

	Grof zand	Fijn zand	Afslibbaar		Grof zand	Fijn zand	Afslibbaar
1	49,3	42,1	8,7	2	56,4	33,0	10,6
5	50,7	39,4	9,9	3	53,5	36,8	9,9
6	50,0	41,1	8,9	4	57,7	32,1	11,0
Gem.	50,0	40,8	9,1		55,9	33,6	10,6

Wij zien weer dezelfde twee groepen naar voren komen.

In de objecten 5 en 6 zijn of vrijwel geen minerale delen aangevoerd, of voorzover zij er wel waren hadden zij vrijwel dezelfde granulaire samenstelling als de tuingrond.

De objecten 2, 3 en 4, die zoals wij zagen kool aanvoerden, voerden tevens minerale delen aan met een hogere verhouding grof zand : fijn zand dan de tuingrond bezat, maar met dezelfde verhouding totaal zand:slib.

Het lijkt niet waarschijnlijk, dat de grotere hoeveelheid als grof zand bepaalde delen uit kool zou bestaan; eerder wordt gedacht aan de as. Wij hebben nl. gezien, dat de hoeveelheid kool afneemt. In de granulaire samenstelling wordt dit niet teruggevonden, zoals blijkt uit het verloop van de percentages grof zand in 2, 3 en 4 verminderd met het gemiddelde van 1, 5 en 6.

Het is dus een blijvende eigenschap, naar wij aannemen toe te schrijven aan de as. Van het verschil van ongeveer 6% grof zand bij een vrijwel gelijkblijvend gehalte aan afslibbare delen wordt niet veel invloed verwacht.

Tabel 13

	1951	1953	1956	1959	1967
2	6,7	7,9	5,2	6,1	6,3
3	4,3	4,6	2,0	3,6	3,2
4	7,8	4,6	7,8	11,7	6,5
Gem.	6,2	5,7	5,0	7,1	5,3

(c) pH-KCl. Voorhanden zijn de in tabel 14 vermelde bepalingen.

Tabel 14

	1951	1953	1956	1959	1961	1964	1967	Gem.
1	4,84	5,00	5,04	4,99	5,14	4,87	4,93	4,97
2	6,06	6,30	6,31	6,19	6,08	5,81	5,90	6,09
3	4,41	4,96	5,07	4,98	5,06	4,92	4,87	4,90
4	6,56	6,74	7,02	6,85	6,69	6,47	6,56	6,70
5	5,74	5,95	6,25	6,10	6,20	5,88	5,95	6,01
6	5,22	5,15	5,26	5,18	5,24	5,00	5,02	5,15
Gem.	5,47	5,68	5,83	5,72	5,74	5,49	5,54	5,64

De gebroeide produkten veroorzaken een hogere pH dan de ongebroeide, wat althans voor de objecten 2 en 3 niet toe te schrijven is aan de hoeveelheid CaO in de produkten.

Stalmest heeft blijvend een geringe verhoging gegeven, object 3 tijdelijk een verlaging. De overige objecten hebben alle een niet onaanzienlijke verhoging tot stand gebracht.

De meeste objecten vertonen in de tijd eerst een stijging, daarna een daling, wat mogelijk aan de aanvullende bemesting toe te schrijven is.

Merkwaardig is, dat bij de eerste bemonstering in 1951 er een scherp verband is met de gehalten aan organische stof in de toegediende organische meststoffen, of daar de giften gelijk waren, ook met de hoeveelheden organische stof. Dit verband is uitgezet in fig. 2. Aangebracht is de lijn, welke volgde - in overeenstemming met Riem Vis (1969) - uit logarithmische vereffening. Deze leverde als grenswaarde voor de pH op 3,5.

Dat dit verband niet, althans niet alleen kan berusten op de hoeveelheid organische stof blijkt daaruit, dat het nulobject, waaraan niets is toegevoegd, uitkomt op 4,84, terwijl de functie naar aanvoer nul geëxtrapoleerd 7,08 aangeeft. Bij dit punt is eenzelfde hoeveelheid stof aangebracht als in de objecten 2 tot 6, maar een stof vrij van organische stof. Deze stof bestaat dus uit de niet-organische bestanddelen van de organische meststoffen als zand(mogelijk ook slib), ballast, water met opgeloste zouten. $CaCO_3$, as en kool. Dit conglomeraat, gevariëerd als het is in samenstelling, heeft blijkbaar een uniform effect.

Toegediend naar 1000 ton per ha geeft het een pH-verhoging van 2,24. Toegediend naar 780 ton naast 220 ton

organische stof wordt het pH-verhogende effect gecompenseerd door het pH-verlagende effect van de organische stof. Het laatste is dus sterker dan het eerste.

Het merkwaardige van het gevonden verband is, dat het onafhankelijk is van de aard van de gebruikte meststof, n.l. gebroeide en ongebroeide compost (de laatste met veel niet-omgezette organische stof) en stalmest.

Echter, het fraaie verband bestaat slechts bij de eerste bepaling van 1951. Bij de volgende bepalingen treden verschuivingen op. Om deze beter naar voren te doen komen worden per bepaling de verschillen met object 1 weergegeven in tabel 15.

Tabel 15

Object	1951	1953	1956	1959	1961	1964	1967	Gem. 1961-'67
3	-0,43	-0,04	+0,03	-0,01	-0,08	+0,05	-0,06	-0,03
6	+0,38	+0,15	+0,22	+0,19	+0,10	+0,13	0,09	+0,11
5	+0,90	+0,95	+1,21	+1,11	+1,06	+1,01	1,02	+1,03
2	+1,22	+1,30	+1,27	+1,20	+0,94	+0,94	0,97	+0,95
4	+1,72	+1,74	+1,98	+1,86	+1,55	+1,60	1,63	+1,59

De objecten 3 en 6 trekken reeds in 1953 in sterke mate naar elkaar en naar object 1 toe en blijven daarna constant.

In object 2 wordt na 1959 de oorspronkelijke volgorde niet gehandhaafd, daar het daalt tot iets onder object 5.

De objecten 5 en 4 stijgen tot 1956, dalen dan tot 1961 en blijven daarna constant.

Het oorspronkelijke nauwe verband met de toegediende hoeveelheid organische en anorganische stof blijft dus niet geheel behouden, maar zijn invloed blijft tot het einde toe te onderkennen. De pH-verschillen zijn aanzienlijk en zullen niet nalaten invloed uit te oefenen op de opbrengsten en de invloeden van andere factoren te doorkruisen.

(d) Basenbindend vermogen (T) in meq.per 100 g grond. Deze grootheid, die tegenwoordig niet meer zo vaak op zichzelf beschouwd wordt (maar die wel verscholen zit in de kalkfactor) en waaraan mogelijk niet al te veel exacte waarde mag worden toegekend, geeft niettemin een maat waarmee objecten onderling kunnen worden vergeleken (tabel 16).

Tabel 16

Object	1951	1953	1956	1959	1967	Gemiddeld
1	17,4	16,0	17,2	14,6	15,4	16,1
3	19,7	18,3	18,1	16,2	15,9	17,6
6	20,6	18,2	19,0	16,0	17,2	18,2
5	20,1	18,9	21,2	19,6	18,0	19,6
2	21,0	22,5	24,2	23,6	21,9	22,6
4	23,2	24,2	28,7	25,1	22,9	25,8

De volgorde is in hoofdzaak die van de pH. Men ziet voorts (bijv. in object 4) dat de geïncorporeerde kool op normale wijze bijdraagt tot de hoogte van T. Alle objecten hebben T verhoogd. Humus heeft per gewichtseenheid een groter basenbindend vermogen dan de afslibbare delen. In het algemeen wordt hiervoor de factor 4 opgegeven. Wij zullen trachten de humuskwaliteit op grond van T te karakteriseren door aan te nemen, dat T voor humus (gloeiverlies) 2 resp. 4x zo groot is als voor afslibbaar. In object 1 was bijv. in 1951 afslibbaar 6,8, humus 7,3 en T 17,4. Wij vinden dan met de faktor 2 voor T per eenheid klei 17,4: (6,8 + 2 x 7,3) of 0,80 en per eenheid humus 1,60. Op deze wijze ontstaat, als voor afslibbaar, humus en T de werkelijk per jaar daarvoor gevonden waarden genomen worden, tabel 17.

Tabel 17

	Faktor 2					Faktor 4				
	1951	1953	1956	1959	1967	1951	1953	1956	1959	1967
1	0,80	0,73	0,73	0,70	0,74	0,48	0,45	0,46	0,43	0,47
2	0,61	0,63	0,63	0,64	0,76	0,34	0,36	0,35	0,37	0,47
3	0,63	0,53	0,51	0,46	0,58	0,35	0,29	0,30	0,27	0,35
4	0,78	0,78	0,73	0,68	0,76	0,45	0,46	0,42	0,40	0,47
5	0,76	0,70	0,74	0,67	0,75	0,43	0,42	0,44	0,40	0,46
6	0,79	0,72	0,79	0,60	0,79	0,46	0,43	0,46	0,38	0,50

Voor humus zijn alle waarden 2 resp. 4x zo groot. Wij vinden bij deze beschouwingswijze analoge situaties voor objecten 1, 4, 5 en 6, terwijl de kunstmatige produkten 2 en 3 een lager basenbindend vermogen opleveren voor klei en voor humus. Dat dit voor klei ook het geval is, is verwonderlijk, daar de kleibestanddelen toch hoofdzakelijk uit de grond afkomstig zijn en niet uit de meststoffen.

Dit is wellicht een aanwijzing, dat wij beter doen de in object 1 gevonden T voor klei per jaar aan te houden ook voor de andere objecten. Het resultaat voor humus is dan als in tabel 18.

Tabel 18

	Faktor 2					Faktor 4				
	1951	1953	1956	1959	1967	1951	1953	1956	1959	1967
1	1,60	1,46	1,46	1,40	1,48	1,92	1,80	1,84	1,72	1,88
2	1,15	1,13	1,21	1,22	1,54	1,30	1,38	1,37	1,44	1,84
3	1,18	0,94	0,86	0,72	0,98	1,34	1,10	1,06	0,93	1,26
4	1,56	1,60	1,45	1,34	1,62	1,80	1,84	1,65	1,57	1,89
5	1,51	1,36	1,49	1,29	1,49	1,71	1,62	1,76	1,58	1,82
6	1,59	1,45	1,63	1,08	1,80	1,81	1,68	1,83	1,42	2,06

Nu ontstaan de in tabel 19 vermelde gemiddelden.

Tabel 19

	Faktor 2			Faktor 4		
	klei	humus	humus:klei	klei	humus	humus:klei
1	0,74	1,48	2,-	0,46	1,84	4,-
2	"	1,25	1,7	"	1,47	3,2
3	"	0,94	1,3	"	1,34	2,9
4	"	1,51	2,-	"	1,75	3,8
5	"	1,43	1,9	"	1,76	3,8
6	"	1,51	2,-	"	1,76	3,8

In alle gevallen ontstaat uit de kunstmatige produkten een humus met een lager basenbindend vermogen, en veranderen de natuurlijke produkten - gebroeid zowel als ongebroeid - en stalmest in dit opzicht weinig of niets aan de humuskwaliteit. Dit is in overeenstemming met het eerder geconstateerde tragere verdwijnen van de kool in de objecten 2 en 3. Wat van de kool nog als kool aanwezig is wordt bepaald als gloeiverlies, maar draagt niet bij tot T.

Alles overheersend in dit opzicht is de ontstaanswijze van de produkten. De kunstmatige produkten waren in een of andere eigenschap afwijkend van de natuurlijke - waaronder stalmest -, welke eigenschap aanleiding gaf tot de vorming van een andere soort humus voor wat betreft het basenbindend vermogen en de aantasting van de hoeveelheid kool.

En het merkwaardige is, dat dit verschil in humuskwaliteit voor wat T betreft geen neiging vertoont te verdwijnen, althans zolang de proef geduurd heeft. In de tijd is er in geen der objecten verandering vast te stellen, ook niet onder invloed van het incorporeren van kool. De humus blijft, wat betreft T per eenheid humus, aan zichzelf gelijk. De totale T verandert per object slechts in afhankelijkheid van de veranderingen in de humushoeveelheid.

Het afwijkende karakter van de kunstmatige produkten is voor de praktijk uiteraard van geen belang. Zij werden destijds aangemaakt om te zien of de natuurlijke produkten konden worden nagebootst. Daardoor zou het, in het belang van het compostonderzoek (dat in de veertiger jaren ruime belangstelling genoot), mogelijk zijn composten van zeer gevariëerde en bekende samenstelling in het onderzoek ten aanzien van fermenteerbaarheid en bemestingswaarde te betrekken. Deze doelstelling is dus niet geheel bereikt. De oorzaak hiervan wordt gezocht in het gebruikte papier bij de bereiding der kunstmatige produkten. In Kortleven (1951) wordt dit papier gekarakteriseerd als "in lange repen versneden archiefpapier van verschillende kleur (blauw van blauwdrukken, geel, rose, maar meest wit)".

Vermoed wordt dat dit papier minder gevariëerd was dan het papier (waaronder veel krantenpapier) dat in de vuilnisbak terechtkomt en daardoor anders van karakter. En daar - zie tabel 22a van Kortleven (1951) - het papier bij de menging ruim 50% van het gloeiverlies (incl. de kool uit de as) leverde tegen 25% uit as (enkel kool) en schillen beide, is het mogelijk, dat het papier zijn stempel gedrukt heeft op de uit het mengsel ontstane humus.

Het zeer droge papier trok slecht vocht aan, wat een bezwaar was voor de fermentering van het mengsel voor object 2. Daarbij liep de temperatuur dan ook niet hoger dan 25°, terwijl in normaal stadsvuil temperaturen van 60° en hoger snel tot stand komen. Desondanks liep tijdens de fermentatie het gloeiverlies terug tot de helft van de oorspronkelijke hoeveelheid (incl. de kool in beide gevallen) en de werkelijke organische stof tot 30%, wat normaal is. Ook was na slechts drie maanden het mengsel geworden tot "een zeer goede, aardachtige compost, welke veel regenwormen bevatte" (zie Kortleven, 1951).

Er is dus voor object 2 wel een min of meer normale compost verkregen maar met een iets afwijkende vorm van organische stof. Hetzelfde zal wel het geval zijn met het produkt van object 3 in vergelijking met object 5.

(e) Basengehalte (S) in meq. per 100 g grond. Over het geheel is de volgorde dezelfde als bij pH. Binnen dit raam daalt S in de tijd, behalve bij de beide hoogste objecten, waar een aanvankelijke stijging schijnt voor te komen (tabel 20).

Tabel 20

	1951	1953	1956	1959	1967	Gemiddeld
3	6,2	7,5	7,4	6,4	5,5	6,6
1	7,9	6,4	6,7	6,7	6,4	6,8
6	13,5	10,4	9,8	9,0	8,3	10,2
5	15,7	13,6	13,9	15,9	12,7	14,4
2	17,1	17,5	19,7	17,1	14,9	17,3
4	18,8	23,6	21,1	25,2	19,3	21,6

(f) Verzadigingsgraad (V). Deze grootheid (S in % van T) vertoont nogmaals dezelfde volgorde (tabel 21).

Tabel 21

	1951	1953	1956	1959	1967	Gemiddeld
3	32,2	41,0	40,8	39,5	34,2	37,7
1	45,3	40,0	39,0	45,6	41,6	42,3
6	66,2	57,1	51,4	55,9	48,2	55,8
5	77,6	72,0	65,4	80,9	70,9	73,4
2	80,3	77,8	79,1	69,9	65,6	74,5
4	81,4	97,0	73,6	100,7	84,2	87,4

Het is opvallend, dat naarmate het basenbindend vermogen hoger is, een hoger percentage ervan verzadigd is.

(g) P-totaal. Deze grootheid werd bepaald in dezelfde jaren als de voorgaande. Er zat weinig beweging in. De gemiddelden over de vijf jaren zijn:

Object	3	1	6	5	2	4
P-tot.	206	201	227	251	257	281

Alle objecten zijn hoger dan object 1. Daardoor hebben 1 en 3 van plaats gewisseld in vergelijking met de voorgaande grootheden. Overigens is het verschil tussen beide objecten niet groot en is de volgorde ook hier in hoofdzaak die van pH. P-tot. houdt dus wel verband met de aanvoer van niet organische bestanddelen in de meststoffen, maar blijkens de tabel op pag. 1 niet met de werkelijke aanvoer van in mineraalzuur oplosbaar P_2O_5. Hier zal het effekt van de pH wel doorheen spelen.

(h) P-citr. en P-AL. Tot 1956 werd de eerste bepaald, vanaf 1959 de tweede (tabel 22).

Tabel 22

	1951	1953	1956	1959	1967	Gemiddeld
1	97	108	91	75	69	88
2	107	116	116	95	74	107
3	82	117	95	72	74	88
4	118	136	132	98	108	118
5	108	138	135	99	108	116
6	122	122	114	86	77	104

De getallen zijn nogal springerig. Daarbij komt de verandering in bepalingsmethode, zodat het gewaagd is iets over het verloop in de tijd te zeggen.

De gemiddelden vertonen noch de onderscheiding in de groepen 1-5-6 en 2-3-4, noch de volgorde van de pH.

De sterkste stijging geven de composten 4 en 5.

(i) P-getal. Zie tabel 23. De lage waarde bij VAM-compost is in overeenstemming met de lage werkingscoëfficiënt van fosfaat, die hierbij steeds verkregen wordt.

Tabel 23

	1951	1953	1956	1959	1967	Gemiddeld	P-citr./P-get.
3	5,3	5,1	3,8	2,6	3,7	4,1	21
1	8,5	7,1	5,7	3,5	4,4	5,8	15
6	14,9	11,6	8,8	5,8	6,4	9,5	11
5	4,3	3,8	3,0	2,5	3,7	3,7	31
2	2,0	1,3	1,7	1,6	2,2	1,9	56
4	1,2	1,5	1,1	1,1	1,9	1,4	84

(j) K-getal. Het K-getal in de gebruikte tuingrond was aanvankelijk zeer hoog. Dit werd evenwel gedrukt door de meststoffen. Het was nl. in object 1 over de beide eerste bepalingen (1951 en 1953) gemiddeld 31 en in de vijf bemestingsobjecten gemiddeld 17.

Vanaf 1956 had het K-getal zijn definitieve waarde bereikt. Over 1956-1959-1967 gemiddeld bedroeg het:

1	2	3	4	5	6
10,4	10,1	8,1	12,6	10,6	10,1

De beide gebroeide composten zijn het hoogst, terwijl stalmest gelijk is aan onbemest. Deze uitkomst wijkt sterk af van de aanvoer in de meststoffen (zie tabel 1).

(l) Algemeen. De objecten konden naar de bepaalde bodemkundige grootheden op enkele verschillende wijzen gerangschikt of gegroepeerd worden:

1. De humusgehalten, de verhouding humus:N (de laatste een maat voor de humuskwaliteit) en de als grof zand bepaalde percentages van de grond konden gegroepeerd worden in de twee drietallen 1-5-6 met weinig (c.q. geen) en 2-3-4 met veel aanvoer van kool en as.

2. De pH vertoonde in afhankelijkheid van de aangevoerde hoeveelheid niet-organische bestanddelen de volgorde 4-2-5-6-3; evenzo S.V.T, P-tot. Alle stijgen in dezelfde richting. Toch is niet te verwachten, dat hun invloed op de opbrengst steeds gelijk gericht zal zijn. Zo zal de optimale pH ergens in het midden van het traject liggen, maar dit behoeft bij de andere nog niet het geval te zijn.

3. T per eenheid gloeiverlies is bij 2 en 3 lager dan bij de overige objecten. Ook dit is een maat voor de humuskwaliteit. De kunstmatige produkten vormen dus humus, die in twee opzichten van minder kwaliteit is.

4. P-AL, P-get., K-get. en K-tot. vertoonden geen bepaalde volgorde.

Het zal duidelijk zijn, dat het hiermede moeilijk zal vallen de opbrengstresultaten te verklaren.

De opbrengsten

In 1949 werd alleen de grond boven de organische produkten bewerkt, zodat deze onaangeroerd op hun plaats bleven. In voorjaar 1950 werden zij door de bovenlaag gewerkt.

In de eerste drie jaren werd alleen object 1 bemest. In deze drie jaren werden verbouwd wortels en tweemaal rogge. In tabel 24 worden de opbrengsten aan droge stof van wortels + loof en van korrel + stro in % van het proefveldgemiddelde vermeld.

Tabel 24

	1	2	3	4	5	6
1949	120	122	84	115	72	106
1950	84	73	136	68	130	110
1951	135	85	98	94	90	99
Gem.	110	93	106	92	97	105
	=100	84	96	84	88	95

In 1949 bleef het nadelige effect van de verse produkten, dat de spinazie in 1948 ook te zien gegeven had, bestaan. In 1950 was dit afgelopen en haalden zij hun schade in.

In 1951 was het blijkbaar niet meer mogelijk zonder aanvullende bemesting in de objecten 2 tot 5 een behoorlijk gewas te verkrijgen.Als gevolg van dit derde jaar bleven zij gemiddeld over de driejarige periode beneden object 1. Dit was teleurstellend, gezien de aangevoerde hoeveelheden voedingsstoffen.

In de hierna volgende periode werden steeds alle zes objecten uniform bemest.

In tabel 25, waarin op dezelfde wijze de opbrengstgegevens verwerkt zijn, is steeds van alle bovengrondse delen de droge stof opgenomen (in 1960 stond slechts de verse opbrengst ter beschikking), waar meer oogsten waren de som daarvan, bij knollen knol + loof stoofdroog en bij aardappelen de zetmeelopbrengst.

Wederom zijn de opbrengsten uitgedrukt in % van het proefveldgemiddelde om alle jaren en alle gewassen op een vergelijkbaar niveau te brengen, en is pas na middeling uitgedrukt in % van object 1.

Het geheel wordt gesplitst in twee perioden, overeenstemmende met de perioden waarin in de objecten 2-3-4 het humusgehalte steeg resp. daalde.

Tabel 25.

	1	2	3	4	5	6
1952 Gerst	98	96	104	99	103	110
3 Aardappelen	77	95	99	96	112	121
4 W.w. raaigras	108	92	103	90	108	100
Knollen	97	106	88	106	110	95
5 Wortelen	110	98	91	106	92	104
6 Aardappelen	100	94	100	97	105	105
7 Br.bonen	107	95	89	96	100	113
8 R.Klaver	100	99	103	105	94	99
9 Aardappelen	111	97	101	87	101	105
1960 Haver	103	91	108	86	102	113
1 Wortelen	90	104	97	98	99	111
2 Aardappelen	108	98	104	89	97	105
3 W.w. raaigras	105	102	102	96	96	98
4 R.Klaver	106	106	94	105	92	98
5 Aardappelen	103	104	105	100	88	99
6 Haver	106	102	104	88	93	107
7 Wortelen	94	100	101	101	96	109
1952 - '57 gemiddeld	99,6	96,1	96,3	98,6	104,3	106,9
1958 - '59 "	102,6	100,3	101,9	95,5	95,8	104,4
1952 - '67	101,4	98,6	99,6	96,2	99,5	105,4
1952 - '57 in %	100	97	97	99	105	107
1958 - '67 in %	100	98	99	93	93	102
1952 - '67 in %	100	97	98	95	98	104

In de eerste periode komt de scheiding in twee groepen duidelijk tot uiting en komt de groep 2-3-4 op een 8,3 lagere totaalopbrengst dan de groep 5-6. De aanwezigheid van kool en de omzettingen, die daarvan het gevolg zijn, gaan dus gepaard met een opbrengstdepressie.

In de tweede periode is geen duidelijke volgorde te onderkennen. In de som van beide perioden echter komt de pH-volgorde, met een optimum in het midden, naar voren.

	4	2	5	6	1	3
opbrengst 1952-1967	96,2	98,6	99,5	105,4	101,4	99,6

De tweede periode corrigeert dus de eerste zodanig, dat in hun som het pH-effect overheerst. Het pH-traject is dan ook zo groot, dat een overheersende invloed daarvan te verwachten is. Echter in de eerste periode was toch de invloed van de kool, via de humushuishouding, sterker.

Bij de beoordeling van deze uitkomsten diene men te bedenken, dat hier eenmalig dusdanig hoge giften zijn toegediend, dat men eerder kan spreken van het tot stand brengen van verschillen in bodemtoestand dan van bemesting. Bij herhaalde giften van normale grootte zullen wel dezelfde invloeden werkzaam zijn, maar zullen zij elkaar op andere wijze doorkruisen.

De onttrekkingen

Wij zullen thans zien, hoe de onttrekkingen zich in dit verband gedroegen. In tabel 26 staat wat voor de stikstof werd verkregen in kg/ha, voor het gehele gewas (behalve waar anders is vermeld en bij aardappelen, waar alleen N in de knol wordt gegeven) en voor alle sneden bij gras en klaver.

Tabel 26

	1	2	3	4	5	6
1949 Wortelen	308	326	238	297	230	308
1950 Rogge	188	160	337	160	339	260
1951 Rogge	116	88	111	93	128	124
1952 Gerst(alleen korrel)	(115)	(117))	131))	110)	(135)	(134)
1953 Aardappelen	143	161	177	168	197	205
1954 W.w. raaigras	239	198	229	187	213	195
1955 Wortelen	166	156	145	175	166	159
1956 Aardappelen	134	123	138	128	146	150
1957 Br.bonen	275	249	219	259	258	290
1958 R.Klaver	300	299	333	324	288	297
1959 Aardappelen	203	188	196	193	196	203
1961 Wortelen	126	130	131	127	140	144
1962 Aardappelen	149	134	145	126	145	152
1963 W.w. raaigras	161	147	172	153	148	154
1964 R.Klaver	442	446	394	441	400	423
1965 Aardappelen	158	162	156	156	143	152
1966 Haver (alleen korrel)	(77)	(77)	(80)	(66)	(72)	(80)
1967 Wortelen	164	158	162	153	153	165

In het eerste jaar, 1949, was de levering door de tuingrond zelf, blijkens object 1, zeer hoog; de verse produkten bonden N. De levering door de grond liep snel terug. In 1950 leverden de verse produkten een grote hoeveelheid stikstof. Over de eerste drie jaren tezamen is de levering in totaal door de ongebroeide composten en stalmest 80 kg meer, door de gebroeide 50 kg minder dan door object 1; hierbij dient bedacht te worden, dat in deze periode object 1 normaal bemest werd en de andere objecten niet. De sommen van de onttrekkingen zijn - voorzover bekend - vermeld in tabel 27.

Tabel 27

	1	2	3	4	5	6
1948 - 1951	612	574	686	550	697	692
1952 - 1957	1072	1004	1039	1027	1115	1133
1958 - 1967	1780	1741	1769	1739	1685	1770
Totaal	3464	3319	3494	3316	3497	3595

Over 1952 tot 1957 vertonen de N-onttrekkingen, evenals de opbrengsten, de invloed van de kool: de groep 2-3-4 ligt gemiddeld 101 kg lager dan 5 en 6 of 17 kg N per jaar.

Twee aan twee vertonen de composten in de totale onttrekking over de gehele proefduur een merkwaardige gelijkheid. De volgorde der objecten is

Gebroeid	Object I	Ongebroeid	Stalmest
3317,5	3464	3496,5	3595

De ongebroeide composten hebben gedurende 20 jaar gemiddeld 10 kg N per jaar meer geleverd dan de gebroeide, en stalmest nog 5 kg meer dan de ongebroeide. Deze stikstoflevering loopt uiteraard via de humus en is geen levering zonder meer uit de toegediende organische produkten. Gemiddeld per jaar liggen de onttrekkingen rond 190 kg N per ha. Daar in de totale opname in object 1 nog de opname van de drie eerste jaren zit moet voor de onderlinge vergelijking de totale opname verminderd worden met een onbekend bedrag. Daardoor is het voor de eerste drie jaren niet uit te maken of de gebroeide composten stikstof gebonden of geleverd hebben. Daarna hebben zij tot het eind der proef stikstof gebonden. Ook de andere objecten dalen geleidelijk, zij het in ongelijk tempo, tot aan of tot beneden het peil van object 1.

Van enkele andere bestanddelen worden voor de onttrekking de jaargemiddelden over de gehele proefperiode in tabel 28 vermeld in kg/ha.

Tabel 28

	1	2	3	4	5	6
P_2O_5	76	68	75	67	71	84
MgO	33	33	32	35	30	34
K_2O	323	305	316	297	296	316
CaO	128	132	122	133	128	130

Van MgO en CaO wordt door de gebroeide composten meer geleverd dan door de ongebroeide. Bij P_2O_5 is het andersom; deze vertoont echter de volgorde van het P-getal en staat dus, als dit, onder pH-invloed.

Opvallend is, dat alle objecten een kleinere kaliontrekking opleveren dan object 1.

Samenvatting

In deze proef werd gedurende 19 jaren vervolgd wat de gevolgen waren van een eenmalige toediening van vijf verschillende organische meststoffen naar 1000 ton per ha. Daaronder waren 4 composten, 2 gebroeide en 2 ongebroeide, en stalmest. De grond was een als tuingrond benutte zandgrond, met bij het begin van de proef het hoge humusgehalte van ruim 7%. Door de hoge giften werd deze grond in een geheel andere conditie gebracht, waarvan de gevolgen, ook na 19 jaren, nog duidelijk aanwezig waren.

De vijf produkten voerden ongelijke hoeveelheden organische stof en kool aan. Er waren drie objecten met veel kool en 3 met weinig of geen huisbrandkool. Deze beide groepen onderscheidden zich in het verloop der humusgehalten. De eerste groep vertoonde (na de aanvankelijke daling door de humificatie, die evenwel niet met behulp van analyses vastgesteld werd) een stijging tot 8 jaar na het inzetten der proef gevolgd door een vrij sterke daling. De tweede groep vertoonde direct een - minder sterke - daling.

De aanvankelijke stijging in de eerste groep was het gevolg van het geleidelijk incorporeren van de kool in het humuslichaam, waarbij de kool geen kool bleef maar werd tot een humusverbinding met een hoog C-gehalte en een laag N-gehalte.

Als gevolg van deze humusvermeerdering gaat de humusafbraak stijgen totdat deze de toename overtreft, waarna de daling intreedt.

Op grond van deze processen heeft de eerste groep een hogere verhouding humus:N dan de tweede. Beide groepen onderscheiden zich op dezelfde wijze in de als grof zand bepaalde fraktie, als gevolg van de as die op dezelfde wijze variëert als de kool.

In de tijd, dat in de eerste groep de humusgehalten stijgen, worden de produkties gedrukt, evenals de opname van stikstof door de gewassen.

Een andere eigenschap met een verstrekkende invloed is de pH. Deze vertoont een sterk verband met de totale hoeveelheid niet-organische bestanddelen in de organische produkten. Als gevolg hiervan variëren in dezelfde volgorde mee het basenbindende vermogen (T), het basengehalte (S), de verzadigingsgraad (V) en P-totaal.

Van deze grootheden overweegt in opbrengsteffect de pH, welke zijn optimum heeft in het midden van het bestreken traject. Over de gehele proefperiode overdekt dit effect dat van de kool.

De tot humus geworden kool verkrijgt dezelfde T per gewichtseenheid als de overige humus. In dit opzicht onderscheidden zich slechts twee synthetische composten (samengesteld uit papier, stookresten en aardappelschillen), waarvan één gebroeid en één ongebroeid. Deze veroorzaakten een lagere T per gewichtseenheid humus dan de drie overige produkten, wat wordt toegeschreven aan de aard van het gebruikte papier.

Een belangrijke conclusie is, dat terwijl de kool en de niet-organische bestanddelen in de gebruikte produkten belangrijke verschillen teweegbrachten in de opbrengstresultaten, dit niet het geval was met de organische stof. Of deze gefermenteerd was of niet, kunstmatig of van natuurlijke herkomst of van stalmest, dit maakte geen verschil.

Dit was wel het geval bij de stikstoflevering. Deze was bij de ongebroeide produkten over de gehele negentienjarige periode hoger dan bij de gebroeide en onbemest, terwijl dit bij stalmest nog weer hoger lag. Bij de hoge N-levering door deze tuingrond en naast de beide andere genoemde sterkere effecten, kwam dit in de opbrengst evenwel niet tot uiting.

2. *Vakproef met diverse composten*

Deze proef, VP 169, werd in Kortleven (1956) beschreven op pp.180 e.v. Zij werd genomen in vakken van 0,5 x 0,5 m en 1 m diep. Deze werden gevuld met 70 cm ondergrondzand. Nadat dit gedurende enige wintermaanden bezakt was, werd op de ondergrond de voor de proef gebruikte grond aangebracht tot 5 cm onder de rand. Dit gebeurde in februari 1949. Daar ook de onderzochte composten in voorjaar 1949 werden gegeven en verder ook steeds in het voorjaar, wordt de proef, die 1949 als eerste proefjaar had, geacht te zijn begonnen in (najaar) 1948.
Gebruikt werden twee grondsoorten, zand en zavel of klei. Enige analytische gegevens zijn vermeld in tabel 29.

Tabel 29

	Zand	Zavel
Humus (glv. resp. el.)	7,0	1,8
Grof zand	68	15
Fijn zand	19	65
Afslibbaar	6	18
$CaCO_3$	0,04	0,04
pH-H_2O	5,95	6,10
P-get	3	1
P-citr	50	23
K-get.resp.-geh.	28	0,012

Op beide kwamen de volgende objecten:

1 geen compost (in viervoud)
2 VAM-compost
3 Raspcompost ongebroeid
4 Boerderijcompost
5 Stadsvuil-slibcompost

In de objecten 2-5 was er op elke grondsoort één vak per composttrap. Er waren 4 trappen, resp. 25-50-75-100 ton per ha per keer, eenmaal per drie jaar.

Van de composten zijn enkele analyses vermeld in tabel 30 van de beide in voorjaar 1949 en voorjaar 1952 toegediende giften.

Tabel 30

	2	3	4	5
Totaal N	0,30-	0,40-	0,85-	0,55-
P_2O_5 min	0,35-	0,40-	0,50-	0,35-
K_2O water	0,25-	0,30-	0,55-	0,15-
Vocht	20,9 -30,8	13,6 -27,4	65,0 -44,9	59,6- 60,5
Org.stof	2,6 - 3,8	5,2 - 5,7	16,4 - 7,6	8,8 -13,8
Huisbrandkool	24,8 -19,5	25,7 -22,0	1,3 - 0,7	9,3 - 2,1

Na deze twee giften werden, omdat de proef te zwak was, de vier composten vervangen door VAM-compost met dezelfde trappen en intervallen, zodat er daarna 4 vakken per trap waren. De eerste gift hiervan vond plaats voorjaar 1955; het laatste grondonderzoek voor de omzetting was in eind 1953, het eerste erna in eind 1958.

Naast de boven beschreven 40 vakken (20 per grondsoort) waren er per grondsoort nog 2 vakken die een duplicaat vormden van de hoogste trap van de objecten 2 en 3, welke echter zonder bebouwing bleven; ook hier werd te beginnen met 1955 VAM-compost gegeven.

Bij de eerste drie giften werd compensatie voor de voedende bestanddelen toegepast, en wel gelijk voor alle composten (wat uiteraard niet juist is, zie boven). Met ingang van de gift in voorjaar 1958 werd de compensatie afgeschaft. De beide grondsoorten kregen steeds dezelfde bemesting, ook de vakken zonder begroeiing.

De proef heeft gelopen tot eind 1967, met uitzondering van de niet bebouwde vakken. Deze zijn gehandhaafd en worden nog ongewijzigd voortgezet, maar thans zonder minerale bemesting.

Grondonderzoek

(a) De humusgehalten. Gebruikt is een zandgrond, met een hoog humusgehalte. Vermoedelijk is dit van oorsprong venig grasland. Omstreeks 1920, toen de grond reeds enige tijd als bouwland in gebruik was, werd een humusgehalte van 8 à 9% vermeld, zodat het reeds lang dalende was toen de proef begon.
De zavel had een laag humusgehalte.

In elke trap is na de vereenvoudiging van de proef één vak van elk der oorspronkelijke vier composten opgenomen. De ene overblijvende compost was vanaf 1955 dezelfde als die van het oorspronkelijke object 2. Echter is na die tijd de VAM-compost zich meer en meer gaan bewegen in de richting van de samenstelling van de groep 4 en 5, wat betreft organische stof en kool, nl. een stijgend gehalte aan organische stof en een dalend gehalte aan kool, dit als gevolg van de optredende wijzigingen in de samenstelling van het huisvuil: zo hadden de vier composten over de twee giften gemiddeld 8% nos en 13% kool, wat later normaal was voor VAM-compost. De proef wordt daarom wat de humusgehalten betreft, in eerste instantie behandeld alsof de compost

van 1949 tot 1967 van uniforme samenstelling is geweest. Wij hebben dan per trap 4 herhalingen. In tabel 31 staan de verkregen cijfers vermeld.

Tabel 31.

	1948	1951	1953	1958	1960	1963	1966	1967	Gem. 1951-1967
Zand									
0	7,0	7,2	6,9	6,8	6,8	6,4	7,1	6,2	6,8
1	"	7,3	7,2	7,5	7,9	7,2	7,3	6,4	7,3
2	"	7,3	7,5	7,9	8,6	7,6	7,5	7,2	7,7
3	"	7,4	7,6	8,0	8,8	8,0	8,0	7,6	7,9
4	"	7,5	7,8	8,2	8,6	8,0	8,2	8,0	8,0
4 onbegr.	"	7,6	8,0	8,1	9,4	8,4	8,7	8,2	8,3
Klei									
0	1,8	1,9	1,9	1,7	1,8	2,1	2,5	2,2	2,0
1	"	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4	2,9	2,6	2,3
2	"	2,0	2,2	2,2	2,4	2,7	3,0	2,9	2,5
3	"	2,2	2,4	2,4	2,8	3,0	3,4	3,6	2,8
4	"	2,1	2,5	2,6	3,0	3,3	3,9	4,2	3,1
4 onbegr.	"	1,8	2,1	2,2	2,5	2,9	3,0	3,4	2,4

Op het zand stijgen de gehalten met compost tot 1960; daarna dalen zij. Op de klei stijgen zij tot het einde van de proef.
Er werd vereffend alsof de verbanden lineair waren.
Om de boven gesignaleerde complicaties en om het geringe aantal punten per periode werd vereffening op een moeilijker functie niet verantwoord geacht.

Tot aan 1960 zijn de humusgehalten zonder compost bij beide grondsoorten zo te zien constant. Daarom werd de vereffening van de periode 1949 tot 1960 uitgevoerd aan de hand van de functie $h = ix_t x_c + c$. Hierin is x_t de tijd in jaren gerekend vanaf 1948 en is de eenheid van x_c 25 ton compost. De waarden 7,0 en 1,8 voor 1948, die afkomstig zijn van monsters uit de hopen grond van waaruit de bakken gevuld zijn, zijn slechts eenmaal in rekening gebracht (en niet vijf maal).

De periode 1960 tot 1967 is vereffend op $h = ax_t + bx_c + ix_t x_c + c$, omdat bij $x_t = 0$ (dat is hier 1960) een compostinvloed aanwezig is en bij $x_c = 0$ een tijdsinvloed.

De uitkomsten zijn in tabel 32 vermeld.

Tabel 32

	Zand	Klei
1949-1960		
i	+ 0,038 ± 0,004	+ 0,022 ± 0,001
c	+ 7,032 ± 0,079	+ 1,897 ± 0,023
1960-1967		
a	- 0,096 ± 0,029	+ 0,060 ± 0,020
b	+ 0,425 ± 0,056	+ 0,270 ± 0,039
i	–	+ 0,022 ± 0,008
c	+ 7.064 ± 0,179	+ 1,890 ± 0,095

Het resultaat van de vereffeningen is, met de werkelijk gevonden punten, uitgezet in fig. 3.
De beide perioden sluiten in het aan beide gemeenschappelijke jaar 1960 goed bij elkaar aan. Bij de klei is deze aansluiting bijna volmaakt. Ditzelfde geldt voor de ligging der punten ten opzichte van de lijnen. Bij het zand liggen deze grilliger dan bij de klei en dat vooral in de zestiger jaren (zoals steeds weer gevonden wordt).
Evenwel zijn alle gebruikte parameters zeer betrouwbaar vastgesteld.
Zonder compost blijft op beide grondsoorten het humusgehalte constant tot 1960, daarna gaat het dalen bij zand en stijgen bij de zavel.

De compost verhoogt bij beide het humusgehalte tot aan 1960, echter op zand sterker dan op klei. Na 1960 gaat het op zand dalen en wel even sterk in absolute zin op alle trappen (incl. de nultrap); op klei gaat het sterker stijgen dan tevoren en door de interactie des te sterker, naarmate de composttrap hoger is.

Afzonderlijke vermelding verdienen de vakken zonder begroeiing, daar deze niet na 1967 beëindigd zijn, maar ongewijzigd doorlopen.

In de beginperiode bestonden deze bij beide grondsoorten uit een bak met VAM-compost en een bak met raspcompost. Beide composten behoorden dus tot de later te vermelden groep van objecten, aangeduid als de groep 2-3 met hoog koolgehalte en hadden onderling een gering verschil in gehalte aan nos en kool. Bij de voortzetting vanaf 1955 bleef 2 geheel ongewijzigd (en 3 weinig) behoudens de wijziging in samenstelling van de VAM-compost, die geleidelijk ging optreden. In deze bakken werd dus naarmate de tijd vorderde, compost toegediend met meer nos en minder kool.

De vastgestelde humusgehalten zijn:

	1948	1951	1953	1958	1960	1963	1966	1967	1969
Zand	7,00	7,60	7,95	8,05	9,45	8,35	8,75	8,25	8,40
Klei	1,80	1,80	2,10	2,15	2,50	2,85	3,00	3,35	4,35

Deze gehalten zijn weergegeven in fig. 4.

Bij het zand zou men, zonder het jaar 1960, concluderen tot een stijging tot aan een evenwicht.
Met inbegrip van 1960 komt men tot een stijging gevolgd door een daling (functies $h = 0,164t + 7,02$ en $h = -0,102t + 9,15$). Het verdere verloop moet hier uitkomst brengen.
In elk geval overtreft bij zand tot aan 1960 de uit de compost gevormde humus de afbraak. Bij de klei blijkt het humusgehalte steeds sneller te gaan stijgen.

In fig. 4 zijn bij het zand weergegeven de lijnen die volgen uit de lineaire vereffening en is bij de zavel op het oog een lijn door de punten getrokken.

Voor geen van beide grondsoorten staat het vast of op juiste wijze vereffend is. Verdere bepalingen dienen te worden afgewacht.

(b) N-gehalte. N-totaal werd viermaal bepaald. Gevonden werden in tabel 33 vermelde cijfers (x 1000).

Tabel 33

Object	Zand				Zavel			
	1951	1953	1958	1967	1951	1953	1958	1967
0	222	216	222	195	109	106	105	108
1	226	215	238	208	110	107	110	133
2	227	222	238	223	113	110	118	148
3	230	218	238	243	115	114	126	170
4	234	230	248	258	117	125	136	190
4 braak	229	218	234	250	114	114	119	185

De quotiënten humus:N-totaal worden dan als in tabel 34 vermeld.

Tabel 34

Object	Zand				Zavel			
	1951	1953	1958	1967	1951	1953	1958	1967
0	32	32	30	32	18	17	16	21
1	33	33	32	30	18	21	18	19
2	32	34	33	32	18	20	19	20
3	32	35	34	31	19	21	19	21
4	32	34	33	31	18	20	19	22
4 braak	33	37	34	33	17	19	18	18

De stikstofgehalten worden door de composttrappen verhoogd op beide grondsoorten, terwijl zij ook in de tijd stijgen onder invloed van compost.
In de gehalten en de verhoudingen bestaat een groot verschil tussen zand en klei. Binnen elke grondsoort echter is er bij de verhoudingen opvallend weinig variatie; gemiddeld zijn zij voor de begroeide objecten 32 bij zand 19 bij klei.

Nu kunnen behalve de humus ook de afslibbare delen stikstof binden, wat vooral in de zavel een rol kan spelen. Er werd daarom tastenderwijs nagegaan of de relevante factoren grondsoort, begroeiing, compost en tijd de stikstofgehalten van humus en slib en de verhouding tussen die twee beïnvloeden. Deze gehalten (in % van humus resp. slib) worden aangeduid met x en y. Er zijn nu verschillende combinaties van twee uitgezocht om uit 2 vergelijkingen met 2 onbekenden waarden voor x en y te vinden (tabel 35). De eerste vier tweetallen betreffen gemiddelden over alle jaren, de laatste vier gemiddelden over alle objecten.

Er komt slechts in één geval een sterk afwijkende verhouding naar voren. Gemiddeld bindt humus onder alle omstandigheden tienmaal zoveel stikstof per eenheid als afslibbaar.

Tabel 35

	Combinatie	x	y	x:y
Nulobject	zand-klei	2,795	0,289	9,7
Zand	nul-braak	2,814	0,257	10,9
Klei	nul-braak	3,949	0,170	23,2
Braak	zand-klei	2,701	0,362	7,5
1951	zand-klei	2,850	0,296	9,6
Zand	1951-1967	2,840	0,261	10,9
Klei	1951-1967	2,011	0,209	9,6
1967	zand-klei	2,690	0,374	7,2
	Gemiddeld	2,831	0,277	10,2

Of dit algemeen geldend is, is hiermede niet bewezen. Het wordt echter voor het materiaal, dat wij onder handen hebben als geldend aangenomen.

Wij kunnen nu nauwkeuriger het gedrag van de humus nagaan door afslibbaar, gedeeld door tien, op te tellen bij humus en deze som te delen op stikstof om zodoende N in % van humus te krijgen. (N.B. dat van slib is dan steeds 1/10 hiervan).

Wij krijgen nu de in tabel 36 weergegeven N-gehalten in humus.

Tabel 36

	Zand					Klei				
	1951	1953	1958	1967	Gem.	1951	1953	1958	1967	Gem.
0	2,80	2,81	2,88	2,74	2,81	2,85	2,62	3,05	2,72	2,80
1	2,79	2,71	2,89	2,84	2,81	2,76	2,68	2,91	3,01	2,84
2	2,82	2,71	2,72	2,72	2,74	2,91	2,72	3,23	3,16	3,00
3	2,92	2,62	2,73	2,87	2,78	2,84	2,67	3,19	3,18	2,98
4	2,91	2,72	2,75	2,87	2,81	2,90	2,95	3,20	3,18	3,07
4 braak	3,09	2,52	2,66	2,73	2,73	3,07	2,87	2,94	3,63	3,16
Gem.	2,86	2,69	2,77	2,80	2,77	2,87	2,74	3,09	3,12	2,94

Bij het zand is geen enkele invloed aanwezig en heeft alle humus, van welke herkomst ook, hetzelfde N-gehalte van 2,8%; dit is ook onafhankelijk van de aanvankelijke stijging en daling daarna van de humusgehalten. Bij de klei is, zonder compost, dit gehalte eveneens constant en gelijk aan dat bij zand. Onder invloed van compost stijgt het in het laatste gedeelte van de proef.

Het N-gehalte van humus omzettende in het hiervoor steeds gebruikte quotiënt humus:N, is dit bij zand steeds en onder alle omstandigheden 36. Bij klei met begroeiing maar zonder compost, is het hieraan gelijk. Bij klei met compost daalt het en des te meer naarmate het compostgebruik langer wordt voortgezet; zo is het op de hoogste trap bij het afsluiten der proef 31.

Het beeld is dus wel geheel anders dan bij de tevoren berekende humus:N verhoudingen, toen geen rekening werd gehouden met de gehalten aan afslibbaar.

Als geheel zijn de verschillen tussen de grondsoorten niet groot genoeg om van twee verschillend geaarde soorten humus te kunnen spreken. Hierop moet men nl. bedacht zijn, te meer daar voor beide grondsoorten ook nog geheel verschillende analysemethoden voor humus worden toegepast.

(c) Basenbindend vermogen. Het quotiënt humus:N kan beschouwd worden als een maat voor de humuskwaliteit. Een andere maat hiervoor is het basenbindend vermogen (T). De T werd in dezelfde jaren bepaald als N-tot. Verkregen werden de in tabel 37 weergegeven cijfers.

Tabel 37

	Zand					Zavel				
Object	1948	1951	1953	1958	1967	1948	1951	1953	1958	1967
0	17,7	17,1	16,6	18,1	18,1	15,0	13,2	11,4	13,8	14,6
1	"	17,6	17,0	19,2	19,0	"	13,5	12,7	14,6	15,1
2	"	17,6	17,2	19,8	19,9	"	13,8	13,5	14,6	17,8
3	"	17,2	19,1	19,0	19,3	"	14,0	13,7	14,8	17,6
4	"	17,2	18,3	20,1	21,2	"	14,8	13,6	15,6	17,0
4 braak	"	17,0	17,2	20,0	20,5	"	13,8	12,6	15,4	16,8

Om de humuskwaliteit te karakteriseren moet T worden uitgedrukt per eenheid humus. Maar ook afslibbaar draagt bij tot T. Meestal wordt aangenomen dat T per eenheid humus 4x zo groot is als per eenheid afslibbaar. Wij zullen dit nagaan door naast de factor 4 ook de factor 2 aan te nemen. Met de factor 2 kregen wij bv. in 1948 bij zand voor T per eenheid afslibbaar terwijl afslibbaar 5,8, humus 7,0 en T 17,7 is 17,7:(5,8+2x7,0) = 0,72 en per eenheid humus 2 x 0,72 = 1,44. De waarden voor afslibbaar per jaar op deze wijze verkregen in de nulobjecten worden per jaar aangehouden voor de overige objecten, waarbij in elk geval voor de drie grootheden de werkelijke gevonden waarden worden aangehouden.

Aldus vinden wij voor T per eenheid humus de cijfers van tabel 38.

Bij het zand treden geen verschillen op; hier is in dit opzicht, evenals bij de N-gehalten, alle gloeiverlies ongeacht herkomst en ook ongeacht de stijging en daling in deze gehalten, van dezelfde kwaliteit.
Bij de zavel hebben aanvankelijk de compostobjecten de T per eenheid verhoogd; in 1967 echter is dit afgelopen.
Bij de N-gehalten zagen wij, dat deze juist meer naar voren kwamen naarmate de tijd en het aantal compostgiften voortschreden.

Tabel 38

	Zand					Zavel				
	1948	1951	1953	1958	1967	1948	1951	1953	1958	1967
Factor 2										
0	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,4	1,1	1,0	1,3	1,3
1	"	1,6	1,6	1,7	1,7	"	1,2	1,5	1,5	1,2
2	"	1,6	1,5	1,6	1,7	"	1,5	1,8	2,1	2,1
3	"	1,5	1,8	1,6	1,5	"	1,5	1,7	1,7	1,6
4	"	1,5	1,6	1,6	1,5	"	1,7	1,8	1,7	1,2
4 braak	"	1,4	1,5	1,6	1,5	"	1,7	1,6	1,3	1,5
Factor 4										
0	2,1	1,9	1,8	2,0	2,2	2,4	2,0	1,7	2,3	2,2
1	"	1,9	1,9	2,1	2,0	"	2,0	2,1	2,3	1,9
2	"	1,8	1,8	2,0	2,1	"	2,2	2,4	2,7	2,7
3	"	1,9	2,1	2,0	1,9	"	2,1	2,3	2,3	2,1
4	"	1,8	1,9	1,9	1,9	"	2,4	2,3	2,3	1,6
4 braak	"	1,7	1,7	2,0	1,9	"	2,5	2,2	2,0	2,1

Het valt op, dat beide kwaliteitsfactoren N-gehalte en T, voor beide grondsoorten van dezelfde orde van grootte zijn, zodat wij geneigd zijn te veronderstellen, dat wij met dezelfde humus te maken hebben ondanks de verschillen in bepalingsmethodiek en ondanks verschil in grondsoort.

(d) Differentiatie van humus, N en T. Bij het vereenvoudigen van de proef in 1955 werd uitgegaan van de veronderstelling dat in de eerste periode de teweeggebrachte verschillen binnen elk der trappen wel spoedig in het niet zouden verzinken in verhouding tot de na de wijziging te ontstane verschillen tussen de trappen.
Er waren dan ook bij de wijziging nog geen duidelijke verschillen aanwezig, althans werden zij niet onderkend. Hoewel zij er wel waren, zoals pas later duidelijk werd en zij hun invloed hebben doen gelden tot het afsluiten van de proef, hebben zij niet storend gewerkt op de resultaten van de trappen over de gehele proefperiode, wanneer, zoals hiervoor gedaan is, ook in de eerste periode, de vier composten tezamen worden genomen.

Deze vier composten lopen sterk uiteen in hun gehalten aan nos en kool. Zij zijn in dit opzicht te splitsen in twee duidelijk gescheiden groepen. Gemiddeld over beide giften waren de gehalten:

	nos	kool	gloeiverlies
composten 2 en 3	4,33	23,-	27,33
" 4 en 5	11,65	3,35	15,-

Wij zullen nu de humusgehalten in deze beide groepen vergelijken en deze vergelijking doortrekken tot het einde van de proef.

In de tweede periode kan humus ontstaan uit de uniform gegeven VAM-compost en uit de begroeiing (voorzover aanwezig). Er wordt dus nagegaan de nawerking van nos en kool uit de eerste periode bij gelijke behandeling in de tweede. Dit betreft op de hoogste trap nog altijd de nawerking van 200 ton van elk der beide groepen van composten, met in de groep 2-3 8,66 ton nos en 46,0 ton kool tegen in de groep 4-5 23,3 ton nos en 6,7 ton kool. De verschillen ter grootte van 14,64 ton nos tegenover 39,3 ton kool zijn zeker niet onaanzienlijk.

In de opstelling van tabel 39 heeft onbemest 4 vakken, de beide groepen op elke trap 2 en onbegroeid van trap 2-3 eveneens 2 (alles per grondsoort). Waar nodig worden dienovereenkomstig gewichten toegekend.
Op het zand zijn steeds, tot aan 1967, de composten met veel kool het hoogst, op de zavel daarentegen die met veel nos. Voorts heeft bij het zand de begroeiing geen invloed, terwijl deze bij de zavel verhogend werkt.

Er zijn dus door de beide eerste gedifferentiëerde giften verschillen van blijvende aard ontstaan, die in 1967, na 5 uniforme giften van VAM-compost, nog aanwezig zijn.

Wij willen nu deze verschillen verder analyseren en stellen daartoe voor het humusgehalte $H = ax + by + cz + p$. Hierin zijn x en y nos en kool, met als eenheid 1 ton nos resp. kool over beide giften in de eerste periode; z is de begroeiing met waarden 1 en 0; p is een restterm voor een fictiefobject zonder compost en zonder begroeiing.
De termen met x en y geven aan de uit compost - in beide perioden - ontstane humus verdeeld op basis van de verhoudingen tussen nos en kool in de eerste periode. Hun parameters kunnen dus toenemen in de tweede periode als er dan meer humus te verdelen valt.
De bewerking zal niet in zijn geheel worden weergegeven. Hij werd in etappes uitgevoerd. Eerst werden de beide grondsoorten jaar voor jaar bewerkt. De uitkomsten deden in de tijd een verloop der parameters zien.
Daarom kan het gehele materiaal incl. de braakobjecten gezien worden als een functie van de vorm:

$$H = ax + by + cz + p + i_1x_t^2x + i_2x_t^2y + i_3x_t^2z + i_4x_t^2p + i_5x_tx + i_6x_ty + i_7x_tz + i_8x_tp$$
$$= (i_1x_t^2 + i_5x_t + a)x + (i_2x_t^2 + i_6x_t + b)y + (i_3x_t^2 + i_7x_t + c)z + (i_4x_t^2 + i_8x_t\ i)p$$

Hierin verlopen alle parameters in de tijd volgens een kwadratische functie. De eenheid van x_t is een jaar, te rekenen voor de zavel vanaf $x_t = 0$ in 1954, het wijzigen van de proef, en voor het zand vanaf $x_t = 0$ in 1960, het inzetten van de daling der humusgehalten.
Weergegeven worden slechts de uiteindelijk zeer significante parameters (groter dan driemaal hun fout):

Tabel 39a. Trappen 0-4; begroeid

Trap	1948	1951	1953	1958	1960	1963	1966	1967	Gem. '51-'67	
Zand, groep 2-3										
0	7,0	7,18	6,95	6,85	6,83	6,58	7,13	6,23	6,82	
1	"	7,40	7,40	7,30	7,85	7,65	7,35	6,70	7,38	
2	"	7,15	7,45	8,10	8,85	7,60	8,05	7,15	7,77	
3	"	7,50	7,70	8,35	9,00	8,10	8,00	7,25	7,99	
4	"	7,60	7,65	8,45	9,40	8,25	8,75	8,60	8,39	
A 1-4 gem.	"	7,41	7,55	8,05	8,79	7,90	8,04	7,43	7,88	
Zand, groep 4-5										Groep 2/3-4/5
1	"	7,15	7,05	7,65	8,00	6,75	7,25	6,05	7,13	0,25
2	"	7,35	7,50	7,65	8,35	7,60	6,90	7,30	7,52	0,25
3	"	7,30	7,45	7,60	8,45	8,00	7,90	7,85	7,71	0,28
4	"	7,45	7,70	7,90	7,85	7,70	7,70	7,30	7,76	0,63
B 1-4 gem.	"	7,31	7,43	7,70	8,16	7,51	7,49	7,13	7,55	
A-B		0,10	0,12	0,35	0,62	0,39	0,60	0,30		0,35
Zavel, groep 2-3										
0	1,8	1,90	1,90	1,73	1,85	2,10	2,48	2,23	2,03	
1	"	2,15	2,15	1,95	2,30	2,25	3,05	2,50	2,32	
2	"	1,90	2,05	2,10	2,50	2,70	3,00	2,90	2,45	
3	"	2,10	2,30	2,25	2,65	2,90	3,10	3,40	2,67	
4	"	2,05	2,35	2,35	2,95	3,40	3,65	4,05	2,96	
C 1-4 gem.	"	2,05	2,21	2,16	2,59	2,81	3,20	3,21	2,60	
Zavel, groep 4-5										Groep 4/5-2/3
1	"	2,00	2,15	2,10	2,20	2,50	2,75	2,70	2,34	0,02
2	"	2,05	2,25	2,20	2,35	2,60	3,00	2,95	2,49	0,04
3	"	2,20	2,40	2,45	2,90	3,05	3,75	3,75	2,93	0,26
4	"	2,05	2,65	2,75	3,05	3,15	4,10	4,30	3,15	0,19
D 1-4 gem.	"	2,08	2,35	2,38	2,63	2,83	3,40	3,43	2,73	
D-C		0,03	0,14	0,22	0,04	0,02	0,20	0,19		0,13

Tabel 39b. Trap 4; begroeid en onbegroeid groep 2-3

	1948	1951	1953	1958	1960	1963	1966	1967	Gem. '51-'67
Zand begroeid	7,0	7,60	7,65	8,45	9,40	8,25	8,75	8,60	8,39
" onbegroeid	7,0	7,60	7,95	8,05	9,45	8,35	8,75	8,25	8,34
Zavel begroeid	1,8	2,05	2,35	2,35	2,90	3,40	3,65	4,05	2,96
" onbegroeid	1,8	1,80	2,10	2,15	2,50	2,85	3,00	3,35	2,54

	Zand	Zavel
a	+ 0,0404 ± 0,0089	+ 0,0331 ± 0,0048
b	+ 0,0340 ± 0,0035	–
i_1	–	+ 0,00025 ± 0,00004
i_6	–	+ 0,0016 ± 0,0001
i_7	–	+ 0,0513 ± 0,0063
i_8	– 0,1217 ± 0,0223	–
p	+ 7,2882 ± 0,1411	+ 1,6218 ± 0,0666

De functies zijn:

zand: $H = +0{,}0404\ x_{nos} + 0{,}0340 y_{kool} + (7{,}2882 - 0{,}1217 x_t)$

zavel: $H = (+0{,}00025 x_t^2 + 0{,}0331) x_{nos} + 0{,}0016 x_t\ y_{kool}$

$+ 0{,}0513 x_t z + 1{,}6218.$

Bij het zand hebben kool en nos uit de eerste periode een blijvende verhoging van de humusgehalten gegeven, die constant is en niet wordt aangetast. De begroeiing vormt geen humus. Echter daalt het humusgehalte bij afwezigheid van compost lineair en dalen door het ontbreken van interacties de compostobjecten even sterk mee (evenals in fig. 3) zodat er ook geen nieuwvorming uit compost is.
Bij de zavel is de situatie geheel anders.
Zonder compost en begroeiing is het humusgehalte constant. De begroeiing vormt humus. Ook de compost vormt humus. Was nu de laatste onafhankelijk van de verhouding nos:kool in de eerste periode dan zouden de coëfficiënten van x en y op dezelfde wijze en even sterk stijgen omdat dan slechts een stijgende hoeveelheid in constante verhouding verdeeld zou worden en dit is niet het geval; de coëfficiënt van x stijgt kwadratisch, die van y lineair. Die van x is daarbij steeds veel groter dan die van y of met andere woorden, aan de humus uit nos in de eerste periode, wordt van de nieuwvorming van humus uit compost in de tweede periode meer humus toegevoegd dan aan die uit kool.
Het is mogelijk, dat dit verband houdt met het feit, dat de in de tweede periode uitsluitend gebruikte VAM-compost geleidelijk rijker wordt aan nos en armer aan kool.
Het zou ook denkbaar zijn, dat de tussen beide grondsoorten gevonden aanmerkelijke verschillen in verband zouden staan met verschil in analysemethode (enerzijds gloeien bij 105°C, anderzijds oxyderen met $KMnO_4$ en H_2SO_4) zodat niet dezelfde of niet evenveel humus bepaald zou worden. De bepalingen van N en T per eenheid humus wezen echter niet in deze richting. Het zou trouwens evenmin kunnen verklaren, waarom uit de begroeiing op de klei wel humus ontstaat en op zand niet.
Vaststaat, dat de in de eerste periode ontstane verschillen tussen de beide groepen van objecten lang doorwerken en dat ook de kool een rol speelt.
Aangetekend zij, dat het kwadratisch zijn van de functie bij zavel aangeeft dat het splitsen in twee rechte lijnstukken in fig. 3 niet juist is.

Ook voor N-totaal werd het materiaal gesplitst in de beide groepen van composten, en dan slechts voor de beide bepalingen, die in de tweede periode vallen (tabel 40).

Tabel 40

	Zand				Zavel			
	1958		1967		1958		1967	
	2/3	4/5	2/3	4/5	2/3	4/5	2/3	4/5
N-totaal (x1000)								
0	222,0		195,0		105,0		107,5	
1	233,5	242,0	195,0	220,0	108,5	11 ,0	130,0	135,0
2	235,5	239,5	220,0	225,0	118,5	118,5	150,0	145,0
3	230,5	245,0	245,0	240,0	121,5	130,5	170,0	170,0
4	240,5	254,5	260,0	255,0	133,0	139,0	195,0	205,0
4 braak	234,5		250,0		119,0		185,0	
N in % van humus								
0	3,25		3,13		6,1		4,8	
1	3,2	3,2	2,9	3,6	5,1	5,0	5,2	5,0
2	2,9	3,1	3,1	3,1	5,7	5,4	5,2	4,9
3	2,8	3,2	3,4	3,1	5,2	5,3	5,0	4,7
4	2,8	3,2	3,0	3,5	5,7	5,1	4,8	4,8
4 braak	2,9		3,0		5,5		5,5	

Deze stikstofgehalten werden, evenals de humusgehalten, bewerkt volgens y = ax + by + cz + p, waarvan de uitkomsten zijn weergegeven in tabel 41.

Tabel 41

	Zand			Zavel			
	a	b	p	a	b	c	p
1958	1,1817	--	226,9406	1,3910	0,3367	12,0833	91,4667
1967	2,4737	0,8608	193,4468	3,5624	1,1332	- -	107,5532

De begroeiing heeft slechts bij de zavel in 1958 het N-gehalte in de grond verhoogd. Daar dit op het zand zo min het geval was als met het humusgehalte, verandert de begroeiing hier niets. Bij de zavel evenwel wordt in beide jaren het humusgehalte van de grond door de begroeiing wel verhoogd.
Door de begroeiing daalt dus op de zavel in 1967 de verhouding N:humus en stijgt humus:N.

Door nos en door kool uit de eerste proefperiode worden in 1967 op beide grondsoorten de N-gehalten van de grond verhoogd, door nos evenwel ruim driemaal zo sterk als door kool, en ook in beide gevallen in 1967 sterker dan in 1958. Bij zand en zavel is de kool in 1967 in dit opzicht

ongeveer evenver als de nos in 1958. De uit nos en kool gevormde humus vertoont bij de zavel ongeveer dezelfde verhouding humus:N, bij het zand is die voor nos lager dan voor kool.

Berekenen wij bij het zand de verhouding humus:N voor 1967, dan krijgen wij (gebruikmakend van de per jaar gevonden uitkomsten):

$$\frac{\text{Humus}}{\text{N}} = \frac{0{,}0587x + 0{,}0347y + 6{,}1394}{0{,}00247x + 0{,}000861y + 0{,}19345}$$

$$= \frac{23{,}8x \cdot 00247x + 40{,}3x0{,}000861y + 31{,}7x0{,}19345}{0{,}00247x + 0{,}000861y + 0{,}19345}$$

Voor de grond zonder compost is deze verhouding 31,7; bij nos is dit 23,8 en bij kool 40,3. Er wordt dus uit de kool humus gevormd, die nog in 1967 aanzienlijk stikstofarmer is dan de uit nos gevormde humus.

Bij de toediening is dit reeds het geval, daar in beide groepen van composten het gemiddelde stikstofgehalte op totaal gloeiverlies bedroeg 1,3 resp. 3,9% of omgekeerd de verhouding gloeiverlies:N 78 resp. 26. Dus bij veel nos is het N-gehalte hoger dan bij veel kool. In kool is het N-gehalte omstreeks 1%. Dit brengt het N-gehalte in de nos in de hier gebruikte composten op gemiddeld 4%.

De verhoudingen nos:N en kool:N waren dus bij de toediening 25 resp. 100. Deze verhouding is voor de uit nos gevormde humus practisch niet veranderd (23,8), bij de kool daarentegen reeds aanzienlijk gedaald (40,3) door aantrekking van stikstof.
Op dezelfde wijze vinden wij bij de zavel voor deze verhoudingen resp. 22,0 en 27,5. Voor de nos is de verhouding vrijwel dezelfde voor beide grondsoorten, voor de kool daarentegen is zij op zavel lager dan op zand. In de zavel is deze verhouding, uitgaande van de oorspronkelijke kool nog verder gedaald dan in het zand, door aantrekking van meer stikstof.

Tenslotte werd voor T nagegaan of er verschil tussen de beide groepen van composten kon worden vastgesteld in de jaren na de vereenvoudiging van de proef. Hiervoor waren slechts beschikbaar de jaren 1958 en 1967. Met de factor 4 (T bij humus = 4x T bij afslibbaar) werden de cijfers van tabel 42 verkregen.
Bij het zand geeft de groep 4/5, die met veel nos, in 1958 een hogere T per eenheid humus dan de groep 2/3, die met veel kool. In 1967 is dit verschil verdwenen. Bij de klei is ook reeds in 1958 geen verschil. Voor verdere analyse bleek dit materiaal niet sterk genoeg.

Tabel 44

Trap	1958	1960	1963	1967
Zand				
0	5,98	5,99	6,06	7,03
1	5,95	6,02	6,05	6,90
2	5,94	6,12	6,16	6,87
3	5,96	6,21	6,19	6,74
4	6,01	6,28	6,28	6,73
4 br.	5,80	6,03	6,02	6,62
Zavel				
0	6,36	6,00	5,92	7,18
1	6,30	6,26	6,13	7,06
2	6,33	6,50	6,14	6,99
3	6,38	6,65	6,16	6,92
4	6,36	6,76	6,24	6,80
4 br.	6,42	6,79	6,22	6,86

Tabel 44 geeft aan, dat op zand door de begroeiing een hogere pH tot stand komt (of door braak een lagere). Tevens wordt duidelijk, dat dit bij de zavel niet het geval is.

(f) Granulaire samenstelling. In de gehalten aan totaal zand en afslibbaar kwam, noch bij het zand, noch bij de zavel, verschil van betekenis voor onder invloed van de trappen. Hetzelfde was het geval bij het zand in de onderscheiding tussen grof en fijn zand.
Had de compost, wat de hoofdbestanddelen betreft dus ongeveer dezelfde samenstelling als het zand, dit was bij de zavel niet het geval. Hier was in 1967 het percentage grof zand op totaal zand in de trappen 0-4 resp. 15,5 - 17,9 - 19,6 - 23,1 - 26,6. De compost voerde dus minerale delen met - relatief - meer grof zand dan de zavel bevatte. Als gevolg hiervan verliepen de gehalten in % van het gewicht van de grond bij het afsluiten van de proef bij de zavel als in tabel 45 is weergegeven.

Tabel 45

	Grof zand	Fijn zand	Afslibbaar	Humus
0	12,4	67,9	17,5	2,2
1	14,2	65,1	18,1	2,6
2	15,5	64,0	17,6	2,9
3	18,1	60,4	17,9	3,6
4	20,6	57,1	18,1	4,2
4 braak	21,4	57,8	17,4	3,4

De grond verandert dus geleidelijk in granulaire samenstelling. Door de grote aanvoer van minerale delen wordt bovendien de grond opgehoogd, of bij gelijkblijvende bouwvoordikte, grond afgestoten naar de ondergrond. Tot en met 1967 is in de aangehouden bakken zonder begroeiing in

totaal toegediend 700 ton compost per ha. Indien deze compost voor 30% uit minerale delen bestaat is dit reeds 10% van het oorspronkelijk bouwvoorgewicht, zodat 2 cm naar de ondergrond overgegaan zal zijn. Dit is een complicatie bij het quantitatief vervolgen van de plaatsgrijpende processen.

(g) De fosfaathuishouding. Het P-getal vertoont geen duidelijke objectsverschillen. Het daalt regelmatig van 4,4 in 1951 tot 1,5 in 1967 op het zand en van 3,5 tot 2,4 op de zavel (gemiddeld over de vijf trappen).
Ook P-AL vertoont geen sterke objectsverschillen op het zand; er is in de laatste bepaling (van 1967) enige stijging in de composttrappen. Deze is meer geprononceerd in de zavel, waar deze stijging gaat van 33 bij 0-compost tot 59 op de hoogste trap. In totaal stijgt P-AL in de tijd op beide grondsoorten; zo is deze in 1967 op het zand gemiddeld 76.
P-totaal vertoont in de composttrappen een geprononceerde stijging, welke uiteindelijk in 1967 loopt van 185 bij 0-compost tot 242 op de trap 4 bij zand en van 122 tot 192 bij zavel. Ook in de tijd is P-totaal gestegen op alle trappen en bij beide grondsoorten.

(h) Kalium en magnesium. Kaligetal en kaligehalte leverden noch in de tijd, noch in de objecten noemenswaardige verschillen op. De kaligehalten lagen rond 9 bij zand en rond 12 bij zavel. De toegepaste kalicompensatie heeft dus wel goed gewerkt. Deze bedroeg gemiddeld 0,2% van het compostgewicht, wat neerkomt op een volledige compensatie van alle wateroplosbare kali in compost.
Magnesium werd niet gecompenseerd. Het steeg dan ook duidelijk in de composttrappen en ook in de tijd. In 1967 liep het gehalte aan MgO op zand van 122 op de nultrap tot 149 op trap 4, op de zavel van 139 tot 179. Het is dus in alle gevallen hoog.

De opbrengstgegevens.

De opbrengsten werden verwerkt door alle gewassen uit te drukken in % van het proefgemiddelde per jaar, deze procentwaarden per trap te middelen en daarna de gemiddelden per trap uit te drukken in % van het nulobject. Dit wordt per grondsoort afzonderlijk gedaan. Opgemerkt zij, dat de opbrengstniveaus op beide grondsoorten vrijwel gelijk zijn. De gebruikte opbrengsten zijn die van korrel + stro vers bij granen, totaal vers bij wortelen, knollen en bruine bonen, totaal droog bij gras en klaver (alle sneden) en zetmeel bij aardappelen. In de tabel 46 worden de bij de berekening wel gebruikte decimalen weggelaten.

Met 1960 schijnt bij het zand een nieuwe periode in te treden. Vandaar dat gesplitst wordt in de periode 1959 en vanaf 1960. Bij de zavel is deze onderscheiding niet duidelijk.

In het uiteindelijke resultaat blijkt inderdaad compost bij het zand vanaf 1960 een sterker effect te hebben dan voor die tijd. Dit is het punt waar de stijging der humusgehalten overgaat in een daling. Bij de klei kwam zo'n breekpunt niet voor.

Tabel 46

	Zand					Zavel				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1949 haver	98	96	95	106	106	99	95	99	101	106
1950 rogge	91	96	98	108	107	106	93	100	96	105
1 "	90	92	98	111	110	103	105	91	94	107
2 gerst	100	104	105	93	98	105	101	100	91	103
3 aardapp.	89	101	100	104	107	91	94	100	109	107
4 WW.raay	96	98	101	100	105	99	97	104	100	100
" st.knollen	92	98	104	105	101	70	86	113	111	120
5 wortelen	101	108	100	89	102	109	93	95	93	110
6 aardapp.	110	92	95	106	98	99	102	96	98	104
7 br.bonen	106	97	101	97	100	90	116	97	105	92
8 r.klaver	95	101	103	100	102	95	105	100	96	104
9 aardapp.	102	101	92	104	101	89	104	105	97	104
1960 haver	87	101	104	107	102	99	98	100	102	100
1 wortelen	91	95	99	104	111	91	104	99	101	105
2 aardapp.	83	102	105	102	110	98	95	97	106	105
3 WW.raay	97	99	101	101	102	102	102	100	98	99
4 r.klaver	101	93	99	106	101	90	99	100	103	108
5 aardapp.	102	100	98	106	94	91	96	100	103	110
6 haver	97	96	102	101	105	96	97	103	104	101
7 wortelen	96	100	103	97	104	93	99	101	101	106
1949-1959	97,4	98 6	99,3	101,6	102,9	96,3	99,3	100,-	99,2	105,3
1960-1967	94,3	98,1	101,2	102,8	103,6	94,9	98,7	99,9	102,3	104,1
1949-1967	96,2	98,4	100,1	102,2	103,2	95,7	99,2	99,9	100,4	104,8
in % van het nulobject:										
1949-1959	100	101,2	101,9	104,4	105,6	100	103,1	103,8	103,0	109,4
1960-1967	100	104,0	107,8	109,5	110,3	100	104,0	105,2	107,8	109,7
1949-1967	100	102,3	104,0	106,2	110,3	100	103,6	104,4	104,9	109,5
idem na lineaire vereffening:										
1949-1959	100	101,4	102,9	104,3	105,8	100	101,9	103,7	105,6	107,5
1960-1967	100	102,6	105,2	107,8	110,3	100	102,3	104,6	106,9	109,2
1949-1967	100	101,8	103,7	105,5	107,4	100	102,2	104,4	106,6	108,9

Binnen de beide perioden bij zand en de gehele proefduur bij klei, is geen verloop te bespeuren.

Gemiddeld over alle jaren is de opbrengstverhoging bij beide gronden vrijwel gelijk. Men heeft dan een gemiddelde over een zodanige verzameling gewassen, dat het wel als algemeen geldig kan worden aangenomen voor rendementsberekeningen. De verhoging is omstreeks 2% per jaar, dus 6% van een jaaroogst voor elke compostgift van 25 ton. Dit is 6% van een volbemest object maar zonder compost. Op de hoogste trap, die in de proef voorkomt, is de verhoging 25% van een jaaroogst per composttrap van 100 ton. Dit is in de akkerbouw niet rendabel bij de huidige compostprijzen.

Bij de zavel gingen zij daarentegen sterker stijgen en ging ook het nulobject stijgen.
Na verdeling van de stikstof over humus en afslibbare delen bleek dat zonder compost de humus bij beide grondsoorten hetzelfde stikstofgehalte had. Bij het zand was dit gehalte constant en onafhankelijk van composthoeveelheid en verloop der humusgehalten (n.b. voor en na 1960).
Bij de zavel werd het door compost verhoogd.

Ook T per eenheid humus was zonder compost voor beide grondsoorten vrijwel gelijk, bij het zand onder alle omstandigheden constant en bij de zavel slechts aanvankelijk beïnvloed (en wel verhoogd door compost.
Hieruit werd geconcludeerd, dat wij ondanks verschil in grondsoort en in bepalingsmethode met dezelfde humus te maken hebben.

Bij de twee eerste - driejaarlijkse - giften waren er 4 verschillende composten, na zes jaar vervangen door één daarvan. In gemiddelde samenstelling sloten de vier behoorlijk aan bij de verandering, die de ene overblijvende daarna gaandeweg onderging in samenstelling. Zij waren echter twee aan twee wel sterk verschillend, nl. de ene groep was arm aan nuttige organische stof (nos) en rijk aan kool, de andere juist omgekeerd.

Bij het zand bleken nos en kool een ongeveer gelijke hoeveelheid humus te vormen, die verder constant aanwezig bleef, terwijl uit de in de tweede periode toegediende compost geen humus meer ontstond; ook de wortelresten vormden geen humus.

Bij de zavel associëerde de uit de VAM-compost in het tweede gedeelte van de proef gevormde humus zich in sterker mate met de nos uit het eerste gedeelte dan met kool en werd ook uit de oogstresten humus gevormd.

Op beide grondsoorten bevatte de uit de nos in de eerste periode gevormde humus en de daarmee geassociëerde humus uit de tweede periode meer stikstof dan de humus uit kool, en daardoor een lagere verhouding humus:N, in het bijzonder bij het zand. Deze verhoudingen waren bij het afsluiten der proef nog steeds dalende door aantrekking van stikstof.

In opbrengst zijn de beide grondsoorten vrijwel gelijk geweest. Bij het zand gaf de compost tot aan de breuk in de humusgehalten een lagere opbrengstverhoging dan daarna. Bij de zavel was geen verschil tussen de beide proefperioden. Gemiddeld over de gehele proefduur, dus over een groot sortiment aan gewassen, was de opbrengstverhoging door compost op beide grondsoorten vrijwel gelijk en wel 2% per composttrap per jaar. Dit is 24% van een jaaroogst per compostgift (3 jaar) op de hoogste composttrap, boven een optimale bemesting.

Dit is bij de huidige prijzen niet rendabel.

De proef was interessant voor de studie van het verloop der humusgehalten.

De proef bevatte per grondsoort 2 vakken, gelijk aan de hoogste composttrap (100 per 3 jaar) maar zonder bebouwing. Deze worden nog ongewijzigd voortgezet.

3. Een potproef met VAM-composttrappen, tot zeer hoge toe

Van deze proef, VPr 160, worden vele gegevens vermeld in Kortleven (1956, pp.18 e.v.) en Kortleven (1963, pp.82 e.v.).

Aan goed gewassen glaszand werd in 5 trappen, met 30 potten per trap, toegevoegd 100-600-1100-1600-2100 g VAM-compost per pot, terwijl 2 potten werden gevuld met 4200 g compost zonder zand.
Daar een pot minder zand bevat naarmate er meer compost is, (wat bij deze hoeveelheden van invloed wordt) waren direkt na de vulling de gehalten aan compost in gewichtsprocenten 1,20 - 7,69 - 15,07 - 23,53 - 33,33 (-100). Het zand bevatte geen voedende bestanddelen en had een pH (water) van 7,2 evenals compost, wat overeenkomt met pH-KCl 6,6. De compost bevatte 20,0% gloeiverlies op droge stof, waarvan 15,8% uit huisbrandkool bestond.
De potten werden gevuld maart 1948 en hetzelfde jaar bebouwd. De proef is dus thans - in 1970 - reeds in het 23e proefjaar, wat oud is voor een potproef.
Binnen elke composttrap - uiteraard niet in de twee potten met enkel compost - werden ingesteld de trappen N_0-N_1-N_2-N_3-N_3PK, d.w.z. dat er een hoogste stikstoftrap was waaraan P en K werd toegevoegd naast één zonder die toevoeging; de overige N-trappen kregen geen andere bemesting. Te beginnen met het nagewas snijrogge in 1950 kregen deze echter ook P en K en vervielen de N-trappen. De twee potten met enkel compost kregen aanvankelijk geen bemesting maar te beginnen met 1952 dezelfde uniforme bemesting als de andere potten. Dit alles, het geven van P en K op alle trappen en van volledige bemesting op de potten met 100% compost bleek nodig om redelijke gewassen te krijgen op alle composttrappen.
Voor het eerst in 1953 werd de uniforme bemesting uitgebreider, daar in 1952 gebreksverschijnselen, onder andere gebrek aan Mg, werden opgemerkt. Er werd daarom hydraatkrijt, $MnSO_4$, $CaSO_4$ en $MgSO_4$ uniform toegediend. In latere jaren werden wel, op grond van vermoede behoefte, andere elementen toegediend, maar eveneens steeds uniform.
Aanvankelijk, in de jaren met N-trappen, moesten de gewassen zich, behalve voor stikstof, voeden met wat de compost leverde. Dit was dan ook de oorspronkelijke bedoeling van de proef: te zien wat compost leveren kon.
Gebaseerd op deze gedachte was de verwachting, dat de proef drie jaren lopen zou, daar gemeend werd, dat de compost dan wel grotendeels uitgewerkt zou zijn.
Van deze bedoeling uitgaande kon dan ook geen object nulcompost worden ingesteld, daar dit in het geheel geen voedingsstoffen bevat zou hebben.
De laagste trap van 100 g compost per pot, komt omgerekend, overeen met 30 ton per ha bij een bouwvoordikte van 20 cm. Dit is bij een grond, die zelf in het geheel niets bevat nog niet veel. De hoogste trap evenwel is 21x zo hoog, dus meer dan 600 ton.

In het eerste jaar werden drie gewassen verbouwd, nl. rode klaver, bruine bonen en haver. Dit steunde op de praktijkervaring, dat klaver vaak zeer sterk positief reageert op stadsvuilcompost, bruine bonen daarentegen negatief en haver vrijwel neutraal.

Door deze opzet waren er per gewas per composttrap en per stikstoftrap twee potten per object. Dit bleek te weinig. In 1949 werden daarom twee van de drie gewassen samengetrokken tot één, terwijl het derde gewas (rode klaver) nog een jaar werd aangehouden. Na deze beide gewassen werd nog in hetzelfde jaar boerenkool verbouwd in de gehele proef. Nadien is er steeds slechts één gewas gelijktijdig geweest.
Met ingang van het jaar 1952 werd de proef, die inmiddels was gaan bestaan uit composttrappen zonder meer met 30 herhalingen, teruggebracht tot 12 potten per trap (plus de 2 extra potten), en wel de series N_0 en N_1 van elk der drie gewassen uit 1948. Nadien krimpt de proef steeds verder in, daar voor elk grondonderzoek één pot per trap moet worden opgeofferd. Zodoende bestaat de proef momenteel uit 3 potten per trap. Daar grondonderzoek reeds geruime tijd eenmaal in de twee jaar wordt uitgevoerd, zal de proef in 1975 aflopen. Bij de twee laatste bemonsteringen zal telkens één van de twee potten gevuld met enkel compost worden meegenomen. Door per bemonstering één pot te nemen, zijn alle bepalingen in enkelvoud.

Grondonderzoek

(a) Humusgehalten. Als uitgangstoestand beschikken wij over de mengverhoudingen en de samenstelling van de compost. Deze en de daarna tot 1961 bepaalde gloeiverlieswaarden, welke ook in Kortleven (1963) behandeld zijn, verliepen als weergegeven in tabel 48.

Tabel 48

Composttrap	100	600	1100	1600	2100
1948 kool	0,2	1,2	2,4	3,7	5,3
org.stof	0,05	0,3	0,6	1,0	1,4
gloeiverlies	0,25	1,5	3,0	4,7	6,7
1951	0,4	1,0	2,1	2,4	2,9
1956	0,6	1,2	2,3	4,0	4,2
1959	0,6	1,7	2,7	3,7	4,8
1961	0,8	2,0	3,2	4,7	5,2
1961 herhaald in 1962	0,7	2,2	3,3	4,8	6,1

De hier geconstateerde humusopbouw is afkomstig, behalve eenmalig van de compost, uit de wortels en zeer korte stoppels. De potten hebben een diepte gelijk aan een normale bouwvoor, nl. 20 cm. Alle wortels blijven hierin. Deze wortelhoeveelheden kunnen in potten aanzienlijk zijn. Ten aanzien van de kool, die in de uitgangstoestand het leeuwendeel van het gloeiverlies uitmaakt, kan worden opgemerkt, dat deze in een potproef niet naar de ondergrond kan verdwijnen. De kool zou echter - geheel of gedeeltelijk - buiten de bepaling blijven als er vóór de analyse sintels werden uitgezeefd. Om dit te controleren werden voor de analyse in 1962 de monsters uit 1961 in hun geheel vermalen en zonder ze te zeven, in hun geheel geanalyseerd. Het verschil met 1961 is zo gering, dat geconcludeerd moet worden, dat, mochten er voordien sintels aanwezig (en uitgezeefd) geweest zijn, dit in 1961 zo goed

als niet meer het geval is en dat in 1961 praktisch alle kool uit de compost - of wat daarvan over was - in het gloeiverlies werd meebepaald. Het gloeiverlies in 1961 stemt vrijwel overeen met het totale gloeiverlies incl. kool in 1948, terwijl het kort na 1948, zodra het gloeiverlies in de grond bepaald werd, veel lager lag en daarna geleidelijk ging stijgen. Dit zou kunnen worden uitgelegd alsof de hoeveelheid uitgezeefde sintels geleidelijk afnam. Dit is inderdaad een mogelijke verklaring, die echter niet impliceert, dat de kool als zodanig maar in verkleinde vorm blijft bestaan. Want, na 1961 gaat het gloeiverlies weer dalen, zoals zal blijken, zodat mogelijk voor die tijd beide processen naast elkaar optraden. Deze latere daling is ook aanleiding om een andere beschrijvingsmethodiek toe te passen dan in Kortleven (1963). Hierin werd op de gemiddelden der objecten per waarneming, met inbegrip van het gehalte aan nuttige organische stof (nos) in 1948, de logaritmische vereffening volgens Kortleven (1963) toegepast. Deze leverde een normale K_2 op.
Echter, de y_m's die daar verkregen werden, zullen nooit bereikt worden, daar na 1961 de daling intreedt. De gehalten van 1951 tot 1961 zijn daarom lineair vereffend, omdat de buiging slechts zeer zwak is. Er werd gebruik gemaakt van de functie $y = ax_t + bx_c + ix_cx_t$, met 1 jaar als eenheid van x_t en 100 g compost per pot als eenheid van x_c. In deze functie is $y = 0$ bij $x_t = 0$ en $x_c = 0$, wat voor de hand ligt (n.b. $x_t = 0$ in 1948), daar uitgegaan werd van glaszand zonder humus. Gevonden werd:

$$a = +0{,}044 \pm 0{,}011$$
$$b = +0{,}118 \pm 0{,}011$$
$$i = +0{,}009 \pm 0{,}001$$

Alle parameters konden zeer betrouwbaar worden vastgesteld. Het resultaat van de vereffening is met de gevonden punten weergegeven in fig. 5. Volgens deze functie zouden, geëxtrapoleerd naar $x_t = 0$, dus in 1948, de gloeiverlieswaarden in de vijf objecten geweest zijn, resp. 0,13 - 0,72 - 1,29 - 1,88 - 2,47. Dit is meer dan de nos vóór humificatie. Er is dus van de aanvang af een gedeelte van de kool, nl. dat gedeelte dat in de compost reeds in fijn verdeelde toestand aanwezig was, meebepaald. Deze hoeveelheid neemt toe. Tenslotte is er geen kool meer aanwezig, die niet wordt meebepaald, welke toestand in 1961 vrijwel bereikt is.
Wat er intussen, van 1948 tot 1961, met de kool heeft plaatsgehad, of er alleen maar sprake was van desintegreren van grotere kooldeeltjes of dat er nog andere dingen in het spel geweest zijn, is met het voorhanden zijnde materiaal niet uit te maken. Wel aantoonbaar is, dat na 1961 een daling in de humusgehalten optrad van een zodanige grootte, dat daarbij vermindering van de oorspronkelijke kool moet zijn inbegrepen, daar dit geen afbraak kan zijn van humus met in stand blijven van de hoeveelheid kool. Dit volgt reeds daaruit, dat na 1963 het gloeiverlies lager was dan het gehalte aan kool in de uitgangstoestand. Dit blijkt uit het overzicht van de vanaf 1961 verkregen humusgehalten in tabel 49.

Tabel 49

	100	600	1100	1600	2100
1961	0,8	2,0	3,2	4,7	5,2
1963	1,1	1,8	2,6	3,2	5,1
1965	0,8	1,5	2,1	2,6	3,8
1967	0,8	0,8	2,5	2,9	4,0
1969	1,2	1,9	2,6	2,9	3,4

Dit materiaal werd vereffend op $y = ax_t + bx_c + ix_tx_c + c$ ($t = o$ in 1961).
De hierin voorkomende daling werd lineair genomen. Dit zal wel niet juist zijn, daar de daling op den duur zwakker zal gaan worden. Met het oog op het geringe aantal punten in de tijd (vijf) en het geringe tijdsverloop (acht jaren) werd voor een eenvoudige karakterisering voorlopig maar een lineair verband gesteld. Daar de proef nog verder doorloopt, zal het niet-lineair karakter mettertijd wel naar voren komen.
De a moest worden verworpen, waarna overbleef:

$$b = +0{,}211 \pm 0{,}013$$
$$i = -0{,}011 \pm 0{,}002$$
$$c = +0{,}688 \pm 0{,}136$$

Het vervallen van a betekent, dat zonder compost het humusgehalte constant zou blijven en wel op een heel laag niveau.
Het resultaat van de vereffening is aangegeven in fig. 5, als voortzetting van het verloop in de eerste periode. Beide perioden sluiten in de uitkomst van de vereffening vrij goed op elkaar aan voor het gemeenschappelijke jaar 1961.Uit de voor de periode 1961 - 1969 verkregen parameters valt - extrapolerende - af te leiden, dat als de processen zich ongewijzigd zouden voortzetten, de humusgehalten na 20 jaar, dus in 1981 gelijk zouden worden in alle objecten.
Er is uiteraard geen enkele zekerheid, dat de zaak zo zal verlopen.
Eerder is te verwachten dat de daling zwakker zal gaan verlopen en daarmede - vanaf 1961 - zal verlopen volgens een logarithmische functie. Nu is bij de thans toegepaste werkwijze van eenmaal per twee jaar opruimen van één pot per object voor grondonderzoek de proef afgelopen in 1975; er zijn nl. na 1969 nog 3 potten per object.
Er zou dus overwogen kunnen worden te trachten het bestaan van deze proef wat langer te rekken door het verrichten van grondonderzoek te stellen op eenmaal per drie of vier jaar, en eventueel de allerlaatste bepaling, waarmede de proef beëindigd zal zijn, nog langer uit te stellen. Tevens wordt aanbevolen, van nu af de restanten van de monsters te bewaren voor verdergaande analyse.
Het is achteraf te betreuren dat de proef in 1952 verkleind is van 30 tot 12 potten per object. Was dat niet gebeurd, dan zouden er thans geen kunstgrepen nodig zijn, om nu de proef in een interessant stadium gekomen is, dit nauwkeurig te kunnen vervolgen.

Het blijkt uit deze proef weer, dat wat oorspronkelijk elementaire kool uit de stookresten was, tenslotte in hoeveelheid gaat afnemen. Men zou zich kunnen voorstellen, dat dit was een verdwijnen zonder meer (b.v. door langzame oxydatie), maar ook een opname in het humuslichaam, waarna het tezamen daarmede aan afbraak onderhevig is. Een humuslichaam kan inderdaad bestaan uit een conglomeraat van verbindingen, variërend van laag tot hoog C-gehalte, zelfs bij de vorming van inerte humus tot 100% C toe. Dit eindstadium van de humusafbraak, de verkoling, wordt met de compost als het ware ingevoerd.
Voordat het teveel van deze kool met de humus kan worden afgebroken, zal de kool vermoedelijk wel, na activering, moeten overgaan in humusachtige verbindingen met lager C-gehalte.

(b) Stikstofgehalte. De stikstofgehalten, weergegeven in tabel 50, zijn uitgedrukt in 1/100%.

Tabel 50

	100	600	1100	1600	2100	Gemiddeld
1956	2	4	8	10	11	7,0
1959	2	4	6	8	10	6,0
1961	3	6	8	11	12	8,0
1963	3	6	8	10	12	7,8
1965	3	4	6	11	7	6,2
1967	3	6				7,6
Gemiddeld	2,7	5,0	7,3	10,0	10,5	7,1
Vereffend	3,0	5,0	7,1	9,2	11,2	

In de tijd treedt geen verandering op. Wel binnen de objecten en wel lineair volgens $y = 0{,}413\ x_c + 2{,}553$ (als de eenheid van x_c is 100 g).

De quotiënten humus:N volgen in de tijd vanzelfsprekend de beweging der humusgehalten met een top in 1961. Deze beweging treedt op bij een per object gelijkblijvend stikstofgehalte, zowel voor als na 1961.
De quotiënten, berekend uit de vereffende waarden van teller en noemer, zijn vermeld in tabel 51.

Tabel 51

	100	600	1100	1600	2100
1956	18	27	34	36	38
1959	24	35	40	42	44
1961	27	39	43	46	48
1963	26	35	39	40	42
1965	25	31	34	35	36
1967	24	28	29	30	31

Tabel 53

	100	600	1100	1600	2100
P-get.	9,2	8,9	5,7	4,5	3,4
P-AL	39	75	95	116	130
P-tot.(x100)	6,0	11,8	15,4	18,4	20,3

(e) Kali. Het kaligehalte schommelt wel in de jaren, maar zonder een bepaald verloop in de tijd. Ook in de trappen is reeds vanaf 1956, de eerste bepaling, geen verloop te constateren. Gemiddeld over 7 bepalingen van 1956 tot 1969 en over de vijf trappen is het 0,010. In K-totaal was wel een aanmerkelijk verschil. De gemiddelden over de 4 bepalingen 1963 tot 1969 zijn resp. (x1000): 7,5 - 16,8 - 20,8 - 22,5 - 33,3.

(f) Zandgehalte. In de jaren is in dit opzicht geen duidelijk beloop te onderkennen. Gemiddeld over de 7 jaren 1951-1967 bedroeg het in de 5 trappen achtereen olgens 97,5 - 96,2 - 94,3 - 94,1 - 92,2. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de humus. Echter ook enigszins door de compost, die 18,6% afslibbaar en 56,8% zand bevatte, dus 75% zand op minerale delen en die werd toegevoegd aan grond, die voor vrijwel 100% uit zand bestond. Aan afslibbare delen wordt op de hoogste composttrap (2100 g) een gemiddeld gehalte van 3,5% teruggevonden.

De opbrengsten

Er is een bonte verscheidenheid aan gewassen geweest, die het komen tot een totaal resultaat bemoeilijkt. Viermaal werd een nagewas verbouwd, nl. in 1949 boerenkool en snijrogge in 1950 - 1954 en 1964. Deze worden weggelaten bij de opbrengstresultaten.
De uitkomsten werden verwerkt met behulp van de funktie $y = a_c x_c^2 + b_c x_c + c$. In de eerste jaren toen er meer objecten waren, was de funktie ingewikkelder; ook over die jaren worden ter wille van de vergelijkbaarheid slechts de drie genoemde parameters vermeld, al is de invloed van de andere factoren wel bepaald. De jaren worden in drie groepen gesplitst, nl. eerst 1948 t/m 1950, dat zijn de jaren zonder en de overige jaren met uniforme minerale bemesting. De laatste groep wordt weer verdeeld in 1951 t/m 1961 en 1961 t/m 1969, dus de jaren met stijgende en die met dalende humusgehalten.
Verkregen werden de in tabel 54 weergegeven uitkomsten, waarbij de vermelde parameters significant tot zeer significant zijn en de opbrengsten aan droge stof zijn verwerkt. Enkele malen is c negatief. Dit is niet verontrustend, daar c het niet in de proef voorkomende object zonder compost vertegenwoordigt. In die gevallen is echter ook de opbrengst op de laagste trap, die van 100 g compost, gering. Ook in enkele andere jaren kan hiervoor van een misgewas gesproken worden. Hieraan is jarenlang gedokterd door het toedienen van diverse spoorelementen, zonder dat een ondubbelzinnige oplossing voor dit probleem gevonden is.

Tabel 54

		a	b	c	y_{12} in % van y_{11}
1948	haver	- 0,0984	+ 5,1159	+ 14,2787	104,4
	bruine bonen	-	-	+ 11,2600	100,0
1948/49	rode klaver	- 0,2333	+ 7,4082	+ 19,0389	103,0
1949	rogge	-	+ 2,4088	+ 3,2192	108,1
1950	snijmoes	- 0,0445	+ 1,6517	+ 1,1431	104,5
1951	haver	- 0,0977	+ 2,9457	+ 65,6263	100,8
2	gerst	- 0,0666	+ 2,2746	+ 85,0834	100,7
3	rode klaver	- 0,1291	+ 4,9011	+ 27,9109	102,9
4	w.w. raaigras	- 0,0264	+ 0,7304	+ 38,3816	100,3
5	vlas	- 0,0666	+ 2,2036	+ 25,9554	101,6
6	haver	- 0,0563	+ 1,8603	+ 46,6017	100,9
7	bruine bonen	- 0,1829	+ 5,1909	+ 2,3091	102,6
8	rode klaver	- 0,2094	+ 7,4654	- 5,0474	105,1
9	haver	- 0,1069	+ 2,8269	+ 59,1971	
1960	wortelen	-	+ 4,6260	- 8,6660	111,0
1	gerst	- 0,2157	+ 5,8157	+ 57,0343	100,9
1962	bruine bonen	-	+ 1,8920	+ 5,2480	107,3
3	w.w. raaigras	-	+ 0,1260	+ 57,7540	100,2
4	rode klaver	-	+ 1,1260	- 4,3460	114,0
5	haver	- 0,3163	+10,2603	+ 19,7817	103,2
6	gerst	-	+ 2,7980	+ 56,8820	103,2
7	wortelen	-	+ 2,7900	+ 31,7100	104,5
8	haver	-	+ 0,4780	+110,7220	100,4
9	gerst	-	+ 1,0780	+ 52,0420	101,7
					Gem. 104,3

Dit is dan ook de reden, waarom de uitkomsten niet konden worden uitgedrukt in % van c. Om toch alle jaren en gewassen op een vergelijkbare basis te brengen is als zodanig gekozen de - vereffende - opbrengst bij 1100 g compost. Dit is het midden van alle voorkomende objecten, bij een opbrengsttraject, dat gaat van zeer laag tot (zeer) hoog. In % hiervan is uitgedrukt de opbrengst bij 100 g compost per pot (of 30 ton per ha) meer, dus bij 1200 g. Deze procenten zijn vermeld in de laatste kolom van tabel 54.
De procentische verhoging door 100 g compost per pot (of 30 t/ha) is in de eerste periode 4,0%. Dit is de periode, waarin alle voedingsstoffen uit de compost moesten komen. Met minerale bemesting daalt de procentische verhoging tot gemiddeld 2,5%, dus niet onaanzienlijk. Echter is in de derde periode, met dalende humusgehalten, de verhoging weer veel hoger. Dit percentage is in zekere zin een maat voor de sterkte van de stijging. Wij zien in de tabel bovendien dat in de laatste periode de functies slechts met één uitzondering lineair zijn, en in de daaraan voorafgaande periode ook met één uitzondering, kwadratisch. Dit betekent dat zolang de humusgehalten stijgen, de

opbrengstverhoging door compost afneemt naarmate de gift hoger is, om een maximum te bereiken bij ongeveer 1800 g compost (dus iets onder de hoogste trap). Als de humusgehalten gaan dalen blijft de opbrengstverhoging lineair stijgen, althans binnen het waarnemingsmateriaal; als er een top is, ligt deze zeer ver buiten het waarnemingsmateriaal. Er is dus een rem op de opbrengstverhoging weggevallen.
De eenmalige composttoediening heeft dus voor zeer lange tijd - thans reeds meer dan twintig jaren - een vruchtbaarheidsniveau van betekenis tot stand gebracht, dat alleen aan de compost is toe te schrijven en in het geheel *niet* aan de *grond*.
Hoe het verschil in gedrag van de humusgehalten voor en na 1961 samenhangt met het verschil in gedrag van de opbrengstverhoging, is niet zonder meer duidelijk. Toch kan als verklaring zeker wel gedacht worden aan de quotiënten gloeiverlies/N, die vanaf 1961 vrij sterk dalen in de hogere trappen, terwijl er voor die tijd zo goed als zeker een humusopbouw uit kool optrad.

De onttrekking

De ontrekkingen worden, zoals bij de opbrengsten gedaan is, verdeeld over drie perioden, nl. de periode 1948-1949 en 1950 snijmoes, waarin de compost zelf de enige leverancier was van voedingsstoffen, terwijl vanaf het nagewas snijrogge in 1950 met uniforme bemesting het geheel wordt ingedeeld in de perioden tot en met 1961 en vanaf 1962 in verband met het verloop van de humusgehalten. Alles is uitgedrukt in g per pot

(a) Stikstof. Bij de beoordeling van de gegevens uit tabel 55 diene men te bedenken dat er zeer gevariëerde gewassen geteeld zijn en dat ook de stikstofvoorziening niet altijd gelijk was (o.a. klaver met stikstofbinding, gras met herhaalde bemesting per snede); gemiddeld was overigens de gift ongeveer 1 g per pot.

Tabel 55

	1	6	11	16	21
Totaal					
1948-'50	0,27	0,86	1,36	1,39	1,44
1950-'61	7,46	11,40	13,50	13,81	14,02
1962-'69	7,26	7,36	8,34	8,93	8,92
	14,99	19,62	23,20	24,13	24,38
Per jaar					
1948-'50	0,09	0,29	0,45	0,46	0,48
1950-'61	0,68	1,04	1,23	1,26	1,27
1962-'69	0,91	0,92	1,04	1,11	1,12
	0,68	0,90	1,05	1,10	1,11
In % van proefgemiddelden					
1948-'50	25	81	128	131	135
1950-'61	62	95	112	115	116
1962-'69	89	90	102	109	109
	70,5	92,2	109,1	113,5	114,7

1 zomergerst		73	0,84	0,49	0,64	0,43	0,14
	Gem.	109	1,01	0,38	1,17	0,74	0,20
1962 bruine bonen		112					
3 W.W.raaigras		55	1,55	0,41	1,81	0,98	0,22
4 rode klaver		269	0,66	0,14	0,55	0,83	0,08
5 haver		81	1,21	0,55	0,86	0,84	0,14
6 zomergerst		128	0,88	0,58	1,16	0,86	0,30
7 wortelen		170	1,13	0,51	1,69	1,28	0,27
8 haver		88	1,33	0,87	1,56	0,82	0,19
9 zomergerst		97	0,87	0,47	1,23	0,65	0,20
	Gem.	125	1,09	0,50	1,27	0,89	0,20
Gemiddeld 1952-'69			1,045	0,432	1,210	0,813	0,201

Bij de opbrengsten valt op, dat rode klaver en wortelen zeer gunstig reageren (gemiddeld 190%) en gras slecht (gemiddeld 70%). Verder ziet men een duidelijke stijging van de eerste naar de tweede periode. Dit is een stijging ten opzichte van de equidistante trappen, die zoals werd aangevoerd, zelf ook een stijging vertonen. Ook de onttrekkingen vertonen een stijgende beweging, met uitzondering van MgO. Zij zijn voor N eerst lager dan, maar in de laatste periode vrijwel gelijk aan die in de hogere trappen. Voor P_2O_5 zijn zij hieraan gemiddeld vrijwel gelijk. Bij K_2O was de onttrekking eerst geringer maar later sterker dan in de trappen. CaO en MgO worden steeds tot grotere hoeveelheden opgenomen dan in de trappenproef.
Het is duidelijk, dat deze potten nog steeds bezig zijn een overmaat te verwerken, speciaal van CaO. Toch beginnen zij steeds meer in de pas te lopen met de proef in zijn geheel.

Samenvatting

Aan glaszand, vrij van voedende bestanddelen, werd compost in trappen, tot zeer hoge toe, toegediend.
Tot 13 jaar na toediening trad een stijging in de als gloeiverlies bepaalde humusgehalten op, abrupt gevolgd door een steile val.
Beredeneerd kon worden, dat tijdens de stijging kool werd opgenomen in het humuslichaam, en dat deze in de dalende fase mede in hoeveelheid verminderde.
Stijging en daling van het humusgehalte hadden geen invloed op het gehalte aan totaal-stikstof, de composttrappen hadden dit wel. Als gevolg hiervan was Glv./N hoger naarmate de compostgift hoger was en werden de hoogste waarden hiervoor bereikt in 1961; zij gaan daarna elkaar steeds meer naderen in de composttrappen.
In de beide genoemde perioden voor en na 1961 gedragen ook de opbrengsten zich ongelijk. Voor 1961 is er een remmende factor, die verzwakkend werkt op de stijging van de opbrengsten maar die na 1961 heeft opgehouden te bestaan.

4. Potproef ter bepaling van werkingscoëfficiënten in ongebroeid vuil

De proef, VPr 165, werd reeds behandeld in Kortleven (1956, pp. 151 e.v.) en in Kortleven (1963, pp. 84 en 85). Zoals de titel aangeeft was de proef in hoofdzaak bedoeld om werkingscoëfficiënten te bepalen. Dit staat volledig beschreven in Kortleven (1956) en zal niet worden herhaald.

Een gedeelte van de proef (en dat ook het langst gelopen heeft) omvatte trappen van ongebroeide raspcompost uit Schiedam, gemengd met glaszand. Dit gedeelte is dus een tegenhanger van VPr 160, maar begon een jaar later, nl. eind 1948.

De gebruikte compost had een gehalte aan nos van 4,5% en aan kool één van 28,4. Er was dus vrijwel evenveel nos als in VPr 160, maar omstreeks tweemaal zoveel kool. De pH van het zand was iets lager (pH-water 6,7 of pH-KCl 5,9).

[illegible] bemesting vanaf het begin in alle objecten. Ook de verhoudingen zijn hoog. Zij zijn echter in de lagere trappen lager dan gloeiverlies:N in 1948, in de hogere trappen niet. In de hogere trappen domineert dus nog steeds de compost over de uit de oogstresten gevormde humus; deze laatste levert in het nulobject voor het genoemde quotiënt de waarde 36, dus vermoedelijk een C/N van omstreeks 20.

Ten aanzien van de stikstof heeft de kool zijn oorspronkelijke karakter tot in 1953 behouden. Dit is niet het geval met het basenbindend vermogen. Hiervoor werd in de zeven trappen achtereenvolgens verkregen 0,6-1,6-1,7-2,0-2,9-6,1-23,7 (N.B. bij de bepalingen van T en S was enkele malen S groter dan T; in die gevallen is S als T in rekening gebracht).

Deze reeks werd vereffend op:

$$T = a_g x_g^2 + b_g x_g + a_a x_a^2 + b_a x_a.$$

Hierin is x_g het gevonden gloeiverlies en x_a het gevonden gehalte aan afslibbaar. Bij $x_g = 0$ en $x_a = 0$ is T aangenomen nul te zijn.

Men merke op, dat x_g en x_a geen foutloze variabelen zijn, maar evenals T met fouten belast. Dat zij desalniettemin als foutloos behandeld worden zal in de restfout merkbaar zijn. Bovendien is het aantal van zeven waarnemingen klein. Men mag dus geen overdreven verwachtingen koesteren.

Ook zij aangetekend, dat x_g en x_a, in de aanvang (beide afkomstig uit de compost) volledig gecorreleerd waren, en dat dit, na de humusvorming uit oogstresten, nog in sterke mate het geval was in 1953. In dat jaar bevatte ook het nulobject enige afslibbare delen (0,9%), wat in 1948 niet het geval was.

Het resultaat van de vereffening vindt men in tabel 59.

Tabel 59

	1e Ronde	2e Ronde
a_g	+ 0,0104 ± 0,0217	-
b_g	+ 1,3273 ± 0,1698	+ 1,5543 ± 0,0475
a_a	+ 0,0119 ± 0,2756	-
b_a	+ 0,4467 ± 0,3557	+ 0,2583 ± 0,1228

De b_a is niet zeer sterk, ruim tweemaal zijn fout. Bij verwerping zou alleen b_g overblijven. Daar het niet waarschijnlijk lijkt dat de afslibbare delen in het geheel geen basen zouden binden, wordt, rekening houdend met de gesignaleerde zwakheid van het materiaal, b_a toch gehandhaafd.

In de uitkomst zoals deze is, is $b_g = 6\ b_a$, of met andere woorden, het gloeiverlies heeft per gewichtseenheid een zesmaal zo groot basenbindend vermogen als de afslibbare delen. Nemen wij voor de afslibbare delen $b_a + 1 \times s_{ba}$, wat dus ruim binnen het spreidingsgebied van b_a valt, dan is $b_g = 4\ (b_a + s_{ba})$. De als normaal geachte factor 4 kan dus ook heel goed als proefuitkomst gelden.

Maar dit betekent, dat de kool, die ten aanzien van de stikstof een gedrag vertoont, dat afwijkt van dat van de humus, ten aanzien van het basenbindend vermogen normale humuseigenschappen heeft.

Dit is een sterke aanwijzing, dat de eerder geopperde veronderstelling, volgens welke de algemeen als inert beschouwde kool gaandeweg geactiveerd wordt en zulks als overgang tot de incorporatie in het humuslichaam, wel eens juist zou kunnen zijn. Deze incorporatie is hier, blijkens de stikstofhuishouding, nog niet bereikt, wel in VPr 160, 164 en 169.

Het is wederom moeilijk de opbrengstresultaten in verband te brengen met een of enkele der vastgestelde bodemkundige grootheden. Zij zullen wel weer de resultante zijn van al deze elkaar soms versterkende, soms tegenwerkende grootheden.

Tabel 60

	0	100	200	400	800	1600	3200
1949 Haver	103	101	105	103	96	87	104
1949 Boerenkool	88	104	80	106	78	113	131
1950 Snijmoes	93	104	113	86	94	102	107
1950 Herfstrogge	91	100	99	91	99	108	113
1951 Haver	99	94	114	100	116	98	102
1952 Zomergerst	77	103	110	105	97	104	108
1953 Rode klaver	59	65	75	79	113	143	165
Gem.1949-1952	91,8	102,7	103,5	98,5	96,7	102,0	110,8
Gem.1949-1953	87,1	97,3	99,4	95,7	99,0	107,9	118,6
In % van 0							
1949-1952	100	112	113	109	105	111	121
1949-1953	100	112	114	110	114	124	137

Samenvatting

In deze proef, die in sterke mate overeenkwam met VPr 160, maar waarin in tegenstelling tot deze proef verse in plaats van gefermenteerde compost met een veel hoger gehalte aan kool aan glaszand eenmaal werd toegevoegd, steeg na vijf jaar het gloeiverlies volgens een kwadratische functie in afhankelijkheid van de gegeven composthoeveelheid.

De kool na vijf jaren had ten aanzien van het basenbindend vermogen reeds overeenkomst met de humus, ten aanzien van de aangetrokken stikstof nog niet.

Bij uniforme minerale bemesting verhoogde compost gedurende vijf jaren de vruchtbaarheid van een op zichzelf ten enenmale onvruchtbare grond; zeer sterk was dit het geval bij de hoogste composttrap (3200 g per pot), die vermoedelijk nog niet was uitgeput aan plantenvoedende bestanddelen.

In het vijfde proefjaar was de reactie van rode klaver op compost nog zeer sterk.

5. Ongebroeide Dano- en Raspcompost bij toediening in het voorjaar.

Onder bovenstaande titel is in Kortleven (1956 pp.104 e.v.) een aantal veldproeven beschreven, waarvan er één langer is blijven bestaan. Dit is de proef Pr 1081 bij A.Valk (oorspronkelijk G.Goodijk) te Marum.
De grond is een zandgrond met bij het inzetten van de proef 88,8% zand, 5,9% afslibbaar en 5,3% humus.

In overeenstemming met de titel werden aanvankelijk drie composten toegediend, nl. VAM, Rasp vers en Dano vers. Deze werden in voorjaar 1949 toegediend in de trappen 20-40 en 60 ton met 6 veldjes per object (nog weer onderverdeeld in 3 stikstoftrappen). Verder waren er bij de oorspronkelijke opzet een nulobject met 9 veldjes (eveneens 3 N-trappen); en tenslotte aan de composten equivalente kalktrappen, elke trap met 6 veldjes (verdeeld in 3 N-trappen).
Vanaf de tweede composttoediening in voorjaar 1952 werden de composten alle vervangen door VAM-compost en werden de kalktrappen toegevoegd aan het nulobject. De composttrappen bleven 0-20-40-60 ton eenmaal in de drie jaar, met 30 veldjes in het nulobject (er waren intussen nog drie veldjes van buiten de proef aangetrokken) en 18 op elke composttrap, alle onderverdeeld in 6 N-trappen. Deze vereenvoudiging van de proef werd doorgevoerd om het uitblijven van verschillen. Dit werd onder meer toegeschreven aan de te grote gecompliceerdheid van de proef bij nogal aanzienlijke terreinverschillen, waardoor meer vragen gesteld werden dan de beschikbare vrijheidsgraden toelieten. Ook waren tussen de composten op grond van hun samenstelling al geen grote verschillen te verwachten, Zo was b.v. het gloeiverlies als volgt samengesteld:

	VAM	Rasp	Dano
Nos	4,1	4,7	5,9
Kool	21,2	24,9	21,3

Ook in de overige samenstelling waren geen grote verschillen (zie Kortleven, 1956).

Doordat de oorspronkelijke opzet te kort gehandhaafd is, heeft het weinig nut de uitkomsten hiervan te analyseren. Voor de opbrengsten is dit reeds gebeurd in Kortleven (1956), waar geen verschil gevonden werd; bij het grondonderzoek is hetzelfde het geval. Er wordt daarom alleen maar onderscheid gemaakt tussen composttrappen (met N-trappen).

Bij de minerale bemesting werd gecompenseerd op kali in de jaren van toediening met 2,5 kg K_2O per ton compost in 1949 en 1952 en met 2 kg K_2O in de vier volgende giften; verder met 0,6 kg P_2O_5 per ton compost in de 3e en 5e gift, terwijl P_2O_5 niet gecompenseerd werd in de overige giften. Er waren in totaal 6 giften met inbegrip van de eerste en gedifferentieerde.
Bij het afsluiten van de proef was na de laatste gift het normale interval van drie jaren verlopen en had de zevende gift moeten volgen. Er is dus in totaal toegediend 0-120-240-360 ton.

Het aantal stikstoftrappen was aanvankelijk 3, later 6. Eénmaal, in 1964 (bij zomergerst vóór rode klaver als stoppel) was er een uniforme stikstofbemesting. Tot en met 1957 lagen de N-trappen op dezelfde plaats; daarna werden zij jaarlijks opnieuw ingeloot.
Er werd regelmatig met Mg bemest.
Bij alle berekeningen zijn gewichten toegekend in overeenstemming met de aantallen veldjes.

Grondonderzoek

(a) De humusgehalten waren als weergegeven in tabel 61.

Tabel 61

	1948	1954	1957	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
0	5,29	4,86	5,12	4,93	5,32	4,92	4,92	5,18	4,64	4,12
20	5,21	5,10	5,15	5,25	5,50	5,02	5,10	5,20	4,97	4,70
40	5,16	5,27	5,12	5,33	5,67	5,20	5,30	5,50	5,07	5,17
60	5,19	5,27	5,17	5,52	6,13	5,67	5,40	5,73	5,07	4,87

Er is een stijging tot 1961, althans in de composttrappen, daarna volgt in alle objecten een daling.
De eerste periode werd vereffend op de functie $h = b_t x_t + i x_t x_c + c$. Hierin is x_t de tijd met 1 jaar als eenheid en $x_t = 0$ in 1948; x_c is de compost met 20 ton als eenheid. De uitkomst van deze vereffening vindt men in tabel 62.

Tabel 62

	1e ronde	2e ronde
b_t	- 0,0010 ± 0,0111	-
i	+ 0,0153 ± 0,0042	+ 0,0151 ± 0,0036
c	+ 5,1038 ± 0,0896	+ 5,0598 ± 0,0573

De functie is dus $h = 0{,}0151\ x_t x_c + 5{,}0598$. Deze is uitgebeeld in fig. 7. Deze figuur maakt, niettegenstaande de betrouwbaarheid der parameters, niet de indruk het materiaal adequaat te beschrijven. De punten lijken eerder volgens een quadratische functie te verlopen, met een minimum ergens tussen de 1954 en 1957. Daarom is nogmaals een vereffening uitgevoerd en wel op de functie $h = a_t x_t^2 + b_t x_t + i x_t x_c + c$.
Deze gaf als uitkomst:

a_t = + 0,0074 ± 0,0019
b_t = - 0,0967 ± 0,0256
i = + 0,0153 ± 0,0031
c = + 5,2363 ± 0,0739

Alle vier de parameters zijn betrouwbaar, ook b_t. Het resultaat van deze vereffening blijkt uit fig. 8. Volgens deze beschrijving daalt het humusgehalte van de grond zonder compost tot 1955 en stijgt daarna weer. Door compost wordt de daling afgezwakt en korter van duur en de stijging versterkt. Nu volgt echter na deze stijging weer een daling. Deze periode bevat meer punten dan de eerste, maar beslaat een korter tijdsverloop. Ook deze periode werd eerst lineair vereffend volgens $h = b_c x_c + b_t x_t + i x_c x_t + c$; de uitkomst is weergegeven in tabel 63.

Tabel 63

	1e Ronde		2e Ronde	
b_c	+ 0,2139	± 0,0714	+ 0,2141	± 0,0393
b_t	- 0,1561	± 0,0409	- 0,1560	± 0,0267
i	+ 0,0001	± 0,0236		
c	+ 5,2496	± 0,1237	+ 5,2494	± 0,0954

Hier is beslist geen interactie, of met andere woorden het verloop in de tijd is gelijk (evenwijdig). De vereffende lijnen zijn uitgezet in fig. 8, daar zij hierin beter aansluiten bij de eerste periode dan in fig. 7.
Het totale beeld van fig. 8 is wat opzienbarend. Het is en blijft evenwel het beste beschrijvingsbeeld van het totale waarnemingsmateriaal. Het komt neer op een daling, gevolgd door een stijging en deze wederom gevolgd door een daling. Hierbij zij opgemerkt, dat het waarnemingsmateriaal beïnvloed is door verschillende factoren. In de eerste plaats de analyse (incl. de bemonstering), die wel eens in een bepaald jaar over de hele linie hoog uitvalt en ook wel eens laag. Dan is er de gewassenkeuze. In de drie onderscheiden perioden waren de gewassen in aantallen jaren:

	1949-1955	1956-1961	1962-1966
Graan	2	4	1
Hakvrucht	5	2	4

Inderdaad is de gewassenkeuze van dien aard, dat de beweging van de humusgehalten daarmede voor een groot deel verklaard kan worden. Zo is in de jaren 1959-1960-1961 driemaal zomergerst verbouwd, wat met de hoge gehalten eind 1960 en eind 1961 in overeenstemming is; in 1964, eveneens met hoge gehalten, is verbouwd zomergerst met rode klaver.
Voorts kunnen aan de hoge gehalten in 1960 en 1964 nog hebben bijgedragen de compostgiften vóór het gewas toegediend; de overige bemonsteringen liggen 2 of 3 jaar van een compostgift verwijderd (de giften zijn onderaan fig. 8 aangemerkt met I-VI). Tenslotte is er nog een factor, die hier slechts zal worden aangestipt om mogelijk in een afzonderlijk rapport naar voren te worden gebracht. Het betreft hier het feit dat, te beginnen met omstreeks 1960 in zoveel gevallen een wijziging in het verloop der humusgehalten optreedt, dat dit niet meer als een toevalligheid kan worden aangemerkt.
Ten behoeve van voortgezet onderzoek naar het gedrag der humusgehalten zij naar aanleiding van bovenstaande beschouwingen opgemerkt, dat deze proef te kort schiet in systematiek bij de vruchtwisseling en - in verband met de compostgiften - van de tijdstippen van bemonstering en analyse.
Het eerste, de vruchtwisseling, heeft men bij een op een bedrijf gelegen proef meestal niet in de hand; het tweede wel.
De voorkeur verdienen proeven met een vaste vruchtwisseling, die nooit gewijzigd wordt ook al wordt een gewas economisch minder belangrijk (zoals thans bij rogge het geval is), en monstername liefst jaarlijks, maar anders op

vaste tijdstippen in de vruchtwisseling en ten opzichte van de giften organisch materiaal. Ook de giften worden bij voorkeur jaarlijks toegediend.

Na bovenstaande overwegingen nemen wij de gemiddelden over de jaren 1961 tot 1966. Deze omvatten twee volledige driejarige perioden van composttoediening met nawerking. Dit geeft:

	0	20	40	60
Gevonden	4,85	5,08	5,32	5,48
Lineair vereffend	4,86	5,07	5,29	5,50

Nu blijkt, dat over het geheel genomen, het humusgehalte in het nulobject ten opzichte van 1948 is gedaald en bij 60 compost gestegen en dat de beide andere trappen zich hier tussenin bewegen. Het verschil tussen de nulobjecten en de hoogste trap is 0,64 eenheden. Bij meer systematiek in de proef hadden wij hier een mooi voorbeeld kunnen hebben van stijgende en dalende objecten bij elkaar in één proef.

(b) pH-KCl. De in tabel 64 vermelde bepalingen werden uitgevoerd.

Tabel 64

	1948	1951	1954	1957	1960	1961	1962	1963	1964	1966
0	4,57	4,66	4,61	4,33	4,44	4,50	4,54	4,53	4,81	4,53
20	4,67	4,63	4,68	4,42	4,67	4,76	4,79	4,81	5,02	4,52
40	4,67	4,75	4,86	4,66	5,01	5,15	5,13	5,15	5,47	4,80
60	4,68	4,89	5,11	4,88	5,33	5,55	5,58	5,39	5,65	5,15

Het nulobject is niet zuiver door het inlijven van de oorspronkelijke kalktrappen. Zo was de pH in 1951 in de oorspronkelijke hoogste kalktrap en in het echte nulobject uit de eerste driejarige periode resp. 4,93 en 4,48.
In 1957 waren deze pH's geworden 4,46 en 4,22. Het verschil was dus reeds aanzienlijk kleiner geworden. Het is echter daarna niet meer te vervolgen doordat later de analyses werden uitgevoerd met monsters van groepen van 6 veldjes. Nemen wij aan, dat in 1963 en later het verschil verdwenen was, en dat toen ook overigens de evenwichtstoestand voor de pH reeds vrij dicht benaderd was, dan zien wij voor de gemiddelden der drie laatste bepalingen:

	0	20	40	60
Gevonden	4,62	4,78	5,14	5,40
Lineair vereffend	4,58	4,85	5,12	5,39

Per composttrap is de pH met 0,27 eenheid verhoogd. Men ziet, dat deze toestand reeds vanaf 1960 is bereikt. Voor de gemiddelden over 1960 t/m 1966 krijgen wij nl.

	0	20	40	60
Gevonden	4,56	4,76	5,12	5,44
Lineair vereffend	4,52	4,82	5,12	5,42

De pH is per trap met 0,3 eenheid verhoogd. Het is van belang,met deze gang van zaken rekening te houden, daar als regel diverse grootheden met de pH meevariëren. Vanaf 1960 zijn ten aanzien van deze grootheden de vier trappen redelijk onderling vergelijkbaar.

(c) Fosfaat. De bepalingen van P-getal zijn weergegeven in tabel 65. Er is, als steeds, een duidelijke verlaging van het P-getal bij gebruik van compost.

Tabel 65

	1949	1957	1960	1962	1964	1966	Gem.1960-1966
0	2,75	3,93	2,98	3,12	2,72	3,04	2,97
20	2,75	3,78	2,77	2,84	2,79	2,83	2,81
40	2,90	3,28	2,21	2,68	2,04	2,87	2,45
60	2,88	2,84	1,81	2,29	1,96	2,60	2,17

De bepalingen van P-citroen (P-AL) staan in tabel 66 vermeld.

Tabel 66

	1949	1951	1954	1957	1960	1962	1964	1966
0	35,0	39,7	40,3	48,0	44,2	50,4	41,5	38,8
20	36,7	42,8	47,0	48,2	44,1	49,2	44,8	46,3
40	37,5	44,4	48,7	49,8	46,0	50,8	47,7	49,0
60	36,8	45,6	49,3	52,5	49,5	55,0	51,3	46,2

P-citroen is, als gewoonlijk, wat verhoogd.
Te beginnen met 1960 is P-citroen vervangen door P-AL.
De drie laatste bepalingen staan onder invloed van de beide toegepaste fosfaatcompensaties.

Ook P-totaal werd door compost verhoogd. Gemiddeld over 1960-1962-1964 en 1966 leverden de vier trappen op 0,093-0,096-0,106 en 0,114.

(d) Kali en magnesium. Kaligetal en K-totaal vertonen geen verschillen, zodat de kalicompensatie goed gewerkt heeft.
Het magnesiumgehalte begon laag; het was nl. in 1948 gemiddeld slechts 15,4 in het nulobject. Door de regelmatige toediening steeg het sterk. In 1960 en later was ongeveer het eind van de stijging bereikt. Gemiddeld over 1960-1962-1964 en 1966 was het MgO-gehalte in de trappen resp. 61,5-71,0-74,1 en 84,8.

(e) Basenbindend vermogen (T). T werd slechts bepaald in 1960-1962-1964 en 1966. Deze jaren vertoonden geen verloop of hoogstens een onbetekenende daling. De gemiddelden per trap over de genoemde jaren zijn 12,0-12,4-13,1-13,6. Dit wordt na lineaire vereffening 11,96-12,51-13,06 en 13,61. Op alle trappen is T:glv, dus T per eenheid gloeiverlies 2,5. Dus alles wat van de compost aanwezig is in welke vorm dan ook en als gloeiverlies wordt meebepaald, heeft hetzelfde basenbindend vermogen als de aanvankelijk aanwezige en de uit de oogstresten ontstane humus.

(f) N-totaal. In tabel 67 zijn de bepalingen van N-totaal weergegeven.

Tabel 67

	1960	1962	1964	1966	Gemiddeld
0	0,117	0,128	0,124	0,092	0,115
20	0,122	0,127	0,127	0,100	0,119
40	0,122	0,133	0,127	0,100	0,121
60	0,127	0,140	0,133	0,120	0,130

Delen wij de onvereffende gemiddelde humusgehalten over 1961-1966 door de onvereffende gemiddelde gehalten aan N-totaal, dan is humus:N resp. 42,2, 42,4, 44,0 en 42,3. Ook in dit opzicht geldt, evenals bij T, dat humus van gelijke kwaliteit ontstaat, zowel in het nulobject als in de composttrappen.

De opbrengsten

De opbrengsten werden vereffend op de functie $y = a_1x_1^2 + b_1x_1 + a_2x_2^2 + b_2x_2 + a_3x_3^2 + b_3x_3 + a_4x_4^2 + b_4x_4 + a_5x_5^2 + b_5x_5 + i_1x_1x_5 + i_2x_2x_5 + i_3x_3x_5 + i_4x_4x_5 + c$.

Hierbij zijn x_1, x_2, x_3 en x_4 achtereenvolgens VAM-, Amsterdamsche-, Dano-compost en kalk, alle met de laagste trap als eenheid, terwijl x_5 de stikstof is met 25 kg N per ha als eenheid. Na de eerste drie proefjaren vervielen x_2, x_3 en x_4 welke in het volgende overzicht geheel worden weggelaten nadat zij wel bepaald zijn om de parameters van x_1 zuiver te verkrijgen.

De a_1 was slechts één maal significant. De uitkomsten, als alles is uitgedrukt in kg/a, zijn weergegeven in tabel 68.

In deze tabel zijn vermeld de uitkomsten voor zetmeel bij aardappelen (ook bij pootaardappelen 1958), voor korrel + stro vers bij granen, voor de bietopbrengst bij voederbieten en voor de suikeropbrengst bij suikerbieten.
De interactie kwam niet vaak naar voren, slechts in 5 van de 18 jaren; in die 5 gevallen is hij negatief, wat betekent dat de optimale stikstofbemesting werd verlaagd.
Het composteffect was positief of afwezig, echter nooit negatief. Een positieve werking trad op in 10 van de 18 jaren.

Tabel 68

		b_1	a_5	b_5	i_1	c
1949	Aardappelen	3,5854	-0,7948	10,9328	-0,4452	44,3935
1950	Winterrogge	1,6268	-	16,4568	-	33,3375
1	Voederbieten	24,7736	-4,6651	59,8777	-	263,4579
2	Aardappelen	6,5432	-0,7377	11,4589	-0,9759	37,8731
3	Winterroge	-	-	15,9435	-	50,7286
4	Suikerbieten	-	-0,6548	8,7827	-	29,4429
5	Aardappelen	-	-0,4339	4,9036	-	52,2286
6	Zomergerst	-	-	9,5327	-	58,0000
7	Voederbieten	14,5455	-	8,5587	-	321,9654
8	Pootaard.	-	-0,9545	8,5153	-0,2186	14,5911
9	Zomergerst	4,8447	-	8,5030	-	28,9439
1960	Zomergerst	6,1147	-2,2504	15,6923	-1,0104	32,9000
1	Zomergerst	-	-2,0398	22,7672	-	43,6036
2	Aardappelen*	4,2679	-0,7796	9,4637	-	40,9977
3	Snijmais(vers)	-	-7,7216	85,0784	-	309,3801
4	Zomergerst**	3,5939	-	-	-	95,9614
5	Aardappelen	-	-0,5434	5,4640	-0,2761	58,8352
6	Suikerbieten	2,9553	-	2,2878	-	24,8513

* Hierbij behoort nog a_1 = -1,3400
** Uniforme stikstofbemesting.

Er is geen samenhang te zien tussen het optreden van dit positieve effect en het gewas, jaar van toedienen c.q. nawerking, aantal giften of humusgehalte. In tabel 69 wordt het effect van 20 ton compost per gift uitgedrukt in % van dat van 25 kg N en in het resteffect. Dat is dus b_1 (in 1962, $a_1 + b_1$) in % van $a_5 + b_5$ en b_1 in % van c. Het resteffect is de opbrengst zonder compost en zonder N.

Tabel 69

	b_1 in % van $a_5 + b_5$	b_1 in % van c
1949	35,37	8,08
1950	9,89	4,88
1	44,87	9,40
2	61,03	17,28
7	170,00	4,52
9	74,50	16,74
1960	45,41	18,59
2	49,15	10,41
6	129,02	11,89
Overige jaren	0,00	0,00
Gemiddeld	36,43	5,58

Met inbegrip van de jaren zonder betrouwbaar verschil (het jaar 1964 zonder stikstoftrappen niet meegerekend) is er een werking gelijk aan 36,43% van 25 of ruim 9 kg N en eveneens gelijk aan 5,58% van het nulobject.

Daar geen onderscheid gemaakt is tussen het jaar van toedienen en de beide nawerkingsjaren (omdat het niet gevonden werd) is het effect per gift driemaal zo hoog. Wat betreft het bemestingseffect is compostgebruik bij de huidige compostprijzen rendabel geweest.

Samenvatting

In een compostproef op zandgrond gaf compost een verhoging van het humusgehalte. Dit stond evenwel ook sterk onder invloed van de gewassenkeuze. Na 1960 trad in alle objecten een evenwijdige daling van het humusgehalte op, zodat de eenmaal verkregen verhoging gehouden bleef, maar de latere compostgiften geen verdere invloed op het humusgehalte hadden.
In de opbrengsten kon in ongeveer de helft van de 18 proefjaren geen betrouwbare verhoging worden vastgesteld.
Gemiddeld over de gehele proef was er een positief effect, dat neerkwam op een opbrengstverhoging per 20 ton compost van ruim 16% van een jaaropbrengst van het object zonder stikstof.

6. De interprovinciale compostproefvelden (serie 12)

Deze serie, waarvan bijzonderheden betreffende de opzet besproken worden in Kortleven (1956, pp.78 e.v.) begon in herfst 1948 met 22 interprovinciale proefvelden en 4 instituutsproeven. In elk daarvan werd compost eenmaal per twee jaar toegediend in de trappen 0-10-20-40 ton per ha met compensatie van N, P en K (0,6 kg N en P_2O_5 en 2 kg K_2O per ton compost).

Van de 26 proefvelden lagen er 4 op noordelijke en 8 op zuidelijke zandgrond, 4 op dalgrond, 5 op zavel (1 in Groningen en 2 in Friesland en in Zeeland), 2 op rivierklei en 3 op zeeklei.
In de loop van de jaren moesten regelmatig proefvelden afvallen door ruilverkaveling en soortgelijke oorzaken. Tenslotte werden er 5 in $1965_{/6}$ en 1 in $1966_{/7}$ overgebracht in vakken op het terrein van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren.
Dit waren:

1	Pr 1040		zeeklei (Groningen)
2	" 1614	(aanvankelijk N.F.602)	zavel (Friesland)
3	" 1754	(" N.O.B.95)	rivierklei (Noord-Brabant)
4	" 1051		dalgrond
5	" 1042		zand (Groningen)
6	" 1752	(" O.B.1308)	" (Noord-Brabant)

Deze werden tot één aangesloten geheel van 10x30 vakken van 1x1 m samengevoegd. De oorspronkelijk vertegenwoordigde grondsoorten zijn nog steeds aanwezig. Na de overbrenging kregen zij gezamenlijk het proefnummer VP 808.

Van elke proef werd per object van alle paralellen een gelijke hoeveelheid grond van drie lagen goed gemengd nl. de bouwvoor en de grond onder de bouwvoor tot 70 cm diepte in 2 lagen van gelijke dikte. Tevens werd er een nieuw object 30 ton bijgemaakt door gelijke hoeveelheden - per laag - van de objecten 20 en 40 ton te mengen (N.B. Pr 1040 is de proef, die eerst een jaar later werd overgebracht).

De proef VPr 808 heeft per grondsoort 50 vakken nl. 10 per composttrap, verdeeld in 5 N-trappen welke in tweevoud liggen, en voor alle grondsoorten dezelfde zijn.

De grondsoorten liggen in de bovenstaande volgorde naast elkaar in blokken van 5x10 vakken, totaal (6x5) x 10. De 50 vakken per grondsoort vormen 2 Latijnse vierkanten, elk van 5x5 vakken. De verdeling over de in totaal 12 Latijnse vierkanten is volgens loting per vierkant. Naar de compost-stikstof-combinaties vormen de vakken per grondsoort een Grieks-Latijns vierkant (voor alle zes verschillend), d.w.z. dat in elke rij van 5 vakken elke stikstoftrap eenmaal voorkomt en in elke kolom van 10 tweemaal, maar gecombineerd met verschillende composttrappen.

Door deze voor een vakproef nogal gecompliceerde opzet is bereikt, dat bij de - uitsluitend bovengrondse - randwerking een systematische beïnvloeding door aan elkaar grenzende trappen van stikstof en compost niet aanwezig is doordat het toeval vrij spel gekregen heeft.

De stikstoftrappen schuiven ieder jaar 2 plaatsen op; dus 1-2-3-4-5 wordt 3-4-5-1-2 enz. (N.B. er is geen nultrap voor N). Op deze wijze heeft in twintig jaar in elke bak elk der vier gewassen elke stikstoftrap eenmaal gehad. Twintig jaar, bovendien een periode van voldoende lengte, is dus een mooie periode voor een goed uitgebalanceerde samenvatting van resultaten. Daar 1968 het eerste goede proefjaar in de vakproef is, is dit na afsluiting van het jaar 1987.

De keuze van 1968 berust op de volgende overwegingen. In 1966 werden op de vijf toen overgebrachte grondsoorten aardappelen verbouwd. Ingaande 1967 werd de vaste vruchtopvolging suikerbieten-haver-aardappelen-gerst. De bieten hadden een niet in dit schema passende voorvrucht. Daardoor is 1968 het eerste goede proefjaar. Bovendien was 1968 het eerste jaar van het gelijk maken van de pH (zie verderop), en hadden alle gronden, ook die van Pr 1040, enige tijd gehad om te bezakken.

De nieuwe proef begint dus in 1968, maar heeft dan een twintigjarige voorgeschiedenis.

De P, K en Mg enz. bemesting is bij de verschillende grondsoorten niet gelijk. Er wordt in VPr 808 alleen gecompenseerd op kali. Begin 1968 is getracht - met kalk en zwavel - de pH gelijk te trekken (behalve in Pr 1614, waar de pH reeds gelijk was).

Hoewel VPr 808 een proef is met een lange voorgeschiedenis, is deze moeilijk te interpreteren, in de eerste plaats omdat de veldproeven zwak van opzet waren en verder omdat de compost geleidelijk sterk van karakter veranderd is. Het gehalte aan nuttige organische stof is nl. sterk toe-, dat aan kool sterk afgenomen.

In hoofdzaak zal het resultaat van de voorgeschiedenis bekeken worden aan de hand van de mate waarin het zich manifesteert in de sterke proef VPr 808. Slechts de humusgehalten zijn verzameld vanaf het begin van de veldproeven. Bij de opbrengsten zullen voor de volledigheid ook die van 1966 en 1967 worden vermeld. De overige gegevens zijn verzameld en bekeken op hun aansluiting van veldproeven en vakproef; deze bleek goed te zijn. Zij blijven echter onvermeld.

Grondonderzoek

(a) De humusgehalten. Door een horizontale streep in tabel 70 wordt in de reeksen humusgehalten een scheiding gemaakt tussen de bepalingen in de veldproeven en die in de vakproef. In sommige gevallen komen deze in 1966 beide voor. In deze tabel zijn alle jaren opgenomen, ook die waarin geen bepaling viel, teneinde de snelheid van daling resp. stijging beter te zien. De oneven jaren zijn de jaren van toediening, de even jaren die van nawerking, d.w.z. dat bepalingen in oneven jaren één jaar, in even jaren twee jaren na de laatste toediening vallen.

Tabel 70a

	Pr 1040 (zeeklei)					Pr 1614 (zavel)					Pr 1754 (rivierklei)				
	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40
1948	3,45	3,37	3,60		3,46	1,80	1,80	1,65		2,05	6,70	6,45	6,90		7,00
9															
1950	3,33	3,57	3,48		3,37	1,95	2,00	1,90		2,20					
1						2,00	2,05	2,15		2,35	6,48	6,45	6,00		6,45
2						1,75	1,75	1,85		1,90					
3						1,72	1,70	1,80		2,05	6,48	6,30	5,95		6,35
4	3,50	3,43	3,67		3,77										
5															
6	3,35	3,39	3,54		3,57										
7															
8	3,35	3,25	3,16		3,32	1,78	1,80	1,90		2,25	5,30	5,30	5,75		5,55
9															
1960	3,22	3,27	3,40		3,58	1,78	1,90	2,05		2,50	4,95	5,20	5,35		5,40
1	3,02	2,95	3,15		3,38	1,78	1,80	2,00		2,50	5,22	5,20	5,40		5,65
2						1,48	1,45	1,70		2,00	4,88	5,00	4,75		5,20
3	3,35	3,08	3,53		3,57	1,72	1,65	1,95		2,15	5,20	5,20	5,55		5,75
4	3,02	3,13	3,38		3,35	1,78	1,80	2,00		2,25					
5	2,95	3,10	3,18		3,48	1,78	1,95	1,95		2,30	5,60	5,45	5,85		5,50
6	3,43	3,52	3,58		3,72										
6						1,64	1,64	1,80	2,16	2,17	4,31	4,46	5,04	4,83	5,11
7	3,12	3,24	3,57	3,81	4,16	1,65	1,76	2,02	2,41	2,53	4,20	4,36	5,03	4,98	5,13
8	2,99	3,14	3,52	3,86	4,08	1,56	1,72	2,01	2,27	2,36	4,06	4,28	5,04	5,00	5,24
9	2,98	3,25	3,75	4,07	4,62	1,67	1,86	2,22	2,61	2,78	4,04	4,41	5,20	5,28	5,59

Het nulobject daalt terwijl de hoogste trap stijgt bij Pr 1040-1614-1042-1752, alle objecten dalen bij Pr 1754 (dit is gescheurd grasland), terwijl Pr 1051 na een aanvankelijke stijging een horizontaal verloop met grote schommelingen te zien geeft. Dit laatste werd reeds besproken in Kortleven (1970). In deze proef op veenkoloniale grond waren de gehalten over 1956 tot 1969 gemiddeld 9,51-9,44-9,45-9,22 (0-10-20-40 ton).

In de staten valt op, dat in de even jaren, waarin de bepalingen vallen vlak voor een compostgift of twee jaren na de voorafgaande gift, de humusgehalten in de compostobjecten meestal lager liggen dan een jaar ervoor, dus één jaar na de voorafgaande gift.

Tabel 70b

	Pr 1051					Pr 1042 (N.zand)					Pr 1752 (Z.zand)				
	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40
1948	4,88	4,65	4,40		4,80	7,85	7,48	8,08		7,37	3,55	3,65	3,60		3,50
9											3,42	3,50	3,35		3,55
1950						7,58	7,65	8,13		7,77					
1															
2															
3															
4	5,65	6,43	6,89		5,46	7,60	7,53	8,13		7,70	3,63	3,80	3,60		3,80
5															
6	8,53	8,58	7,95		8,42	7,95	7,92	8,50		8,43					
7															
8	8,22	8,90	8,25		8,55	7,32	7,60	8,15		8,13	3,30	3,65	3,75		3,95
9															
1960	10,72	10,52	10,28		9,77	7,42	7,58	8,55		7,88	3,58	3,90	3,95		4,25
1	8,32	9,23	8,90		8,92	7,70	7,77	8,37		8,57	3,32	3,80	3,55		4,15
2	8,48	8,35	8,53		8,52	7,30	7,47	8,12		7,98	3,28	3,60	3,60		4,05
3	11,04	11,35	10,57		10,50	7,40	7,68	7,90		8,17	3,02	3,30	3,40		3,60
4	8,92	8,77	8,53		8,63	6,90	6,97	7,47		7,30	3,02	3,15	3,10		3,50
5	8,33	8,63	8,75		8,45	6,76	7,15	7,37		7,33	2,75	2,75	2,95		3,15
6	12,03	10,47	9,97		8,90	6,28	6,55	7,07		7,22	2,72	3,00	3,10		3,30
6	9,05	8,45	9,55	9,10	8,70	6,90	6,85	6,95	6,85	7,25	2,91	3,03	3,06	3,19	3,42
7	11,33	11,05	11,38	11,45	11,36	6,96	7,12	7,64	7,92	8,15	3,04	3,45	3,53	3,88	4,50
8	8,69	8,51	9,41	9,19	9,14	6,87	7,03	7,48	7,44	7,90	3,00	3,16	3,20	3,40	3,76
9	10,05	9,90	10,72	10,64	10,82	6,81	7,03	7,66	7,77	8,11	3,10	3,39	3,43	3,80	4,34

Werken wij dit uit aan de hand van Pr 1752 vanaf 1960, dan krijgen wij de cijfers in tabel 71.

Tabel 71

	na 2 jaren					na 1 jaar			
	0	10	20	40		0	10	20	40
1960	3,58	2,90	3,95	4,25	1961	3,32	3,80	3,55	4,15
1962	3,28	3,60	3,60	4,05	1963	3,02	3,30	3,40	3,60
1964	3,02	3,15	3,10	3,50	1965	2,75	2,75	2,95	3,15
1966	2,91	3,03	3,06	3,42	1967	3,04	3,45	3,53	4,50
1968	3,00	3,16	3,20	3,76	1969	3,10	3,39	3,43	4,34
	3,16	3,37	3,38	3,80		3,05	3,34	3,37	3,95
nulobject		3,16	3,16	3,16			3,05	3,05	3,05
meer dan 0-obj.		0,21	0,22	0,64	na 1 jaar		0,29	0,32	0,90
					na 2 jaren		0,21	0,22	0,64
					verschil		0,08	0,10	0,26

Een jaar na de toediening is er van de compost per 10 ton meer over dan 2 jaren erna $\left(\frac{0,08}{1}+\frac{0,10}{2}+\frac{0,26}{4}\right) : 3 = 0,065\%$ van het bouwvoorgewicht.

Doen wij hetzelfde voor alle zes proeven - daar zij alle hetzelfde beeld vertonen (n.b. waar een jaar ontbreekt, wordt een geheel tweetal weggelaten) - dan komen wij per 10 ton gemiddeld uit op 0,08%. Dit is, als wij het bouwvoorgewicht ruwweg stellen op 1,5 millioen kg gelijk aan 1200 kg of 12% van het gewicht van de compost. Er is dus een hoeveelheid gloeiverlies, tot omstreeks 12% van het gewicht van de compost, die na een jaar nog wel in de grond aanwezig is maar na twee jaar niet meer, boven en behalve wat er na twee jaar nog wel van de compost over is en zonder rekening te houden met de intussen ook optredende afbraak van de bodemhumus.

Het getal van 12% ligt in de orde van grootte van de hoeveelheid kool in compost. Wij zien hierin een aanwijzing, dat in normale in cultuur zijnde gronden (zulks in tegenstelling tot steriele substraten als glaszand) en bij normale giften (tegenover de extreem hoge giften in sommige voorgaande proeven) de kool wel enige tijd stand houdt, maar toch reeds vrij spoedig in de processen van humificatie en humusafbraak wordt opgenomen.

Het verdient dus aanbeveling de humusbepalingen te verrichten op vaste tijdstippen, b.v. altijd twee jaren na de compostgift, of bij jaarlijkse bepaling telkens twee series van bepalingen op te bouwen. Doet men dit niet dan vergroot men de fout, die bij humusbepalingen toch al aanzienlijk is. Op dezelfde wijze is een vaste vruchtwisseling van belang, daar zoals gezien bij Pr 1081, ook het gewas een merkbare invloed kan hebben op de uitslag van de humusbepaling.

Aan al deze eisen voldoet thans VPr 808.

(b) pH-KCl. Deze werd in VPr 808 nog slechts eenmaal bepaald, nl. eind 1967, dat is vóór de nivellering (hetzelfde geldt voor alle andere bepalingen behalve humus). De uitkomsten worden in tabel 72 vermeld met de uitgangstoestand in 1948.

Tabel 72

	1948	1967				
		0	10	20	30	40
Pr 1040	6,24	6,68	6,74	6,83	6,97	7,04
" 1614	5,59	7,49	7,65	7,56	7,47	7,54
" 1754	3,86	4,43	5,08	4,99	5,32	5,78
" 1051	3,92	4,12	4,56	5,10	5,49	5,86
" 1042	4,65	4,34	4,65	4,86	5,21	5,54
" 1752	4,49	3,70	4,25	4,81	5,16	5,71

Behalve bij Pr 1614 verlopen ze lineair als pH = $bx_c + c$ volgens:

Pr 1040 $pH = 0,095x_c + 6,662$

" 1754 $pH = 0,294x_c + 4,532$

" 1051 $pH = 0,441x_c + 4,144$

" 1042 $pH = 0,296x_c + 4,338$

" 1752 $pH = 0,493x_c + 3,740$

Doen wij hetzelfde voor alle zes proeven - daar zij alle hetzelfde beeld vertonen (n.b. waar een jaar ontbreekt, wordt een geheel tweetal weggelaten) - dan komen wij per 10 ton gemiddeld uit op 0,08%. Dit is, als wij het bouwvoorgewicht ruwweg stellen op 1,5 millioen kg gelijk aan 1200 kg of 12% van het gewicht van de compost. Er is dus een hoeveelheid gloeiverlies, tot omstreeks 12% van het gewicht van de compost, die na een jaar nog wel in de grond aanwezig is maar na twee jaar niet meer, boven en behalve wat er na twee jaar nog wel van de compost over is en zonder rekening te houden met de intussen ook optredende afbraak van de bodemhumus.

Het getal van 12% ligt in de orde van grootte van de hoeveelheid kool in compost. Wij zien hierin een aanwijzing, dat in normale in cultuur zijnde gronden (zulks in tegenstelling tot steriele substraten als glaszand) en bij normale giften (tegenover de extreem hoge giften in sommige voorgaande proeven) de kool wel enige tijd stand houdt, maar toch reeds vrij spoedig in de processen van humificatie en humusafbraak wordt opgenomen.

Het verdient dus aanbeveling de humusbepalingen te verrichten op vaste tijdstippen, b.v. altijd twee jaren na de compostgift, of bij jaarlijkse bepaling telkens twee series van bepalingen op te bouwen. Doet men dit niet dan vergroot men de fout, die bij humusbepalingen toch al aanzienlijk is. Op dezelfde wijze is een vaste vruchtwisseling van belang, daar zoals gezien bij Pr 1081, ook het gewas een merkbare invloed kan hebben op de uitslag van de humusbepaling.

Aan al deze eisen voldoet thans VPr 808.

(b) pH-KCl. Deze werd in VPr 808 nog slechts eenmaal bepaald, nl. eind 1967, dat is vóór de nivellering (hetzelfde geldt voor alle andere bepalingen behalve humus). De uitkomsten worden in tabel 72 vermeld met de uitgangstoestand in 1948.

Tabel 72

	1948	1967				
		0	10	20	30	40
Pr 1040	6,24	6,68	6,74	6,83	6,97	7,04
" 1614	5,59	7,49	7,65	7,56	7,47	7,54
" 1754	3,86	4,43	5,08	4,99	5,32	5,78
" 1051	3,92	4,12	4,56	5,10	5,49	5,86
" 1042	4,65	4,34	4,65	4,86	5,21	5,54
" 1752	4,49	3,70	4,25	4,81	5,16	5,71

Behalve bij Pr 1614 verlopen ze lineair als $pH = bx_c + c$ volgens:

Pr 1040 $pH = 0,095x_c + 6,662$

" 1754 $pH = 0,294x_c + 4,532$

" 1051 $pH = 0,441x_c + 4,144$

" 1042 $pH = 0,296x_c + 4,338$

" 1752 $pH = 0,493x_c + 3,740$

De vereffende waarden zijn vermeld in tabel 73.

Tabel 73

	0	10	20	30	40
Pr 1040	6,66	6,76	6,85	6,95	7,04
Pr 1614	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54
Pr 1754	4,53	4,83	5,12	5,41	5,71
Pr 1051	4,14	4,59	5,03	5,47	5,91
Pr 1042	4,34	4,63	4,93	5,23	5,52
Pr 1752	3,74	4,23	4,73	5,22	5,71

De pH-stijgingen houden verband met de pH in het nulobject. Hoe hoger de laatste is, hoe minder de pH stijgt onder invloed van compost, totdat er bij c = 7,55 (Pr 1614) geen stijging meer is:

c	3,740	4,144	4,338	4,532	6,662	7,558
b	0,493	0,441	0,296	0,294	0,095	-0,008

Van de laatste (Pr 1614) is de b te enen male niet significant. De uitkomst (waarvoor men voor praktisch gebruik nul zou nemen) is toch vermeld zoals hij in het materiaal zit, omdat deze mede bij een verdere vereffening wordt gebruikt.

De gevonden uitkomsten zijn nl. tegen elkaar uitgezet in fig. 9. Deze suggereert een kromme lijn. Vereffening op $b = pc^2 + qc + r$ leverde de cijfers van tabel 74 op.

Tabel 74

	1e Ronde	2e Ronde
p	+ 0,0258 ± 0,0208	-
q	- 0,4128 ± 0,2368	- 0,1201 ± 0,0164
r	+ 1,6600 ± 0,6282	+ 0,8885 ± 0,0879

De tweedegraadsterm bleef ver onder de maat, waarna de lineaire term zeer sterk overbleef. Desondanks is naast de rechte lijn in fig. 9 ook de kwadratische functie ingetekend. Er is immers voor het gebogen verloop wel wat te zeggen, waarbij mogelijk het geringe aantal punten oorzaak is van het niet betrouwbaar kunnen vaststellen van de parameters.

Welke functie men ook kiest (ook voor een logaritmische functie zou wat te zeggen zijn) duidelijk is, dat bij een pH van de grond gelijk aan die van compost er geen pH-verhoging optreedt, wat plausibel is, en dat naarmate de pH van de grond lager is, de pH-verhoging door compost groter wordt. Zoals dit hier zich voordoet heeft de grondsoort geen invloed op de grootte van de pH-verhoging per eenheid compost. Dat dit een wet van Meden en Perzen zou zijn, wordt niet beweerd; daarvoor is het materiaal niet omvangrijk genoeg en is de deskundigheid van de schrijver op dit punt te gering. In de proef VPr 808 echter is het wel zo.

De vereffende waarden zijn vermeld in tabel 73.

Tabel 73

	0	10	20	30	40
Pr 1040	6,66	6,76	6,85	6,95	7,04
Pr 1614	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54
Pr 1754	4,53	4,83	5,12	5,41	5,71
Pr 1051	4,14	4,59	5,03	5,47	5,91
Pr 1042	4,34	4,63	4,93	5,23	5,52
Pr 1752	3,74	4,23	4,73	5,22	5,71

De pH-stijgingen houden verband met de pH in het nulobject. Hoe hoger de laatste is, hoe minder de pH stijgt onder invloed van compost, totdat er bij c = 7,55 (Pr 1614) geen stijging meer is:

c	3,740	4,144	4,338	4,532	6,662	7,558
b	0,493	0,441	0,296	0,294	0,095	-0,008

Van de laatste (Pr 1614) is de b te enen male niet significant. De uitkomst (waarvoor men voor praktisch gebruik nul zou nemen) is toch vermeld zoals hij in het materiaal zit, omdat deze mede bij een verdere vereffening wordt gebruikt.

De gevonden uitkomsten zijn nl. tegen elkaar uitgezet in fig. 9. Deze suggereert een kromme lijn. Vereffening op $b = pc^2 + qc + r$ leverde de cijfers van tabel 74 op.

Tabel 74

	1e Ronde	2e Ronde
p	+ 0,0258 ± 0,0208	-
q	- 0,4128 ± 0,2368	- 0,1201 ± 0,0164
r	+ 1,6600 ± 0,6282	+ 0,8885 ± 0,0879

De tweedegraadsterm bleef ver onder de maat, waarna de lineaire term zeer sterk overbleef. Desondanks is naast de rechte lijn in fig. 9 ook de kwadratische functie ingetekend. Er is immers voor het gebogen verloop wel wat te zeggen, waarbij mogelijk het geringe aantal punten oorzaak is van het niet betrouwbaar kunnen vaststellen van de parameters.

Welke functie men ook kiest (ook voor een logaritmische functie zou wat te zeggen zijn) duidelijk is, dat bij een pH van de grond gelijk aan die van compost er geen pH-verhoging optreedt, wat plausibel is, en dat naarmate de pH van de grond lager is, de pH-verhoging door compost groter wordt. Zoals dit hier zich voordoet heeft de grondsoort geen invloed op de grootte van de pH-verhoging per eenheid compost. Dat dit een wet van Meden en Perzen zou zijn, wordt niet beweerd; daarvoor is het materiaal niet omvangrijk genoeg en is de deskundigheid van de schrijver op dit punt te gering. In de proef VPr 808 echter is het wel zo.

Verdere bijzonderheden over de pH in het oorspronkelijke veldproevenmateriaal worden vermeld door Riem Vis (1969). Deze berekende voor de zand- en dalgronden over 1948-1966 dat in de uiteindelijk te bereiken evenwichtstoestand de pH in een lineair verband zal staan met de hoogte van de compostgift, maar onafhankelijk zal zijn van de hoogte van de pH in de uitgangstoestand. Dit is in overeenstemming met de in VPr 808 gevonden lineaire verbanden.

(c) De granulaire samenstelling. Deze werd bepaald in oktober 1969. De fracties grof zand, fijn zand en afslibbaar worden in tabel 75 uitgedrukt in % van de minerale delen (zand + afslibbaar).

Tabel 75

	Grof	Fijn	Slib	Grof	Fijn	Slib	Grof	Fijn	Slib
		Pr 1040			*Pr 1614*			*Pr 1754*	
0	13,9	27,2	58,9	3,8	76,2	20,0	7,2	16,6	76,2
1	14,6	25,5	59,9	4,4	76,1	19,5	8,3	17,2	74,5
2	14,7	26,9	58,4	5,7	75,9	18,4	9,8	18,0	72,2
3	16,9	25,6	57,5	6,4	74,8	18,8	10,1	15,6	74,3
4	17,8	25,2	57,0	7,0	74,3	18,7	10,8	17,3	71,9
		Pr 1051			*Pr 1042*			*Pr 1752*	
0	57,9	37,2	5,0	50,0	44,1	5,9	71,5	22,8	5,7
1	59,9	35,6	4,5	51,1	43,1	5,8	69,7	25,2	5,1
2	57,3	38,1	4,6	51,3	42,7	6,0	70,8	24,1	5,1
3	60,4	34,8	4,8	51,7	42,6	5,7	71,8	23,2	5,0
4	61,2	34,4	4,4	52,3	41,4	6,3	69,5	23,8	6,7
			4,7			5,9	70,1	21,8	5,5

In Pr 1752 verandert de granulaire samenstelling niet. Hier heeft dus de toegevoegde compost gemiddeld dezelfde samenstelling als de grond.
In de andere proeven is overheersend de toename van grof zand, dat in de compost sterker vertegenwoordigd is dan in de gronden. Daardoor dalen fijn zand en afslibbaar. Deze dalen in enkele gevallen bovendien doordat de grond er veel meer van bevat dan de compost. Voor afslibbaar is dit het meest geprononceerd in Pr 1754 en het minst, zelfs afwezig, bij Pr 1042 en 1051. In de laatste is de verhouding totaal zand:afslibbaar in de grond vrijwel dezelfde als die in compost, maar verandert de verhouding grof zand:fijn zand in de richting van die bij compost.
Door langdurig compostgebruik wordt dus de granulaire samenstelling van de grond merkbaar veranderd.

(d) Basenbindend vermogen en totaal-stikstof. Deze beide grootheden werden tezamen met de granulaire samenstelling bepaald in oktober 1969. Zij worden in tabel 76 weergegeven, tezamen met de gehalten aan humus en afslibbare delen (slib).

Tabel 76

	Zware gronden				Lichte gronden			
	humus	slib	T	N_t	humus	slib	T	N_t
		Pr 1040				*Pr 1051*		
0	3,20	56,75	30,70	0,170	12,30	4,30	27,20	0,200
1	3,25	57,75	27,95	0,175	10,60	3,95	25,60	0,195
2	3,40	56,15	31,15	0,190	10,75	4,05	25,50	0,205
3	3,35	55,30	30,40	0,200	11,45	4,30	21,85	0,220
4	3,75	54,60	31,20	0,205	11,--	3,95	22,55	0,220
	3,42	56,11	30,28	0,188	11,22	4,11	24,54	0,208
		Pr 1614				*Pr 1042*		
0	1,85	19,55	12,55	0,100	6,45	5,50	19,25	0,155
1	1,90	19,05	11,15	0,100	6,40	5,45	19,35	0,150
2	2,05	17,95	12,--	0,105	7,15	5,60	22,85	0,175
3	2,25	18,40	11,40	0,115	7,40	5,80	22,15	0,175
4	2,45	18,05	12,65	0,125	7,55	5,70	22,40	0,180
	2,10	18,63	11,95	0,109	6,99	5,61	21,21	0,197
		Pr 1754				*Pr 1752*		
0	3,35	73,25	34,30	0,250	2,55	5,60	7,85	0,100
1	4,15	71,30	36,05	0,250	2,65	5,--	10,35	0,100
2	4,85	68,45	34,15	0,290	2,75	4,90	8,45	0,100
3	4,80	70,65	35,90	0,290	3,25	4,80	9,75	0,110
4	4,90	68,25	34,--	0,280	3,75	6,40	8,25	0,120
	4,44	70,38	34,88	0,272	2,99	5,34	8,93	0,106

Met de gemiddelden van de zware en van de lichte gronden worden 2 vergelijkingen met 2 onbekenden opgesteld (en opgelost) van de vorm ax + by = c, waarin x is het humusgehalte, y het gehalte aan slib en c resp. T en N_t. Deze beide vergelijkingen zijn:

3,32 x + 48,37y = 25,70 resp. 0,190
7,07 x + 5,02 y = 18,23 resp. 0,170

De oplossing geeft:

	T	N_t
a(humus)	2,315	0,0227
b (slib)	0,372	0,0020

Deze bewerking is een zeer vergaande globalisatie; zij is desondanks uitgevoerd om daarmee toegang te verkrijgen tot een moeilijk gebied.
Als totale uitkomst is verkregen dat T voor humus niet 4 doch 6x zo groot is als voor de afslibbare delen, en dat humus ruim 11x zoveel stikstof bindt per eenheid als afslibbaar. In VP 169, zie I.2., werd voor deze verhouding

gemiddeld 10 gevonden. Met dit getal wordt verder gewerkt. Wij houden T per eenheid slib aan in alle gevallen. (De juistheid hiervan behoeft bevestiging, daar het lutum niet steeds uit dezelfde mineralen behoeft te bestaan.)
Er blijft dan over voor T per eenheid humus gemiddeld per proef:

Pr 1040	2,74	Pr 1051	2,05
Pr 1614	2,39	Pr 1042	2,74
Pr 1754	1,84	Pr 1752	2,32
Gem.	2,32		2,37

Gemiddeld zijn beide groepen van gronden gelijk, met vrijwel even grote variaties binnen de groep. Of deze wezenlijk zijn zal herhaalde bepaling van T en gespecialiseerd onderzoek moeten uitwijzen. In elk geval is er ook thans, evenals dat bij VP 169 het geval is, nog geen grond om een anders geaarde humus in zware en lichte gronden, met hun ongelijke analysemethode, aan te nemen. Laag zijn Pr 1754 en 1051. Voor de eerste is geen voor de hand liggende verklaring aanwezig, voor de tweede denkt men uiteraard aan het karakter van jonge dalgrond (ruim 20 jaren geleden ontgonnen en met nog sterk stijgend humusgehalte; zie Kortleven, 1970). Hoog zijn Pr 1040 en 1042. Ook hiervoor is geen verklaring. Wel liggen zij beide in het noorden des lands, terwijl er een mogelijkheid is voor een ongelijke humusvorming in het noorden en het zuiden (zie Kortleven, 1963, p.13, voetnoot 2).

Voor stikstof nemen wij een vaste verhouding aan tussen de stikstof per eenheid humus en per eenheid slib. Ook dit is een nog niet als juist bevonden aanname. Daar evenwel voor de berekening het slibgehalte door 10 gedeeld wordt ter herleiding op de overeenkomstige humushoeveelheid (wat stikstofbinding betreft) kan de fout ook niet ernstig zijn. Wij vinden dan voor N_t per eenheid humus de in tabel 77 vermelde cijfers.

Tabel 77

	N in % van humus	Humus/N		N in % van humus	Humus/N
Pr 1040	2,1	48	Pr 1051	1,8	56
Pr 1614	2,1	48	Pr 1042	2,6	39
Pr 1754	2,4	42	Pr 1752	3,0	33

De zandgronden hebben het hoogste stikstofgehalte in de humus; de dalgrond het laagste, wat weer aannemelijk is. Ook hier treft weer het verschil tussen noord en zuid; nemen wij vergelijkbare tweetallen, nl. voor klei noord en zuid resp. Pr 1040 en 1754 en voor zand noord en zuid resp. Pr 1042 en 1752, dan zien wij:

	T		N	
	noord	zuid	noord	zuid
Klei	2,74	1,84	2,1	2,4
Zand	2,74	2,32	2,6	3,0

De noordelijke gronden hebben humus met hoger T maar lager N-gehalte dan de zuidelijke. Het meest kenmerkende klimatologische verschil tussen noord en zuid is vermoedelijk de gemiddelde temperatuur.
Opvallend is, dat de opbrengsten van de objecten zonder stikstofbemesting zowel als de reactie op stikstofbemesting geen verband houden met de hier beschreven humuseigenschappen. Wel houden zij verband met het totale stikstofgehalte van de grond.
Bij de bespreking der opbrengsten verderop worden weergegeven de opbrengst van de grond zonder stikstof en zonder compost en de opbrengststijging als gevolg van 25 kg minerale stikstof. Over de beide jaren 1968 en 1969 gesommeerd vinden wij de in tabel 78 gegeven cijfers.

Tabel 78.

Proef	N_t	Opbrengst		Proef	N_t	Opbrengst	
		nulobject	verh.door N			nulobject	verh. door N
Pr 1614	0,109	84,9	40,0	Pr 1752	0,106	53,0	46,0
Pr 1040	0,188	104,8	33,7	Pr 1042	0,197	109,8	42,1
Pr 1754	0,272	142,1	25,4	Pr 1051	0,208	81,8	45,8

Bij de zware gronden is het verband duidelijk; hoe hoger N_t, hoe groter de opbrengst van de grond zonder stikstofbemesting, maar tevens hoe zwakker de verhoging door N. Dit laatste is het gevolg van het zich verder op de totale stikstofopbrengstkromme bevinden.

Het totale stikstofgehalte is hier dus van meer belang dan de verhouding humus:N of wel C/N.
Bij de lichte gronden is het verband, met uitzondering van de afwijkende jonge dalgrond ook aanwezig.

Thans rest nog na te gaan, welke invloed compost heeft gehad op T en N_t per eenheid humus. Op dezelfde wijze als boven beschreven wordt tabel 79 verkregen.

Tabel 79

	1040	1614	1754	1051	1042	1752
Basenbindend vermogen T						
0	3,0	2,8	2,0	2,1	2,7	2,3
1	2,0	2,9	2,3	2,3	2,7	3,2
2	3,0	2,6	1,8	2,2	2,9	2,4
3	2,8	2,0	2,0	1,7	2,7	2,4
4	2,9	2,4	1,7	1,9	2,7	1,6
Totaal stikstof (x1000)						
0	19	27	23	16	22	32
1	19	27	22	18	21	32
2	21	28	25	19	23	30
3	22	29	25	19	22	30
4	22	29	24	19	23	27

Met de verhouding humus:N is geen duidelijk verband.

d. Binnen de zware gronden hebben 2 met het laagste N-gehalte en de laagste opbrengst bij onbemest (maar ook de sterkste reactie op N) en 3 met het hoogste N-gehalte en de hoogste opbrengst bij onbemest (maar de zwakste reactie op N) resp. de hoogste en de laagste pH en tezamen daarmede de zwakste resp. de sterkste invloed van compost op de pH. Binnen de lichte gronden bestaat dit samengaan niet.
e. Een interactie tussen compost en stikstof werd geen enkele maal aangetroffen.

De cijfers van de stikstofonttrekking zijn weergegeven in tabel 81.

Tabel 81

	1968 korrel + stro	1969 knol
a_c	-	-
b_{c1}	-	+ 4,820
2	-	-
3	- 7,620	-
4	-	-
5	- 5,700	- 7,220
6	-	-
a_n	- 2,307	-
b_{n1}	+ 27,896	+ 16,540
2	+ 30,746	+ 16,580
3	+ 21,946	+ 13,080
4	+ 28,996	+ 15,620
5	+ 27,896	+ 16,640
6	+ 30,296	+ 18,280
i_{c_1}	-	-
2	+ 37,087	+ 63,700
3	+ 25,767	+ 55,900
4	+104,647	+109,680
5	+ 22,847	+ 42,100
6	+ 42,927	+ 69,640
	+ 17,047	+ 36,520

Deze uitkomsten zijn voor compost nog wat verwarrend. Die voor de stikstoftrappen ontlopen elkaar veel minder dan bij de opbrengsten het geval is; eigenlijk is alleen drie, evenals bij de opbrengsten, laag.

De scherpste resultaten komen voor in de c's. De grond van 3 (rivierklei) geeft steeds verreweg de hoogste onttrekking, die van 6 de laagste. Ook de veenkoloniale grond levert weinig stikstof.

Samenvatting

Van een oorspronkelijk vrij groot aantal veldproeven werden er tenslotte zes, met zes verschillende grondsoorten, in een vakproef samengebracht. De vakproef, die zeer sterk van opzet is, heeft 1968 als eerste goede proefjaar. Er waren dus nog slechts 2 jaren of een halve rotatie, te beschrijven. Werkelijke beoordeling kon dus nu nog niet plaats hebben.

In de dan te verkrijgen uitkomsten zit het resultaat van 20 voorafgaande proefjaren. Deze werden niet zelf bewerkt, daar deze proeven per stuk onvoldoende sterk van opzet waren.

Compost brengt in 5 proeven een verhoging van het humusgehalte teweeg. Deze is een jaar na toediening duidelijk groter dan twee jaren erna. Dit wordt toegeschreven aan de kool.

Ook de stikstofgehalten in de grond stijgen door compost.

Compost doet de pH stijgen, zolang die in de grond lager is dan die in compost. Daardoor zou op de duur de pH voor lichte gronden te hoog kunnen worden.

Aan opbrengstresultaten zijn nog slechts weinig goede gegevens verzameld. Niet of negatief reageren op compost een proef op rivierklei en één op zand, die voor hun doen een zeer hoog humusgehalte hebben.

De reactie op stikstof en de opbrengsten van de nulobjecten zijn per grondsoort verschillend en hangen onderling samen. Zij houden ook weer verband met de stikstofgehalten van de grond, meer dan met C/N.

Deze proef biedt een mooie vergelijking van zes grondsoorten onder dezelfde omstandigheden. Er kwam nl. een verschil in humus tussen noordelijke en zuidelijke gronden naar voren.

7. Gebroeide versus ongebroeide compost

In Kortleven (1956) werd reeds meegedeeld, dat ongebroeide stadsvuilcompost in de herfst toegediend een gunstiger resultaat gaf dan gebroeide bij voorjaarsaanwending, terwijl ongebroeide bij voorjaarsaanwending nadelig werkte.

Daar toediening van ongebroeide compost in het najaar en van gebroeide in het voorjaar, de twee mogelijke perioden van toediening in de landbouw, nuttig leek voor de gebruiker zowel als voor de compostfabrikant werd het nodig geoordeeld deze beide in een goed opgezette proef op te nemen.

Dit is geworden IB 598, gelegen op een wat venige zandgrond bij Peest.

De proef werd aangezet in het najaar van 1960, met 1961 als eerste proefjaar. Thans kunnen 8 proefjaren worden beschreven. De beide compoststoorten komen voor in de trappen 10-20-30-40-50 ton/ha om het andere jaar. Elk object komt voor in vijfvoud en binnen elk proefvak liggen vijf stikstoftrappen in een rij in de bewerkingsrichting. Deze worden elk jaar per vak opnieuw ingeloot. Elk stikstofveldje is 6,24x 4,68 m; de veldjes hebben echter aan het eind van een rij en grenzende aan een ander proefvak (of aan de rand van de proef), dus in de bewerkingsrichting, een extra bufferzone van 52 cm.

De stikstof is steeds gegeven als kas, fosfaat als dsup, kali als zk bij aardappelen en als K-60 bij tarwe, haver, bieten en gerst, magnesium als kieseriet en kalk in verschillende vormen, verder nog borax bij bieten.

P en Mg waren uniform. Van K werd in de toedieningsjaren 20 kg K_2O minder gegeven voor elke 10 ton compost. Bij de kalk, die alleen in de toedieningsjaren werd gegeven, werd per 10 ton 125 kg CaO/ha in mindering gebracht en in 1967 200 kg.

Hierdoor zijn de K- en Ca-werking van compost wel praktisch geëlimineerd. De P-en de Mg werking niet. Echter is de P-werking van compost zeer gering, terwijl voor deze proef hetzelfde verwacht mag worden voor Mg, daar het gehalte hieraan vanaf de aanvang van de proef hoog lag, nl. op 64,0.

In de K-waarden en in de pH is door de toegepaste maatregelen geen objectsinvloed opgetreden. Evenmin in de P-waarden. Wel daarentegen in de Mg-gehalten. In tabel 82 zijn de Mg-gehalten in 1968 weergegeven (in d.p.m.).

Tabel 82

	1	2	3	4	5
Gebroeid	112,6	110,0	122,4	119,0	128,2
Ongebroeid	106,0	115,4	112,4	116,2	133,2
Gemiddeld	109,3	112,7	117,4	117,6	120,7

Ook het gehele Mg-niveau is gedurende de proef gestegen. Dit is eveneens het geval bij:

pH-KCl	van	4,62	tot	4,95 in 1968
P-getal		0,82	"	1,37
P-AL		18,4	"	28,3
P-totaal		0,068	"	0,090
K-totaal		0,032	"	0,043

Daarentegen zijn gedaald:

K-getal	van	10,3	tot	7,5
K-gehalte		9,3	"	6,8
Humus		8,94	"	8,07%

Praktisch gelijk gebleven is:

N-totaal	van	0,186	tot	0,194

Er zijn dus nogal wat veranderingen in de grond opgetreden tijdens de proefduur. Hierbij zij opgemerkt, dat de kalivoorraad in absolute zin, maar nog meer in relatieve zin, in oplosbaarheid is achteruitgegaan. Dit is geen objectsinvloed, daar het bij alle objecten in gelijke mate optreedt. Het is het gevolg van het gevoerde bemestingsbeleid.

Enkele karakteristieken van de gebruikte composten zijn de in tabel 83 vermelde gemiddelden van 3 giften (de 2e gift werd niet bemonsterd), alles in %.

Tabel 83

	Gebroeid	Ongebroeid
Nt	0,495	0,435
P_2O_5 min	0,35	0,30
K_2O water	0,15	0,28
CaO	2,1	1,8
Vocht	42,8	45,4
Organische stof	10,6	17,3
Ruwe cellulose	3,6	6,4
Kool	11,6	9,9
pH	7,6	7,1

Op het oog zijn de verschillen niet aanzienlijk, behalve bij organische stof.

Grondonderzoek

De humusgehalten zijn vermeld in tabel 84.

Tabel 84

	1960	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Gebroeid								
1	8,46	8,62	8,46	7,76	8,38	8,12	7,75	7,84
2	8,98	8,74	8,94	7,88	8,74	9,02	8,40	7,84
3	9,20	9,12	9,22	8,10	9,38	8,84	8,65	8,52
4	9,24	9,18	9,56	8,36	9,58	8,98	8,75	8,18
5	8,54	8,80	8,76	7,90	8,64	8,74	8,47	7,76
Ongebroeid								
1	9,26	9,28	8,98	8,24	9,08	8,70	8,26	7,88
2	9,30	9,14	9,10	8,70	9,36	9,30	8,75	8,70
3	8,48	8,38	8,66	7,82	8,60	8,00	7,94	7,78
4	8,94	8,92	8,96	8,34	8,98	8,94	8,40	7,76
5	9,04	9,20	9,20	8,38	8,94	9,30	8,90	8,42
Som 10 ojb.	89,44	89,38	89,84	81,48	89,68	86,94	84,27	80,68
Idem na correctie	90,63	88,60	87,62	86,66	85,72	84,80	83,90	83,02

Bij de vereffening van de som der 10 objecten werd een K_2 verkregen van 0,02 (naar beneden afgerond). Wij nemen aan, dat deze K_2 geldt voor alle objecten. Bij langer voortzetten van de proef zal moeten blijken of deze veronderstelling juist is. Op dit moment kan niet per object vereffend worden, daar 8 waarnemingen per object hiervoor te weinig is. Met bekende K_2 gaat de humusformule

$$\log \frac{y - y_m}{y_o - y_m} = 0{,}4343\ K_2 t$$

voor elke tijd t over in:

$$\log \frac{y - y_m}{y_o - y_m} = p = \log q \text{ of } \frac{y - y_m}{y_o - y_m} = q.$$

Het materiaal kan dan per object vereffend worden met behulp van de lineaire functie $y = (y_o - y_m)q + y_m$.

Toegepast op de ongecorrigeerde waarnemingen wordt dan verkregen:

	y_o					y_m					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Som
Gebr.	8,58	9,01	8,22	9,45	8,74	3,62	2,11	5,07	3,74	5,20	19,74
Ong.	9,42	9,29	8,60	9,14	9,15	0,82	6,36	3,82	3,31	6,34	20,65
						Gem. 2,22	4,23	4,44	3,53	5,77	

De opbrengsten

Verbouwd werden:

1961	aardappelen
1962	zomertarwe
1963	haver
1964	aardappelen
1965	bieten
1966	zomergerst
1967	aardappelen
1968	zomergerst

De vruchtopvolging is wat grillig, daar hierin de proefveldhouder de beslissing heeft. Er zijn zodoende viermaal hakvruchten en viermaal granen gekomen, maar niet in een regelmatige volgorde. Toedienings- en nawerkingseffecten zijn dus niet te scheiden van gewas- en jaarinvloeden, terwijl een verloop in tijd evenmin is vast te stellen.

Wij moeten ons dus in hoofdzaak bepalen tot de totale werking over de acht beschikbare proefjaren.

Het materiaal werd vereffend op de functie

$$y = a_g x_g^2 + b_g x_g + a_o x_o^2 + b_o x_o + a_n x_n^2 + b_n x_n + i_{gn} x_g x_n$$
$$i_{on} x_o x_n + c$$

Hierin betekent g en o resp. gebroeide en ongebroeide compost, beide met 10 ton als eenheid van x, terwijl x_n 25 kg N als eenheid heeft. Over de hele linie moesten a_g, a_o, i_{gn} en i_{on} verworpen worden, zodat overbleef

$$y = b_g x_g + b_o x_o + a_n x_n^2 + b_n x_n + c$$

Evenwel waren in de eerste jaren b_g en b_o ook niet altijd significant. Met het oog op de vergelijkbaarheid der jaren zijn zij daar toch aangehouden. Bovendien gold hier ook de overweging, dat wanneer zij in de latere jaren zeer sterk waren en in de beginjaren niet, zij kennelijk toenamen in de tijd, zodat zij in de beginjaren wel aanwezig waren maar niet voldoende sterk om betrouwbaar te kunnen worden vastgesteld.

In enkele gevallen was ook a_n niet significant. Dit betreft de N-opname door de knol bij aardappelen en het loof bij bieten. Voor deze grootheden vind men algemeen een lineaire of bijna lineaire stijging. Ook deze zijn aangehouden, maar uitsluitend met het oog op de vergelijkbaarheid.

Allereerst wordt een overzicht gegeven van de resultaten, verkregen voor de opbrengst aan zetmeel bij aardappelen, suiker bij bieten en korrels + stro bij granen. Dit is gedaan om voor alle gewassen opbrengsten te krijgen, die op eenzelfde niveau liggen. Deze resultaten waren als volgt:

Onttrekking

In twee aardappeljaren is de stikstofopname door de knol bij aardappelen bepaald, in 1964 in een toedieningsjaar en in 1967 in een nawerkingsjaar. Deze opnamen verliepen in kg/ha volgens

$$y = +1{,}058x_g + 2{,}548x_o - 0{,}721x_n^2 + 17{,}277x_n + 70{,}437 \text{(in 1964)}$$
$$y = +2{,}166x_g + 7{,}150x_o - 0{,}253x_n^2 + 15{,}843x_n + 47{,}846 \text{(in 1967)}$$

Opvallend is, dat in 1967, waarin de stikstoflevering door de grond lager is dan in 1964, die uit beide composten hoger is, maar die uit de minerale stikstof niet.

De levering door de gebroeide compost is in beide gevallen lager dan die uit de ongebroeide.

Toch is in alle gevallen de werkingscoëfficiënt van de compoststikstof laag. Want terwijl de gebroeide per 10 ton gemiddeld 49,5 kg N bevat en de ongebroeide 43,5 is de opname in kg/ha door de knol per eenheid resp. 1,058 en 2,166 voor de gebroeide en 2,548 resp. 7,150 voor de ongebroeide. Tellen wij deze getallen bij elkaar op omdat het een toedienings- en een nawerkingsjaar betreft, dan wordt dit 3,224 voor gebroeid en 9,698 voor ongebroeid. De totale opname over twee jaar in % van de aanvoer is dan 6,5 voor gebroeid en 22,3 voor ongebroeid. Ongebroeide compost levert dus absoluut en relatief meer stikstof dan gebroeide.

Een grootheid, die scherp reageert op de hoeveelheid beschikbare stikstof is het loof bij bieten. In 1965 werd verkregen als functie voor de droge stof in loof + kop:

$$y = +1{,}241x_g + 2{,}821x_o - 2{,}265x_n^2 + 6{,}916x_n + 37{,}035$$

Hieruit is af te leiden, dat 10 ton van beide composten in werking gelijk staat aan 4,52 resp. 10,36 kg minerale stikstof, wat overeenkomt met de werkingscoëfficiënten 9,1 resp. 23,8. De opbrengsten leveren een nog aanzienlijk lagere werkingscoëfficiënt. Gemiddeld over de 8 bewerkte jaren en voor zetmeel, suiker en korrel + stro krijgen wij nl. 2,5 en 6,9 (of per toediening het dubbele hiervan). De opbrengsten blijven dus beneden wat men op grond van de stikstoflevering zou verwachten. Dit wordt veroorzaakt doordat de composten hogere stikstofgehalten in het gewas teweegbrengen.

Dit blijkt uit de volgende opstelling. De stikstofgehalten in % van de gehele knol in beide aardappeljaren bedroegen resp.:

$$\text{Geh.} = \frac{+1{,}058x_g + 2{,}548x_o + 70{,}437}{+1{,}541x_g + 3{,}327x_o + 307{,}394} = \frac{+0{,}687b_gx_g + 0{,}766b_ox_o + 0{,}299c}{b_gx_g + b_ox_o + c}$$

$$\text{Geh.} = \frac{+2{,}166x_g + 7{,}150x_o + 47{,}846}{+9{,}147x_g + 17{,}263x_o + 265{,}650} = \frac{+0{,}238b_gx_g + 0{,}414b_ox_o + 0{,}180c}{b_gx_g + b_ox_o + c}$$

8. *Een vergelijking van twee verschillende composten met andere organische meststoffen*

Deze proef, Pr 1255, reeds beschreven in Kortleven (1956,pp. 200 e.v.) houdt enerzijds verband met de in paragraaf 7 behandelde proef inzake de vergelijking van gebroeide en ongebroeide compost, anderzijds met de hierna nog te behandelen proeven, welke de menging van compost met veen en met rioolslib betreffen.

De proef is gelegen op rivierklei met 58% afslibbare delen, 28% fijn en 10% grof zand. Het terrein was oorspronkelijk oud grasland, dat in de tweede wereldoorlog gescheurd werd. Vandaar dat het humusgehalte, dat bij het inzetten der proef 3,2 bedraagt, zich in dalende richting beweegt. $CaCO_3$ is praktisch afwezig. Het MgO-gehalte is hoog.

De proef werd aangelegd in het najaar van 1951. In het eerste proefjaar werden aardappelen verbouwd. Daarna te beginnen met 1953 is er een vaste vruchtopvolging graan-aardappelen-suikerbieten. Het graan was in 1953 en 1959 gerst, in 1956 haver, in 1962 en 1965 tarwe.

Er waren oorspronkelijk (inclusief het nulobject) 8 objecten. Eén ervan, stabiele humus X_2, is al spoedig weggelaten. Daarna zijn er nog de volgende objecten.

1.	Nulobject	
2.	Stalmest	30 ton
3.	VAM-compost gebroeid	30 ton
4.	VAM-compost ongebroeid	30 ton
5.	Rioolslib	30 ton
6.	Turfmolm	15 ton
7.	Groenbemesting	

De genoemde hoeveelheden worden eenmaal per twee jaar gegeven. De even jaren zijn de jaren van toediening. Groenbemesting (object 7) vindt jaarlijks plaats in de vorm van ondergewerkte stoppel, aardappelloof en bietenloof, voorzover afkomstig van de betreffende veldjes.

Elk object komt voor in viervoud. De veldjesgrootte bedraagt 12x20 m. Binnen elk der veldjes is een serie van trappen mogelijk. Enkele malen zijn dit N-trappen geweest en enkele malen K-trappen. Het aantal trappen was eerst 4, en is later verhoogd tot 6. Daartussendoor loopt een aantal jaren met uniforme bemesting.

Tabel 85 geeft een overzicht van de samenstelling der gebruikte meststoffen als gemiddelde over alle giften.

Tabel 85

	N_t	P_2O_5	K_2O	CaO	Org.stof	Vocht	Coll.	Aanvoer org.stof gem. per jaar in kg ha.
Stalmest	0,46	0,33	0,30	0,6	13,2	78,0	3,4	1980
Compost gebr.	0,47	0,39	0,12	2,4	9,5	36,3	3,5	1425
ongebroeid	0,51	0,29	0,18	2,2	16,9	36,7	6,7	2535
Rioolslib	0,66	0,56	-	1,1	12,8	70,4	3,1	1920
Turfmolm	0,57	n.b.	n.b.	n.b.	51,5	44,9	8,0	3860

Rioolslib levert het meeste stikstof en fosfaat.

8. *Een vergelijking van twee verschillende composten met andere organische meststoffen*

Deze proef, Pr 1255, reeds beschreven in Kortleven (1956,pp. 200 e.v.) houdt enerzijds verband met de in paragraaf 7 behandelde proef inzake de vergelijking van gebroeide en ongebroeide compost, anderzijds met de hierna nog te behandelen proeven, welke de menging van compost met veen en met rioolslib betreffen.

De proef is gelegen op rivierklei met 58% afslibbare delen, 28% fijn en 10% grof zand. Het terrein was oorspronkelijk oud grasland, dat in de tweede wereldoorlog gescheurd werd. Vandaar dat het humusgehalte, dat bij het inzetten der proef 3,2 bedraagt, zich in dalende richting beweegt. $CaCO_3$ is praktisch afwezig. Het MgO-gehalte is hoog.

De proef werd aangelegd in het najaar van 1951. In het eerste proefjaar werden aardappelen verbouwd. Daarna te beginnen met 1953 is er een vaste vruchtopvolging graan-aardappelen-suikerbieten. Het graan was in 1953 en 1959 gerst, in 1956 haver, in 1962 en 1965 tarwe.

Er waren oorspronkelijk (inclusief het nulobject) 8 objecten. Eén ervan, stabiele humus X_2, is al spoedig weggelaten. Daarna zijn er nog de volgende objecten.

1.	Nulobject	
2.	Stalmest	30 ton
3.	VAM-compost gebroeid	30 ton
4.	VAM-compost ongebroeid	30 ton
5.	Rioolslib	30 ton
6.	Turfmolm	15 ton
7.	Groenbemesting	

De genoemde hoeveelheden worden eenmaal per twee jaar gegeven. De even jaren zijn de jaren van toediening. Groenbemesting (object 7) vindt jaarlijks plaats in de vorm van ondergewerkte stoppel, aardappelloof en bietenloof, voorzover afkomstig van de betreffende veldjes.

Elk object komt voor in viervoud. De veldjesgrootte bedraagt 12x20 m. Binnen elk der veldjes is een serie van trappen mogelijk. Enkele malen zijn dit N-trappen geweest en enkele malen K-trappen. Het aantal trappen was eerst 4, en is later verhoogd tot 6. Daartussendoor loopt een aantal jaren met uniforme bemesting.

Tabel 85 geeft een overzicht van de samenstelling der gebruikte meststoffen als gemiddelde over alle giften.

Tabel 85

	N_t	P_2O_5	K_2O	CaO	Org.stof	Vocht	Coll.	Aanvoer org.stof gem. per jaar in kg ha.
Stalmest	0,46	0,33	0,30	0,6	13,2	78,0	3,4	1980
Compost gebr.	0,47	0,39	0,12	2,4	9,5	36,3	3,5	1425
ongebroeid	0,51	0,29	0,18	2,2	16,9	36,7	6,7	2535
Rioolslib	0,66	0,56	-	1,1	12,8	70,4	3,1	1920
Turfmolm	0,57	n.b.	n.b.	n.b.	51,5	44,9	8,0	3860

Rioolslib levert het meeste stikstof en fosfaat.

Grondonderzoek

De humusgehalten bedroegen in 1951 gemiddeld over het gehele proefveld 3,19; zij variëerden per object gemiddeld van 3,15 tot 3,25 en waren dus sterk uniform.

De gehalten werden tot dusverre tienmaal bepaald. De eerste, in 1951, ging vooraf aan de eerste bemesting. Zie tabel 86.

Tabel 86

	1951	1957	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
1	3,20	3,20	2,88	2,82	2,38	2,68	2,70	2,80	2,90	2,41
2	3,25	3,12	3,05	2,95	2,72	2,88	2,8	2,82	2,92	2,58
3	3,15	3,18	3,10	2,90	2,75	2,95	2,92	2,90	2,88	2,81
4	3,20	3,25	3,28	3,10	2,72	2,92	2,95	2,85	2,88	2,80
5	3,22	3,18	3,10	3,10	2,72	3,00	3,00	2,92	2,92	2,67
6	3,18	4,08	4,18	4,00	3,82	3,85	3,90	3,50	3,88	3,48
7	3,18	3,20	3,05	2,88	2,52	3,02	2,98	2,90	2,85	2,55

Duidelijk is dat, behalve op object 6 (turfmolm) op alle objecten de humusgehalten dalen, ondanks de organische bemesting. De door het grasland opgehoopte humus wordt dus nog regelmatig afgebroken. Toch zijn de gehalten voor voormalig grasland en voor klei met een slibgehalte van bijna 60%, laag.

In de objecten 2 en 7 wordt de teruggang iets, zij het heel weinig, vertraagd, in 3-4-5 iets meer en door turfmolm veel meer. Turfmolm (6) geeft echter aanvankelijk een duidelijke stijging van de humusgehalten te zien tot ruim 4%; daarna gaan zij dalen.

De daling is dan iets sterker dan bij de overige objecten. Tot aan 1960 heeft zich organische stof uit turfmolm opgehoopt; daarna kreeg de afbraak de overhand.

De gemiddelden per jaar over alle objecten (met uitzondering van het afwijkende object 6) werden vereffend volgens de methode, beschreven in Kortleven (1963). Hiermee worden jaarverschillen gevonden die per object als correctie worden aangebracht. De aldus gecorrigeerde reeksen werden per groep van objecten op dezelfde wijze vereffend. Tot groepen zijn verenigd de objecten 2 en 7 resp. 3, 4 en 5, omdat op het oog binnen deze groepen geen verschil te zien is (mogelijk komt dit bij langer voortzetten van de proef wel voor de dag).

De bij tabel 87 behorende parameterwaarden zijn:

	ym	K_2
1	0,92	0,02115
2-7	1,32	0,02049
3-4-5	1,60	0,01984

[illegible] vonden kleine verschillen in K_2 significant zijn is niet nagegaan; waarschijnlijk is het niet. Gemiddeld is K_2 = 0,020 dus normaal.

Tabel 87

	1951	1957	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Alle objecten										
Gevonden	3,20	3,19	3,08	2,96	2,64	2,91	2,90	2,90	2,89	2,63
Vereffend	3,28	3,07	2,97	2,94	2,91	2,88	2,85	2,82	2,79	2,76
Correctie	+0,08	-0,12	-0,11	-0,02	+0,27	-0,03	-0,05	-0,08	-0,10	+0,13
Na correctie										
1	3,28	3,08	2,77	2,80	2,65	2,65	2,65	2,72	2,80	2,54
2-7	3,30	3,04	2,94	2,90	2,89	2,92	2,88	2,78	2,78	2,70
3-4-5	3,27	3,08	3,05	2,98	3,00	2,93	2,91	2,81	2,79	2,89
Na vereffening										
1	3,25	2,97	2,85	2,81	2,77	2,73	2,69	2,65	2,62	2,58
2-7	3,29	3,06	2,96	2,93	2,89	2,86	2,83	2,80	2,77	2,74
3-4-5	3,28	3,10	3,01	2,98	2,95	2,93	2,90	2,88	2,85	2,83

Bij turfmolm is het verloop anders. Wij gebruiken hier slechts de periode vanaf het inzetten van de daling, dus vanaf 1960. Hierop worden dezelfde correcties aangebracht als bij de vorige objecten (tabel 88).

Tabel 88

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Gevonden	4,18	4,00	3,82	3,85	3,90	3,50	3,88	3,48
Na correctie	4,07	3,98	4,09	3,82	3,85	3,42	3,78	3,61
Na vereffening	4,09	4,01	3,93	3,85	3,78	3,71	3,64	3,57

Hiervoor is y_m = 1,89 en K_2 = 0,03853. Deze afbraakcoëfficiënt is hoger dan bij de andere objecten. Deze hoge waarde zal wel veroorzaakt worden, doordat als gevolg van de trage humificatie van turfmolm, humificatie en humusafbraak dooreenlopen.

Dat de humificatie traag is, blijkt wel uit het feit, dat er de eerste negen jaar geen humificatie optreedt. Bij turfmolm treedt dus een afwijkende situatie op.

Uit K_2 en y_m kan K_1x berekend worden met behulp van $K_1x = K_2y_m$. Om daaruit K_1 te kunnen berekenen moet x bekend zijn. En hiervoor moet men in de eerste plaats het bouwvoorgewicht kennen en in de tweede plaats het wortelgewicht der verbouwde gewassen. Beide zijn onbekend. Ruwe schattingen evenwel doen zien, dat K_1 laag is, en in de buurt van 0,2 ligt. Er wordt dus uit de aangevoerde organische stof weinig omgezet in humus. Daar tevens de afbraakcoëfficiënt normaal is, hebben wij hierin de verklaring voor de in deze grond voorkomende lage humusgehalten. Het is niet bekend wat hiervan de oorzaak zou kunnen zijn.

Er bestaat geen verband tussen de ontstane humusniveaus en de opbrengst.

In de jaren 1957-1960-1962-1965 werd N-totaal bepaald. Tussen de jaren bestonden geen aanmerkelijke verschillen. Zij worden daarom gemiddeld, evenals humus/N:

	1	2	3	4	5	6	7
N-totaal	0,177	0,173	0,179	0,180	0,180	0,186	0,177
humus/N							

N-totaal geeft geen verschillen van betekenis te zien. Het quotiënt is bij alle objecten groter dan in object 1, wat betekent dat de humus er stikstofarmer is. Echter, daar het grootste quotiënt, of 22,3, overeenkomt met een C/N verhouding van omstreeks 12 zouden zij alle in het gunstige gebied liggen. Daar, zoals gezien, turfmolm stikstof bindt, zou ook hiervoor de algemene regel niet opgaan. Doordat evenwel *deze* grond veel lutum bevat, en dit ook (zij het weinig per gewichtseenheid) N vasthoudt, zijn de berekende quotiënten vermoedelijk niet maatgevend voor de mate van stikstoflevering c.q. -binding.

Er is wel enig verband tussen org. stof/N in de meststoffen (gemiddeld over alle giften) en humus/N in de grond:

Object					
Org.stof/N					
Humus/N	17,8	18,0	18,4	18,2	22,3

De verhouding org.stof/N maakt de stikstofbinding door turfmolm duidelijk.

De pH wordt later behandeld.

De overige bepalingen in de grond leverden (nog) geen verschillen van voldoende betekenis op om er reeds waarde aan te durven hechten. Daar de indruk bestaat, dat zulke verschillen wel bezig zijn te ontstaan, moet het grondonderzoek worden voortgezet.

De onttrekkingen

De stikstofonttrekking is beschikbaar over alle aardappeljaren en bewerkt op de wijze als bij de opbrengsten zal worden beschreven (tabel 89).

Tabel 89

	N bemesting in kg/ha	In kg	In kg meer of minder dan in object 1					
		1	2	3	4	5	6	7
1952	120	122	-12	+2	- 4	-	- 5	-2
1954	80	108	+ 6	+8	+ 4	+ 9	- 4	-4
1957	120	125	- 4	+8	+ 3	+ 4	-12	-7
1960	125	155	- 6	-3	- 8	+16	-13	-
1963	140	109	-	+4	+ 7	+10	-14	+1
1966	120	75	-11	-3	-11	+16	-10	-1
Gemiddeld	117,5	116	- 6	+3	- 1	+ 9	-10	-2

In het nulobject wordt (uit de grond en uit de minerale bemesting) gemiddeld evenveel opgenomen als er is toegediend.

Daarboven levert rioolslib stikstof, terwijl turfmolm de opname even sterk verlaagt.

Nu bevatten de meststoffen van de objecten 2, 5 en 7 hoeveelheden beschikbare stikstof van betekenis (bij 3 en 4 zijn deze gering en bij 6 zelfs negatief).

Het treft daarom, dat stalmest en groenbemesting geen stikstof leveren en rioolslib wel. Overigens komt noch de levering door rioolslib noch de binding door turfmolm bij de aardappelen tot uiting in de opbrengst.

Een grootheid, die zeer scherp reageert op stikstof is de loofproduktie bij bieten. Hiervoor werden de cijfers van tabel 90 verkregen.

Tabel 90

	N-bem. in kg/ha	In kg 1	Meer of minder dan in object 1 2	3	4	5	6	7
1955	120	259	+31	+ 31	+ 61	+ 77	- 4	+30
1958	120	377	-59	+ 83	+ 68	+ 55	-54	+18
1961	120	281	+ 3	+ 83	+ 73	+ 73	-81	+ 5
1964	125	270	+57	+107	+129	+117	-78	+36
1967	125	304	+31	+ 40	+ 55	+ 65	-51	+44
		249	+13	+ 69	+ 75	+ 77	-54	+27

Wederom levert rioolslib stikstof en deze wordt door turfmolm gebonden. Over het geheel is hier wel paralleliteit met de suikeropbrengsten, behalve nu juist bij rioolslib. Ook de composten beïnvloeden de loofproduktie sterk.

Er waren ook twee bietenjaren met stikstoftrappen. Op de nultrap voor stikstof werden aan loofproduktie de in tabel 91 genoemde hoeveelheden verkregen.

Tabel 91

	In kg 1	Meer of minder dan object 1 2	3	4	5	6	7
1964	117	+ 70	+80	+109	+122	-41	+37
1967	160	+ 8	+ 3	+ 18	+ 72	-56	+13

Hoewel deze beide jaren zeer sterk uiteenlopen, wordt het voor rioolslib en turfmolm gevondene bevestigd.

Plaatsen wij tegenover de stikstofonttrekking de hoeveelheid stikstof gemiddeld per jaar (dus de helft van een tweejaarlijkse gift) aangevoerd in de meststoffen, dan zien wij:

	2	3	4	5	6	7
Aanvoer in kg/ha	69	70,5	76,5	99	42,8	?

Deze hoeveelheden hebben weinig verband met de stikstofonttrekking (en evenmin met de opbrengst). Wel levert rioolslib het meeste en turfmolm het minste stikstof.
De vorm waarin de stikstof in de produkten voorkomt blijkt ten aanzien van de stikstoflevering van grote betekenis.

Met behulp van kalitrappen in drie aardappeljaren werd uit de hiervoor door vereffening verkregen functies de kalionttrekking (kg/ha) op de trap nul kali berekend in de zeven objecten (tabel 92).

Tabel 92

	In kg	In kg meer of minder dan object 1					
		2	3	4	5	6	7
1957	148	+21	+15	+ 9	+24	+ 2	+35
1963	156	+ 4	-16	-10	+ 3	- 5	+ 4
1966	91	+12	+ 7	- 3	+17	+12	+23
	132	+12	+ 2	- 1	+15	+ 3	+21

De kaliopname is steeds verhoogd bij stalmest, rioolslib en groenbemesting (2, 5 en 7). Door 2 en 7 wordt kali geleverd, door 5 echter niet.

De verhoogde kaliopname bij rioolslib staat gelijk aan die uit resp. 170-50-110 kg minerale K_2O in de drie genoemde jaren, of gemiddeld 110. Er wordt nl. hieruit slechts weinig opgenomen (resp. 14,2-5,4-15, %). De kalilevering door de grond is kennelijk voldoende en de verhoogde opname bij bemesting slechts luxeconsumptie. Van de verhoogde opname in 2, 5 en 7 is dan ook geen effect op de opbrengst waarneembaar.

De opbrengsten

Teneinde te komen tot een totaal-overzicht van de opbrengstresultaten is het nodig van de jaren met trappen een trap te kiezen, die ligt in de buurt van de giften in de uniforme jaren, dit op grond van de vereffende waarden.

Vereffend werd op grond van de functie

$$y = a_n x_n^2 + b_n x_n + a_m x_m^2 + b_m x_m + i x_n x_m + c$$

Hierin staat m voor elk der 6 objecten met organische bemesting, terwijl n stikstof is of kali. De organische bemesting komt slechts voor met de waarden 0 (object 1) en 1 (objecten 2-7).

In object 1 is de functie dus

$y = a_n x_n^2 + b_n x_n + c$, en in de overige objecten

$y = a_n x_n^2 + (b_n + i)x_n + (a_m + b_m + c)$ of

$y = a_n x_n^2 + b'_n x_n + c'$

De b's en de c's kunnen verschillen. De a was nergens betrouwbaar vast te stellen, zodat slechts de b's en c's overbleven. Bewerkt werden de opbrengsten aan korrel bij de granen, zetmeel bij aardappelen en suiker bij bieten.

In het totaaloverzicht in tabel 93 wordt de opbrengst vermeld van object 1, en de overige objecten in % hiervan, met de gegeven bemesting.

Tabel 93

	Org.N	P	K	1=100	2	3	4	5	6	7
Aardappelen										
1952	+ 120	80	200	56,5	94	99	98	97	97	98
1954	+ 80	120	300	57,0	94	101	94	97	99	99
1957	120	150	250	53,3	100	102	103	99	101	100
1960	+ 125	100	200	70,0	101	93	87	95	106	95
1963	140	110	250	55,6	96	95	92	97	97	96
1966	+ 120	150	250	43,6	84	94	83	112	87	95
Gemiddeld				57,2	95	97	93	99	97	97
Granen										
1953	60	80	120	52,1	100	103	104	105	103	100
1956	+ 60	80	150	44,0	83	102	97	104	100	80
1959	50	80	120	46,5	87	95	93	96	78	76
	+ 60	80	120	40,3	97	105	103	118	87	105
	50	100	150	28,0	114	117	133	131	100	103
Gemiddeld				42,2	96	104	106	111	94	93
Bieten										
1955	120	100	240	73,7	108	118	119	115	96	108
1958	+ 120	150	300	91,5	93	112	107	101	85	97
1961	120	200	200	53,6	105	132	134	102	71	97
1964	+ 155	100	80	80,6	101	120	123	88	73	117
1967	155	100	100	111,1	196	120	115	93	97	10
Gemiddeld				83,1	103	120	120	100	84	105

Om te zien of er een verloop in de tijd is, worden deze uitkomsten samengevat per zesjarige cyclus:

Aardappelen	1953-1958	97	101,5	98,5	98	100	99,5
	1959-1964	98,5	94	89,5	96	100	95,5
Granen	1953-1958	91,5	102,5	100,5	104,5	101	90
	1959-1964	92	100	98	107	82,5	90,5
Bieten	1953-1958	100,5	115	113	108	90,5	102,5
	1959-1964	103	127	128,5	95	72	107

De jaren 1965-1967 vormen slechts de helft van een zesjarige cyclus, en bovendien is het pH-niveau in deze periode sterk gewijzigd. Zij behoren dus tot een cyclus, die met het oog op het verloop in de tijd in een volgend verslag behandeld zal worden.

Allereerst zien wij (a) dat op stalmest negatief gereageerd wordt door de granen en noch negatief noch positief door de hakvruchten; (b) dat alleen de bieten sterk positief reageren op de beide composten en negatief op turfmolm; en tenslotte dat (c) de groenbemesting het ongunstigst uitwerkt bij granen.

Ten aanzien van het verloop in de tijd merken wij op dat (a) de composten een toenemend negatief effect bij aardappelen en een toenemend positief effect bij bieten te zien geven; dat (b) het effect van rioolslib bij bieten ongunstiger wordt; en tenslotte dat (c) dit voor turfmolm het geval is bij granen en bij bieten.

Daar er dus wel hier en daar verschuivingen optreden nemen wij de periode 1959-1964, met de sterkste effecten, als maatstaf en voegen daarbij enkele objecten tezamen (tabel 94).

Tabel 94

	2-7	3-4	5	6
Aardappelen	97	92	96	100
Granen	91	99	107	82,5
Bieten	105	128	95	72

Het meest opvallende in tabel 94 is, dat het effect van de composten stijgt en dat van turfmolm daalt in de volgorde aardappelen, granen en bieten. Dit zou het gevolg kunnen zijn van het alcalischekarakter van de composten en het zure karakter nan de turfmolm.

Voorts is typerend, dat de aardappelen in geen enkel object positief reageren, maar dat de reactie gaat van neutraal tot zwak negatief.

De granen reageren slechts zwak positief op rioolslib, maar negatief op stalmest en turfmolm.

De bieten tenslotte vertonen de sterkste reacties, en wel sterk positief op compost en sterk negatief op turfmolm.

Het totaal over de drie gewassen gemiddeld is

3-4	1-2-5-7	6
106	99	85

In totaal geven de composten een positieve en turfmolm een sterkere negatieve uitkomst, terwijl de overige vrijwel geen verschil opleveren.

Wanneer wij gaan zoeken naar verklaringen voor de boven beschreven verschijnselen, dan gaan de gedachten het eerst uit naar de pH, die reeds ter sprake kwam. Inderdaad kwamen met de opbrengsten overeenstemmende verschillen in pH in de grond tot uiting (zie tabel 95).

Tabel 95

Object	1951	1957	1960	1961	1962	1963	1964	Gem. 1957-64	1965
1	4,73	4,60	4,48	4,59	4,34	5,06	4,63	4,63	5,46
2	4,72	4,66	4,62	4,68	4,53	4,76	4,77	4,68	5,67
5	4,72	4,59	4,52	4,60	4,47	4,72	4,77	4,63	5,51
7	4,74	4,60	4,46	4,58	4,44	4,70	4,80	4,62	5,87
Gem.	4,73	4,61	4,52	4,61	4,45	4,81	4,74	4,64	5,63
Meer of minder dan het gemiddelde van 1-2-5-7, die gelijk zijn:									
3	-0,03	+0,21	+0,45	+0,33	+0,45	+0,28	+0,36	+0,35	-0,05
4	-0,11	+0,19	+0,39	+0,39	+0,37	+0,21	+0,42	+0,33	-0,07
Gem.	-0,07	+0,20	+0,42	+0,36	+0,41	+0,24	+0,39	+0,34	-0,06
6	-0,04	-0,15	-0,29	-0,19	-0,21	-0,34	-0,17	-0,23	-0,06

De verschillen in pH gaan parallel met de verschillen in opbrengst als totaal over de tweede zesjarige cyclus en waarin het effect op de bieten domineert: binnen de groep 1-2-5-7 zijn er geen verschillen, compost verhoogt en turfmolm verlaagt de pH. Door de pH kan reeds veel verklaard worden maar niet alles. Er blijven nog verschillen over binnen de groepen, die op andere wijze verklaard zullen moeten worden.

Op 22-2-1965 werd een kalkbemesting (per veldje berekend naar de pH) toegediend, om de pH te verhogen met het oog op de verbouw van bieten en om objectsinvloeden via pH te elimineren ten einde de invloed van de organische stof zuiverder in handen te krijgen.

Het effect van deze kalkbemesting is zichtbaar in de laatste kolom van tabel 95. Het is de bedoeling te trachten de pH ook in de toekomst gelijk te houden.

Samenvatting en conclusies

Het is moeilijk de uitkomsten van deze proef samen te vatten en conclusies, laat staan verklaringen, te formuleren.

Dit vindt zijn oorzaak in het feit, dat er eigenlijk te veel vraagstellingen in deze proef zijn opgehoopt. Zij omvat nl. zes verschillende vormen van organische bemesting, die elk complex zijn in hun samenstelling en in hun effecten, en die onderling sterk van elkaar verschillen in vele tot dit complex behorende eigenschappen.

De totaliteit van de effecten dezer eigenschappen is daardoor aan geen enkele afzonderlijke eigenschap op te hangen.

Bovendien hebben wij hier te maken met een weinig reactieve grond; en komt elk der meststoffen slechts in één dosis en niet in trappen voor.

De uitkomsten zijn dan ook, voor 16 jaren proefneming, pover.

Enkele punten, die naar voren komen, zijn:

a. de indifferentie van aardappelen voor organische bemesting
b. het belang van de zuurgraad van de organische meststoffen voor de zuurgraad van de grond met de gevolgen van dien, o.a. sterke positieve reactie van compost en negatieve van turfmolm bij bieten
c. de stikstoflevering door rioolslib en de stikstofbinding door turfmolm
d. de ophoping van de organische stof uit turfmolm gedurende 9 jaar zonder humificatie, gevolgd door een versterkte afbraak
e. de overigens normale afbraakcoëfficiënt, maar lage humificatiecoëfficiënt waardoor lage humusgehalten ontstaan.
f. tussen gebroeide en ongebroeide compost werd geen verschil gevonden
g. menging van compost met turfmolm kan aan de pH-verhogende werking van compost tegemoetkomen
h. menging van compost met rioolslib kan de stikstoflevering ten goede komen
i. op deze grond en bij de toegepaste vruchtwisseling gaf compost de grootste opbrengstverhoging van alle vergeleken organische meststoffen, ook groter dan stalmest, behalve bij aardappelen
j. de compostbemesting is ongeveer rendabel geweest

B. VERHOGING VAN DE WAARDE VAN COMPOST DOOR MENGING MET ANDERE PRODUKTEN

9. Drie potproeven met compost-veenmengsels

In Kortleven (1956, pp.220 en 221) werd reeds de wenselijkheid uitgesproken het compostonderzoek uit te breiden in de richting van menging met andere organische produkten en in het bijzonder met veenprodukten, teneinde aan de pH-verhogende werking van compost tegemoet te komen.

Ook in de voorgaande proef werd gewezen op de mogelijkheid van menging van turf en veen.

Deze gedachte werd gerealiseerd in een aantal potproeven, waarvan de uitkomsten, afzonderlijk zijn beschreven in Kortleven (1969). Daar dit rapport te groot is om hier in zijn geheel te worden opgenomen worden slechts de conclusies vermeld en moge voor het overige verwezen worden naar het volledige rapport.

De belangrijkste en hier relevante conclusies zijn:

a. Ongemengd had compost wel en veen geen invloed op de opbrengst (dus i.c. op de vochtopbrengst). Bij de brengst aan droge stof was het effect van veen daarentegen sterker dan dat van compost. Compost verhoogde en veen verlaagde daardoor het vochtgehalte van het gewas.
b. Na menging en gezamenlijke fermentering werd bij de verse opbrengst een vrij sterke positieve interactie tussen de beide componenten verkregen. Deze was afwezig in de droge stof.
c. Binnen de proeven (de resultaten werden niet geëxtrapoleerd) werden de hoogste opbrengsten verkregen bij 800 g per pot (= ± 250 ton per ha) van mengsels, liggende in de buurt van de mengverhouding 50 compost - 50 veen op gewichtsbasis.
d. Er werd geen verschil in resultaat gevonden tussen tuinturf en zwartveen, en vermoedelijk geen verschil tussen deze beide en bolster.
e. Evenmin was er verschil tussen menging van compost en veen voor en na de fermentatie.

Uit deze uitkomsten volgt, dat de met compost te verkrijgen resultaten verhoogd kunnen worden door te mengen met veen, en dat het daarbij tot vrij grote hoogte onverschillig is, welk (hoog)veenprodukt men daarvoor gebruikt, evenzo in welk stadium van de bereiding gemengd wordt.

Men kan zich dus richten naar de mogelijkheden, die een bereidingsinstallatie biedt.

10. Een proef inzake menging van compost en rioolslib

Inleiding

De hoeveelheid rioolslib neemt in ons land bij voortduring toe. Eén van de mogelijkheden om van dit slib af te komen is de benutting als meststof in de landbouw. Dit kan gebeuren, door het slib als zodanig toe te dienen, maar ook door slib tezamen met compost tot een meststof te verwerken.

Het laatste kan gebeuren, door rioolwater (ter vervanging van het water dat toch voor de fermentatie nodig is) op en in het verse vuil te brengen en ze gezamenlijk te laten broeien.

Het bleek bij de bij deze proef behorende meng- en fermentatieproeven, dat men op deze wijze hoogstens 30% van de vloeibare in de vaste afvalstoffen van eenzelfde bewoningskern op bevredigende wijze kan verwerken. Dit is evenwel niet zonder belang, daar men hierdoor de grootte van de installaties voor de omzetting van rioolwater in slib met een derde kan reduceren. Daarna blijft echter de vraag over naar de waarde van het overblijvende gedeelte, nadat het tot slib is verwerkt.

Als dit slib gedroogd is totdat het steekvast is (of verder) kan het worden bijgemengd in het gefermenteerde stadsvuil en daarin geheel verwerkt worden, ook nadat eerst rioolwater - zoveel als mogelijk - voor de fermentatie is toegevoegd.

(N.B. Voor alle genoemde mengingen is het wenselijk, dat de installaties voor de verwerking van de vaste en de vloeibare afvalstoffen zich in elkaars nabijheid bevinden.)

Daar van deze menging een verbetering van de kwaliteit van stadsvuilcompost verwacht werd, terwijl deze een gangbare en algemeen bekende organische meststof is, werd hierin een mogelijkheid gezien om tot een nuttige toepassing en tot zekerheid van de afzet van het slib te geraken.

De proef die in dit verslag beschreven zal worden, Pr 1599, valt uiteen in twee delen. In de eerste periode werd onderzocht of er verandering optrad in de waarde van compost als meststof bij toevoegen van verschillende hoeveelheden rioolwater vóór de fermentatie. In de tweede periode werden verschillende mengsels van gefermenteerde compost en steekvast slib vergeleken.

In de eerste periode werden aangemaakt fermentatiehopen van vers vuil waaraan toegevoegd 0-25-50-100-200 gewichtsprocenten voorbezinkingsslib met vochtgehalte van 95%.

De hoogste trappen vereisten speciale maatregelen en zouden in de praktijk moeilijk te verwezenlijken zijn. Het object met 25% vertegenwoordigt vrijwel de hoeveelheid vocht benodigd voor een goede fermentatie, terwijl ongeveer midden tussen 50 en 100% het punt ligt, waarbij de gebruikte hoeveelheden vuil en slib gelijke aantallen inwonerequivalenten vertegenwoordigen. Na de fermentatie was in de samenstelling der vijf produkten weinig of geen verschil met enige zekerheid vast te stellen.

Aan de vijf produkten werd voor de proef nog een zesde toegevoegd, nl. steekvast slib, eveneens op hopen gezet zonder evenwel een noemenswaardige broei te vertonen. Bij de tenslotte aan de grond toegevoegde produkten bevatte het object "enkel slib" gemiddeld 12,5 x zoveel droge stof als in het mengobject met de hoogste slibbijmenging (200%) aan droge stof uit slib afkomstig was. Op basis van droge stof uit slib zouden voor de zes objecten de volgende percentages kunnen worden aangegeven: 0-1-2-4-8-100, en voor droge stof uit compost: 100-99-98-96-92-0.

Bij de bewerking is van deze verschillen afgezien, en worden de zes objecten als één serie beschouwd. De giften ad 20 ton/ha worden toegediend in de najaren van de even jaren, te beginnen met 1964, zodat 1965, 1969 enz. toedieningsjaren zijn en 1966, 1968 enz. nawerkingsjaren.

Grondonderzoek

De resultaten van het grondonderzoek zullen in hoofdzaak worden weergegeven aan de hand van de beide eindobjecten (enkel compost en enkel slib) die over beide proefperioden heen ongewijzigd doorliepen, en van het gemiddelde der tussenliggende objecten. Bij deze laatste moet dan bedacht worden, dat deze in de tweede periode een ander karakter hadden dan in de eerste, zodat zij over de jaren t/m 1964 en 1965 e.v. niet vergelijkbaar zijn, en in de tweede periode niet zonder meer een doorlopende serie vormen met de eindobjecten.

Reeds thans kan worden opgemerkt, dat tussen enkel compost en de tussenliggende objecten in de eerste periode praktisch geen verschil te constateren viel. Dit is eigenlijk te verwachten, gezien de kleine hoeveelheden droge stof uit slib die op deze wijze werden toegevoerd.

(a) pH-KCl. De pH-KCl-bepalingen zijn weergegeven in tabel 97.

Tabel 97

	1956	1959	1961	1962	1963	1964	1965	1968
Compost	4,86	5,04	5,16	5,07	5,30	5,46	5,25	5,13
Mengsels	4,86	4,95	5,16	5,11	5,21	5,43	5,28	4,98
Slib	4,86	4,78	4,72	4,56	4,70	5,32	5,33	4,91

De gevolgen van de bekalking kort na de bepaling van 1963 zijn duidelijk merkbaar.

In de eerste periode verlaagt slib de pH.

(b) Fosfaat. De bepalingen van P-AL, P-getal en P-totaal zijn opgenomen in tabel 98. Ondanks de compensatie van 285 kg P_2O_5 over 1955 t/m 1963 weet slib P-AL en P-getal (en vermoedelijk ook P-totaal) te verhogen. In de tweede periode, zonder compensatie, gaat dit in versterkte mate door en stijgen ook de mengsels (N.B., daar de mengsels eerst in de tweede periode konden gaan stijgen en slib dit reeds vanaf het begin deed, vormen in de tweede periode de mengsels niet een reeks met slib als eindpunt).

(c) Kali. Ook kali werd in de eerste periode gecompenseerd en in de tweede niet. Uit tabel 99 blijkt dat er juist is gecompenseerd. Na afschaffing van de compensatie gaat slib achterblijven.

Tabel 98

	1956	1959	1961	1963	1965	1968
P-AL						
Compost	34	45	46	47	49	56
Mengsels	34	44	48	46	56	65
Slib	32	54	55	56	75	80
P-getal						
Compost				3,9	4,3	5,8
Mengsels				4,2	4,7	6,6
Slib				5,2	5,2	7,7
P-totaal						
Compost					0,090	0,105
Mengsels					0,095	0,110
Slib					0,127	0,143

Tabel 99

	1956	1959	1961	1963	1965	1968
K-getal						
Compost	22	35	14		12	
Mengsels	21	34	14		11	
Slib	20	33	14		10	
K-gehalte						
Compost		20	11	10	9,4	10,2
Mengsels		19	11	10	8,7	9,5
Slib		18	10	10	7,2	9,6

(d) Mg-gehalte (d.p.m.). Voor Mg is niet gecompenseerd.

Tabel 100

	1956	1959	1961	1963	1965	1968
Compost	56	62	96	55	54	55
Mengsels	53	59	101	53	58	52
Slib	47	46	82	35	56	51

Het Mg-gehalte is steeds in alle objecten gelijk.

(e) N-totaal. Slib ligt gemiddeld iets - maar heel weinig - hoger dan compost. Onzeker is, of dit slibeffect is of terreinverschil. Zie tabel 101.

Tabel 101

	1959	1961	1963	1965	1968	Gem.
Compost	0,107	0,112	0,113	0,130	0,107	0,114
Mengsels	0,107	0,110	0,108	0,122	0,107	
Slib	0,115	0,117	0,117	0,135	0,113	0,119

(f) Humusgehalte. De humusbepalingen zijn vermeld in tabel 102.

Tabel 102

	1956	1959	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Compost	4,92	5,05	5,23	4,95	4,98	4,22	5,35	4,88	4,99	4,97
Mengsels	5,00	5,06	5,07	5,04	4,90	4,10	5,34	4,76	5,06	4,78
Slib	4,92	4,93	4,95	4,91	4,88	4,18	5,13	4,72	4,71	4,78

Slib blijft langzaam maar zeker achter bij compost, terwijl hierbij het humusgehalte gemiddeld ongewijzigd blijft. Dit is opvallend, daar het slib meer dan tweemaal zoveel "nuttige organische stof" bevat als compost. Gemiddeld over 1959-1968 krijgen wij voor compost en slib resp. 4,96 en 4,80. Wij zien dus, dat slib het humusgehalte verlaagt en het N-gehalte verhoogt. Voor humus:stikstof ontstaat zodoende 42 en 39. Het verschil is niet zeer groot, maar de getallen liggen juist in de buurt van de vrij algemeen als kritische grens voor C/N aangenomen waarde van 20.

En inderdaad is de stikstofbehoefte bij compost groter dan bij slib. Kiezen wij hiervoor als criterium de optimale stikstofgift, dan is deze gemiddeld per gewas in kg per ha (zoals bij de opbrengstgegevens naar voren komt):

	Compost	Slib	Verschil
Aardappelen	215	173	42
Haver	138	124	14

De stikstofgift moet vrij hoog zijn, maar steeds bij compost hoger dan bij slib.

Eveneens in overeenstemming hiermede is de stikstofopname door het gewas. Deze is in vier jaren met aardappelen bepaald in de knol. Door slib werd in kg/ha meer geleverd dan door compost in twee toedieningsjaren resp. 41,3 en 35,7 kg en in twee nawerkingsjaren 23,2 en 29,5 kg. Gemiddeld over deze vier jaren 32,5 kg.

Het slib bevatte per 20 ton 154 kg N. Hiervan kwam beschikbaar voor het gewas omstreeks 30 kg per jaar of 60 kg per gift. De werkingscoëfficiënt bedroeg dus 40.

Er kwam evenwel ook nog stikstof terecht in de humus. Deze hoeveelheid, gelijk blijvende over een vrij groot aantal jaren, bedroeg 0,008% of ca. 120 kg meer dan bij compost.

Opbrengstresultaten 1e periode

Bij vereffening van de opbrengst in de objecten met compost (exclusief het object steekvast slib) met als variabele x_m het percentage slib in de compost, bleek hiervan geen enkele invloed vast te stellen. Dit komt erop neer, dat het bijgevoegde slib dezelfde waarde krijgt als compost. Wat deze waarde is kan uit deze proef niet blijken, daar er geen object nul-compost is en compost slechts in één dosis voorkomt.

Door de afwezigheid van effect van de slibbijmenging kan de proef beschouwd worden als te bestaan uit 5 compostobjecten en 1 (steekvast) slibobject. Er kan dus vereffend worden op de functie:

$$y = a_n x_n^2 + b_n x_n + a_c x_c^2 + b_c x_c + a_s x_s^2 + b_s x_s + i_{nc} x_n x_c + i_{ns} x_n x_s + c$$

Daar x_c en x_s slechts in een trap voorkomen, waaraan de waarde 1 wordt toegekend, gaat de functie over in:

$$y = a_n x_n^2 + (b_n + i_{nc} + i_{ns}) x_n + (a_c + b_c + a_s + b_s + c)$$

Hierin sluiten c en s elkaar uit. We vinden dus in feite:

$$y = a_n x_n^2 + b_{nc} x_n + b_{ns} x_n + c_c + c_s$$

Hierin is $b_{nc} = b_n + i_{nc}$ en $b_{ns} = b_n + i_{ns}$; evenzo $c_c = a_c + b_c + c$ en $c_s = a_s + b_s + c$. Wij hebben dan $b_{nc} - b_{ns} = i_{nc} - i_{ns}$; dit verschil geeft aan hoeveel de interactie met stikstof bij compost groter of kleiner is dan bij slib. Evenzo is $c_c - c_s = (a_c + b_c) - (a_s + b_s)$, in zekere zin aangevende het verschil in eigen werking tussen compost en slib.

Als eenheid van x_n is steeds genomen 25 kg N per ha.

De genoemde vijf parameters waren in alle jaren en bij alle bepaalde grootheden betrouwbaar tot zeer betrouwbaar.

De uitkomsten voor de opbrengsten aan bieten bij de suikerbieten, knollen bij de aardappelen en korrel bij haver worden vermeld in tabel 103.

Uit $b_{nc} - b_{ns}$ blijkt, dat de interactie van stikstof met compost steeds groter is dan die met slib; maar $c_c - c_s$ doet zien, dat de eigen werking van compost kleiner is dan die van slib. Dit wijst in de richting van een horizontale verplaatsing naar links van de stikstofopbrengstkromme door slib, dus een stikstofbesparing. Dit wordt bevestigd door de ligging(opt.x) en de hoogte (max.y) van de toppen van de krommen, waarvan hieronder de gemiddelden vermeld worden.

	Bieten	Aard.	Haver		Bieten	Aard.	Haver
Opt.x_{nc}	7,04	8,67	5,19	Max.y_c	358,63	4 0,92	42,79
Opt.x_{ns}	5,56	7,19	4,18	Max.y_s	317,73	470,89	45,99
Verschil	1,48	1,48	1,01				

Tabel 103

	Bieten			Aardappelen				Haver		
	1956	1959	1962	1955	1958	1961	1964	1957	1960	1963
a_n	-5,076	-1,031	-4,467	-2,836	-4,392	-4.719	-1,567	-1,430	-0,572	-0,975
b_{nc}	76,576	13,703	61,958	43,381	56,104	74,216	40,074	11,028	7,783	9,546
b_{ns}	54,589	11,589	50,744	37,395	45,563	59,934	33,250	10,714	4,959	8,684
c_c	252,163	110,286	164,566	294,389	247,862	241,498	226,766	12,510	20,873	23,870
c_s	353,258	126,677	150,027	337,913	331,014	315,091	297,331	15,041	37,570	35,201
Opt.										
x_{nc}	7,543	6,644	6,935	7,649	6,387	7,864	12,790	3,857	6,804	4,897
x_{ns}	5,377	5,619	5,680	6,594	5,187	6,351	10,612	3,748	4,335	4,454
Max.										
y_c	540,681	155,810	379,396	460,301	427,034	533,322	503,038	33,780	47,349	47,244
y_s	499,831	159,236	294,131	461,198	449,185	505,408	467,752	35,118	48,320	54,541

Door slib is (t.o.v. compost) een besparing mogelijk van 36 kg N bij de hakvruchten en van 25 kg N bij haver. De toppen van de krommen zijn bij aardappelen en haver vrijwel gelijk.

Bij de bieten is dit laatste niet het geval. Deze kunnen op deze grond met slib niet tot hoge prestaties komen. Uit de c's en de max. y's blijkt, dat deze grond zelf voor bieten niet geschikt is en dat slib dit niet verbetert, maar eerder in de hand werkt. (Bovendien was 1959 een extreem droog jaar.) Dit wordt nog bevestigd door het verdere verloop van de proef in de tweede periode.

Het gewas komt met slib steeds op de rand van boriumgebrek. Om hieraan tegemoet te komen werd in 1959 en 1962 borax toegediend. Dit boriumgebrek verlaagt de opbrengst in de hogere N-trappen. Afgezien hiervan geeft slib een verplaatsing van de kromme met de mogelijkheid van een stikstofbesparing van ruim 30 kg.

Opbrengstresultaten 2e periode

De functie is thans:

$$y = a_n x_n^2 + b_n x_n + a_s x_s^2 + b_s x_s + i x_n x_s + c.$$

Hierin is de eenheid van N derom 25 kg/ha. De eenheid van x_s is 20% slib in het mengsel; naarmate x_s stijgt, daalt het percentage compost. Slib en compost zijn niet te ontwarren. Wel is de functie te berekenen voor $x_s = 0$ (enkel compost) en $x_s = 5$ (enkel slib).

De uitkomsten worden, voorzover zij zeer betrouwbaar waren, vermeld in tabel 104.

Tabel 104

	Bieten				Aardappelen			Haver	
	1965		1968		1967			1966	
	Biet	Suiker	Biet	Suiker	Knol	Zetmeel	N-onttr., kg/ha	Korrel	Stro
a_n	-	-	-	-	- 1,978	- 0,318	-	- 1,477	- 0,272
b_n	+13,269	+2,439	+ 7,041	+1,163	+47,168	+ 8,248	+16,994	+10,919	+10,450
a_s	-	-	- 2,213	-0,370	+ 2,394	+ 0,487	+ 1,389	+ 0,194	+ 0,436
b_s	-	-	-	-	-	-	-	-	-
i	-0,818	-0,182			- 1,912	- 0,368	- 0,636	-	-
c	169,907	30,111	134,777	22,217	275,800	44,496	56,654	26,947	47,932

Over de gehele linie valt b_s uit. De interactie is, indien aanwezig, negatief. Dit was ook het geval in de eerste periode, waar steeds $b_{ns} - b_{nc} = i_{ns} - i_{nc}$ negatief was. Ook de i van thans in door het tegen elkaar in variëren van compost en slib gelijk aan $i_{ns} - i_{nc}$, maar bij een andere grootte van x_s en x_c. De negatieve i treedt op in de toedieningsjaren.

De uitkomsten uit de eerste periode worden dus bevestigd, nl. een positief effect van steekvast slib bij aardappelen en haver en een zwak (positief of negatief) effect bij bieten.

Het op het eerste gezicht wat bevreemdende resultaat, dat bij stijging van de slibhoeveelheid de opbrengst stijgt volgens een exponentiële functie $y = ax_s^2 + c$ (wegens het uitvallen van b_s) is te danken aan de opzet van de proef. Als nl. slib stijgt, daalt compost even sterk. Er is dus een tegen elkaar inwerken van beide stoffen, waardoor zij elkaars werking ook wel eens kunnen nivelleren of zelfs opheffen.

De volledige functie zou zijn:

$$y = a_n x_n^2 + b_n x_n + a_c x_c^2 + b_c x_c + a_s x_s^2 + b_s x_s + i_{nc} x_n x_c + i_{ns} x_n x_s + i_{cs} x_c x_s + c$$

In de trappen is steeds $x_s = 5-x$. Dit geeft na substitutie

$$y = a_n x_n^2 + (b_n + 5i_{nc})x_n + (a_c + a_s + i_{cs})x_s^2 + (-10a_c - b_c + b_s + 5i_{cs})x_s + (-i_{nc} + i_{ns})x_n x_s + (25a_c + 5b_c + c)$$

De coëfficiënt $-10a_c - b_c + b_s + 5i_{cs}$ is nu steeds nul, of wel $10a_c + b_c = b_s + 5i_{cs}$.

Wij zien verder, dat eveneens als gevolg van de opzet van de proef, wij niet de zuivere b_n in handen krijgen, maar deze steeds vermengd is met de interactie tussen stikstof en compost (zo deze er is). Evenzo is de gevonden interactie i steeds het verschil tussen i_{nc} en i_{ns}.

De verkregen functies kunnen ter vergelijking met de eerste periode, gemakkelijk worden omgerekend tot de daarin voorkomende variabelen en coëfficiënten, door achtereenvolgens $x_s = 0$ en $x_s = 5$ te stellen. Wij krijgen dan de in tabel 105 genoemde parameters.

Tabel 105

	Bieten		Aard.	Haver	Gemiddeld 1955-1968	
	1965	1968	1967	1966	Aard.	Haver
a_n	-	-	- 1,978	- 1,477	- 3,098	-0,819
b_{nc}	13,269	7,041	47,168	10,919	52,189	9,819
b_{ns}	9,179	7,041	37,658	10,919	42,760	8,819
c_c	169,907	134,777	275,800	26,947	257,263	20,840
c_s	169,907	123,712	335,650	27,917	323,400	28,932
				Opt.x_{nc}	8,423	5,510
				Opt.x_{nc}	6,901	4,949
				Max. y_c	476,978	47,892
				Max. y_s	470,948	50,754

De bieten blijven, evenals in de eerste periode, slechte gewassen opleveren, zij worden daarom niet verder uitgewerkt.

Slechts zij nog opgemerkt, dat slib bij de bieten het reeds slechte resultaat nog slechter maakt. Want, werd tot 1959 zonder stikstof door slib nog een hogere opbrengst tot stand gebracht dan door compost, dit is gaandeweg omgekeerd. Zelfs op stikstof reageren de bieten weinig.

De aardappelen en de haver sluiten goed aan bij de eerste periode. Gemiddeld over de gehele proefduur wordt dezelfde maximale opbrengst door stikstof verkregen bij compost en bij slib, maar hiervoor is bij slib minder stikstof nodig dan bij compost. Wij hebben dus te doen met een verplaatsing van de stikstofopbrengstkromme.

Samenvatting

1. In een proef op hoge, lichte zandgrond wijzigde toevoeging van rioolwater aan stadsvuil vóór de fermentatie niets aan de met stadsvuilcompost alleen verkregen opbrengst.
   Voorzover dit water kan worden opgewerkt in het vuil - waaraan voor een goed verloop van de fermentatie toch water moet worden toegevoegd - verkrijgt het de waarde van compost.
   Dit kwantum (ca. 30% van het slib als compost en slib afkomstig zijn van eenzelfde bewoningskern) behoeft als slib niet verder verwerkt te worden, waardoor een evenredige verkleining van de slibverwerkingsinstallatie mogelijk is.

2. Menging van gebroeide compost met steekvast slib in stijgende verhouding (van 0-100% slib op basis van droge stof) gaf een duidelijk opbrengstverhogend effect te zien bij stijging van het percentage slib. Dit effect bestond in hoofdzaak uit een horizontale verplaatsing naar links van de stikstofopbrengstkromme. Er werd voor de stikstof uit slib een werkingscoëfficiënt van 40 verkregen. Bij deze wijze van menging kan alle slib worden opgewerkt.
3. Over de optimale hoeveelheid slib levert deze proef ten aanzien van aardappelen en haver geen uitsluitsel. Voor bieten was de gekozen gift van 20 ton reeds te hoog; dit is echter niet maatgevend, daar ook zonder slib nooit een goed gewas bieten verkregen werd. Ten aanzien van de optimale hoeveelheid, al of niet bijgemengd aan compost, is verder onderzoek gewenst.
4. Door het slib werden ten opzichte van compost hogere P-waarden verkregen, terwijl kali moest worden toegevoegd om dezelfde K-waarden als bij compost te verkrijgen. In Mg-werking zijn compost en slib gelijk, maar de pH daalde ten opzichte van die bij compost. Voor het totale effect van slib moet bij de stikstoflevering worden opgeteld de besparing op P en Mg (voor de laatste evenveel als bij compost), maar in vergelijking met compost moet meer K en kalk worden toegevoegd. Voor kalk is dit eerder een voordeel dan een nadeel.
5. Ondanks een veel hoger gehalte aan organische stof ontstond uit slib minder humus dan uit compost, echter met een hoger stikstofgehalte. Bij compost was de afbraak van de humus te traag en bij slib normaal, wat samenhing met het juist ter weerszijden van de kritische C/N verhouding liggen van compost en slib.

Naschrift

Deze proef werd gestaakt om het ongeschikt zijn van de betreffende grond om een vraag als hier gesteld duidelijk te beantwoorden (zoals bleek uit de ongeschiktheid voor de verbouw van bieten) maar ook omdat door het ontbreken van een nulobject niet bleek of compost en slib, zowel afzonderlijk als gemengd, wel een positief opbrengsteffect gaven.

Ook de in paragraaf 9 beschreven proef, waarin compost en rioolslib voorkomen, is onbevredigend, in zoverre zij beide slechts in een dosis voorkomen, zodat niet zichtbaar wordt of deze optimaal dan wel te hoog of te laag ligt.

Gezien het praktische belang van dit vraagstuk voor de vuilverwijdering en de rioolwaterzuivering werd besloten tot een nieuwe, thans doeltreffend opgezette proef.

Dit is VP 975. Deze proef ligt in vakken op het terrein van het IB en bevat de vier trappen 0-10-20-30 ton per ha per jaar van compost en van slib in de 16 combinaties in tweevoud, alles met 4 stikstoftrappen (dus 128 bakken). De grond is een leemhoudende humusarme zandgrond. Er worden jaarlijks verbouwd spinazie, sla en andijvie.

Het jaarlijkse grondonderzoek omvat pH, humus, P-get, Pw-60, K-get, MgO en Nt, het jaarlijkse meststofonderzoek pH, Nt, P_2O_5, K_2O, CaO, MgO, CO_2, vocht, gloeiverlies, kool, cellulose en borium en het gewasonderzoek van alle gewassen Nt.

De proef is als blanco-proef begonnen in 1969 met twee van de drie gewassen, terwijl 1970 het eerste proefjaar is.

11. Gebroeide compost uit met montmorilloniet gemengd stadsvuil

Dit onderzoek is tot stand gekomen op grond van de destijds vooral door Duitse onderzoekers maar hier te lande ook door Prof. Hudig geponeerde stelling, dat de vorming van stabiele humus - waarnaast ook niet - althans minder stabiele humus zou bestaan - bevorderd zou worden, indien de humus zich met kleimineralen zou kunnen verenigen tot kleihumuscomplexen. In het bijzonder het mineraal montmorilloniet zou in dit opzicht werkzaam zijn (handelsnaam bentoniet).

In dit kader werd in 1949 besloten te onderzoeken of uit stadsvuil met behulp van montmorilloniet (of bentoniet) een "beter" soort humus verkregen zou kunnen worden. Hiertoe werden twee partijen stadsvuil (na uitsorteren en vermalen 67% van de oorspronkelijke totale hoeveelheid), *één zonder* en *één met* met montmorilloniet tot 5% van het totaal gewicht (dat is 7,4% van de droge stof in het mengsel) aangemaakt. Daar de hoeveelheid droge stof tijdens de fermentatie vrijwel niet veranderde, was dit laatste percentage ongewijzigd gebleven.

De fermentatie en de uitlevering staan uitvoerig beschreven in Kortleven (1951, pp. 35-38), evenzo de aanleg en de eerste jaren van de thans te behandelen proef VPr 177 in Kortleven (1956, pp. 194-200).

Gebruikt werden vakken van 50x50 cm en 100 cm diep. Deze werden tot 27 cm onder de rand gevuld met zand uit Onnen. Hierboven kwam 100 kg van hetzelfde zand gemengd met de voorgeschreven hoeveelheid compost en in de objecten "enkel compost" 87,5 kg compost.

Het zand bevatte 3,9% humus en 2,6% afslibbaar en had een pH-H_2O van 5,15.

De beide composten werden gegeven in de trappen 0-50-100-150-200(-3500) ton per ha, alle met 4 herhalingen per trap per compostsoort, behalve de objecten enkel compost die er 2 hadden. De composten die onderling hoegenaamd niet van samenstelling verschilden, bevatten 7,58% organische stof en 4,65% kool; verder 0,31% totaal-N en 0,24% P_2O_5, 0,15% K_2O en 2,50% CaO.

Het vullen der bakken kwam gereed 9-5-1950. Toen was het voor vele gewassen reeds te laat in het seizoen. Zonder dat de grond de tijd had gehad zich te zetten, werden in 1950 nog voederbieten verbouwd. Voor de bieten werd in de trappen 0 tot 200 gecompenseerd op N, P en Ca. Bij K was dit slechts gedeeltelijk mogelijk, zodat het nulobject 105 kg K_2O per ha kreeg en de objecten 50 ton 35 kg. De overige trappen kregen geen kunstmestkali maar wel stijgende hoeveelheden compostkali. Te beginnen met 1951 werden de trappen uniform bemest. De objecten enkel compost kregen in 1950 en 1951 geen enkele bemesting, maar werden te beginnen met 1952, uniform met de trappen meebemest.

Grondonderzoek

(a) De granulaire samenstelling. Omdat deze proef ten doel had na te gaan of verrijking met kleimineralen invloed had op de humus - kwantitatief dan wel kwalitatief - wordt allereerst de granulaire samenstelling behandeld om te zien of de klei teruggevonden wordt.

De granulaire samenstelling werd bepaald in 1951 en 1956; de gemiddelden van deze bepalingen zijn weergegeven in tabel 106.

Tabel 106

	Trappen 50-200 gemiddeld		Enkel compost	
	zonder	met	zonder	met
Afslibbaar	3,23	3,55	18,20	22,10
Zand	92,66	92,33	62,-	57,70
Afsl.in % min.d.	3,37	3,69	22,70	27,70

In de trappen is het gehalte aan afslibbaar door de bentoniet toegenomen met 0,32% dat is 6400 kg per ha als het bouwvoorgewicht wordt gesteld op 2 mil. kg. Gemiddeld per ton toegediende compost wordt dit 51 kg afslibbaar of ruim 5% als gevolg van de toevoeging van bentoniet. Deze bedroeg inderdaad 5%, zodat de bentoniet kwantitatief wordt teruggevonden.

Dit is niet het geval in de zuivere compost. Hier is de toename 3,9% van het bouwvoorgewicht. Dit is 12x die in de trappen, terwijl 30x zoveel compost is gegeven. Hoewel wij het volumegewicht van deze tot grond geworden compost niet kennen en dus geen nauwkeurige berekening kunnen maken, is toch het verschil wel zo groot, dat vast staat, dat bij de zuivere compost van de toegevoegde klei een gedeelte verloren is gegaan door uitzakken naar de ondergrond.

Men ziet in tabel 106 dat, als in de bakken met compost het humusgehalte zou gaan naderen tot dat in de overige bakken, er toch een andere grond zou ontstaan, nl. een soort zavel. In de onderverdeling van het zand in grof en fijn zand bestaat evenwel geen verschil, daar zowel het zand uit Onnen als het zand in de compost voor 80% uit grof zand bestaat.

Het is wel wenselijk, dat in de nabije toekomst de granulaire samenstelling regelmatig wordt bepaald, en dat tezamen met T en N-totaal (die verderop aan de orde komen). Deze bepalingen zijn nodig om scherper dan nu het geval zal blijken te zijn, eventuele verschillen in humuskwaliteit op het spoor te komen.

(b) pH-KCl. Ook deze wordt voorafgaand aan de humusgehalten behandeld, daar, zoals zal blijken, de humushuishouding onder sterk uiteenlopende omstandigheden wat pH betreft, heeft gestaan. Onder invloed van de in 1950 toegepaste compensatie met 2500 kg/ha hydraatkrijt per composttrap, waarbij het nulobject 10.000 kg kreeg en de hoogste trap (evenals de objecten 3500 ton) niets, werden de in tabel 107 vermelde pH's verkregen.
Er blijkt dus in aanzienlijke mate met kalk overgecompenseerd te zijn. De invloed daarvan op de pH was nog in 1963 merkbaar, maar zal thans wel grotendeels verdwenen zijn. De compensatie bedroeg 1250 kg CaO per trap, dat is evenveel als CaO in compost per trap. Toch is het veel te veel. De bouwvoor uit enkel compost opgebouwd bevatte in 1963 nog 4% $CaCO_3$ (in 1951 was dit 5,65%), de overige objecten praktisch niets.

Tabel 107

	0	50	100	150	200	3500
Zonder						
1950	4,18					
1951	6,03	5,93	5,56	5,12	4,93	7,24
1956	5,93	5,91	5,65	5,58	5,54	7,48
1960	5,72	5,72	5,44	5,29	5,27	7,47
1963	5,48	5,48	5,26	5,31	5,31	6,83
Met						
1951		5,82	5,29	5,27	4,98	7,36
1956		5,99	5,71	5,53	5,46	7,34
1960		5,67	5,49	5,32	5,33	7,20
1963		5,59	5,35	5,28	5,31	6,63

(c) Humusgehalten. Zie tabel 108. Het humusgehalte in de uitgangstoestand in 1950 wordt berekend uit de mengverhoudingen. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen nos en kool, maar het totale gloeiverlies wordt opgegeven. Dit is daarom gedaan, omdat het hier zeer fijne composten betrof, zonder sintels, zodat ook in de latere gloeiverliesbepalingen in de grond het totale gloeiverlies inclusief kool optreedt.

Tabel 108

	0	50	100	150	200	3500
Zonder m						
1950	3,90	4,02	4,14	4,26	4,38	12,15
1951	3,98	4,10	4,03	4,08	4,18	14,55
1956	3,93	4,00	3,85	4,28	4,35	14,75
1960	4,08	4,23	4,08	4,20	4,45	14,70
1963	3,98	3,68	3,85	3,83	3,95	12,45
1966	3,38	3,63	3,95	3,65	4,20	11,20
1969	4,08	4,16	4,09	4,18	4,40	13,06
Gem.'51-'69	3,90	3,97	3,98	4,04	4,25	13,45
Met m						
1950		4,02	4,14	4,26	4,38	12,30
1951		4,00	4,08	4,05	4,18	15,30
1956		3,95	4,05	4,45	4,13	14,85
1960		4,13	4,25	4,40	4,63	14,-
1963		3,75	3,93	3,85	3,95	13,65
1966		3,53	3,60	3,88	3,98	11,85
1969		4,06	4,10	4,28	4,38	11,41
Gem.'51-'69		3,90	4,00	4,15	4,21	13,51
Idem m+z	3,90	3,93	3,99	4,09	4,23	13,48
Id.vereff.	3,90	3,93	3,99	4,09	4,23	

Montmorilloniet heeft op de totale humushoeveelheid geen invloed; of er invloed is op de humuskwaliteit (waarop de idee van de stabiele humus toch neerkwam) is hier niet zichtbaar.

Het humusgehalte in het nulobject is gemiddeld constant; in de trappen schijnt dit eveneens het geval te zijn vanaf 1951. Na een kortstondige, geringe afbraak van organische stof in compost is verder het humusgehalte zo goed als stationair. Dit is een merkwaardigheid, dat bij gelijke aanvoer de humusgehalten zich op ongelijke niveaus bewegen.

De afbraak van 1950 op 1951 komt neer op 21% van de nos in compost of 13% van het totale gloeiverlies, kool inbegrepen. De gemiddelde gehalten over de beide composten verlopen precies volgens de functie $h = + 0{,}0185\ x^2 + 0{,}0071x + 3{,}9014$, waarbij de eenheid van x is 50 ton per ha. Dit verkregen beschrijvingsbeeld mag niet worden geëxtrapoleerd. Zo passen de objecten 3500 ton niet in dit beeld, daar de kwadratische functie bij x = 70 hiervoor een veel hoger waarde oplevert dan verkregen werd. Deze objecten nemen bovendien een afzonderlijke plaats in, daar hier de compost niet werd toegevoegd aan 100 kg zand met 3,9% humus per bak.

In de vakken met enkel compost is het humusgehalte gemiddeld, in tegenstelling tot de andere objecten, wel hoger dan in de uitgangstoestand. Bezien wij deze objecten - gemiddeld over de beide composten - in de tijd, dan krijgen wij:

1950	1951	1956	1960	1963	1966	1969
12,23	14,93	14,80	14,35	13,05	11,53	12,24

Wij zien dan van 1950 naar 1951 een aanvankelijke stijging. Dat deze niet enkel aan jaarverschillen is toe te schrijven, blijkt als wij de vermelde gehalten uitdrukken in % van de gemiddelden over de trappen 0 tot 200:

1950	1951	1956	1960	1963	1966	1969
299	379	362	337	335	310	293
Vereff.	383	359	340	326	312	297

Er is dus een stijging in de verhouding van 1950 op 1951; daarna neemt deze geleidelijk af.
Merkwaardig is, dat deze verhoudingen lineair afnemen met 4,74 per jaar.

De stijging in humusgehalte van 1950 tot 1951 (in feite twee zomers met een tussenliggende winter) bedraagt 2,70 eenheden. Schrijven wij deze gewichtstoename, zoals reeds eerder veronderstellenderwijs werd gedaan, toe aan de overgang van de oorspronkelijke 4,65% kool tot humusachtige verbindingen door aantrekking van waterstof, zuurstof, stikstof en eventueel andere elementen, dan zouden deze verbindingen door aantrekking van waterstof, zuurstof, stikstof en eventueel andere elementen, dan zouden deze verbindingen een C-gehalte verkregen hebben van 4,65 : 0,01 (4,65 + 2,70) = 63%. Dit percentage ligt zeer dicht bij de 58%, die gewoonlijk voor humus wordt aangenomen. Zou intussen de nos in compost aan afbraak onderhevig geweest zijn zoals in de trappen, dan komt het percentage nog dichter bij de 58%. De aanvoer van humus uit oogstresten

werkt evenwel in tegengestelde richting.

In de andere proeven waar wij soortgelijke verschijnselen waarnamen, duurde dit proces een aantal jaren; daarbij was steeds de compost aan grond bijgemengd. Hier, in enkele compost, blijkt het sneller te verlopen, waaraan mogelijk ook de fijnheid van de kool heeft bijgedragen.

Er is een tegenspraak tussen de daling der humusgehalten van 1950 op 1951 in de composttrappen en de gelijktijdige stijging in de bakken met enkel compost, terwijl dat in het nulobject constant is. Het laatste is een bewijs, dat wij ons in de buurt van het evenwichtsgehalte bevinden bij de betreffende grond, dan wel, dat de hier aanwezige humus resistent is. Het laatste lijkt het waarschijnlijkst, aangezien de toevoeging door compost, na de aanvankelijke afbraak in het eerste jaar, eveneens resistent is.

De geconstateerde tegenstrijdigheid zal wel zijn verklaring daarin vinden, dat enkel compost als substraat een geheel ander milieu vormt dan grond waaraan compost is toegevoegd naar slechts enkele procenten van het bouwvoorgewicht.

(d) Stikstofgehalten. De gehalten aan totaal-N werden slechts bepaald in 1951 en 1956 (n.b. dit is te weinig; deze bepalingen moeten nodig herhaald worden).
In de trappen volgden zij de humusgehalten zodanig, dat als er in Glv:N verschillen zijn, deze binnen de waarnemingsfout vallen. Gemiddeld over beide bepalingen en over de trappen 0 tot 200 was Glv:N = 38,3.
In de bakken met enkel compost was de situatie ten aanzien van dit quotiënt anders:

	Voor fermentatie	Na fermentatie	1951	1956
Zonder	42,5	37,4	27,2	34,1
Met	53,1	41,0	30,8	37,2

Als steeds is ook hier het totale gloeiverlies, inclusief kool genomen. Voor deze situatie was het quotiënt reeds in 1950, dus bij de bereide compost, niet hoog. Het daalde evenwel nog verder. Dit is niet het gevolg van daling van de teller, want zoals gezien, was het gloeiverlies in 1951 juist hoger dan in 1950. Het is dan ook het gevolg van stijging van de noemer; de compost heeft stikstof aangetrokken. De stikstofgehalten waren nl.:

	Voor fermentatie	Na fermentatie	1951	1956
Zonder	0,450	0,325	0,534	0,496
Met	0,325	0,300	0,422	0,399

Met bentoniet is steeds het N-gehalte lager en het quotiënt hoger dan zonder bentoniet. Dit was, afschoon beide composten elk de helft waren van een zo goed mogelijk gehomogeniseerde partij vuil, reeds vóór de fermentatie het geval. Hoewel deze eigenschap dus goed behouden bleef, is deze niet zonder meer aan de bentoniet toe te schrijven.

Dat de compost stikstof heeft aangetrokken, ondanks een niet hoog zijnd quotiënt Glv:N, past in het kader van de bovenstaande beschouwingen, waarbij de elementaire kool door het aangaan van verbindingen met andere elementen overgaat in humusachtige lichamen.

(e) Basenbindend vermogen. Het basenbindend vermogen, T, werd in dezelfde beide jaren bepaald als het N-gehalte (n.b. ook T moet weer worden bepaald). T kon in "enkel compost" niet worden bepaald, omdat het gehalte aan $CaCO_3$ er hoger is dan 2% (mededeling van het Bedrijfslaboratorium op de analysestaten). De overige objecten vertoonden geen duidelijk beloop. Het is dan ook niet mogelijk gebleken ze te analyseren.
Anders was dit met de verzadigingsgraad, V: zie tabel 109.

Tabel 109

		0	50	100	150	200
Zonder	1951	81,0	66,2	65,2	48,8	43,7
	1956	51,3	54,5	46,3	40,5	44,5
Met	1951	81,0	69,4	58,3	51,3	43,7
	1956	51,3	51,0	49,0	42,0	42,3

Daar T niet bepaald kon worden bij 3500 ton compost is hiervoor V ook niet bekend.

Hoe hoger composttrap, hoe lager V; dit is het gevolg van de overcompensatie met kalk, die bij de pH naar voren kwam. In 1956 is dit effect, evenals bij pH, reeds aanzienlijk afgezwakt.

(f) Fosfaat. De fosfaathuishouding werd eveneens slechts in de jaren 1951 en 1956 nagegaan. Een aparte plaats werd slechts ingenomen door het nulobject en de zuivere compost. Gemiddeld werden de cijfers in tabel 110 gevonden.

Tabel 110

	0	trappen	3500
P-getal	3,75	4,54	0,39
P-citroen	58,75	54,82	97,43
P-totaal	105,50	107,33	200,40

Dit is ongeveer wat bij composttoediening en de pH-beïnvloeding als gevolg van de toegepaste kalkcompensatie verwacht kan worden.

(g) Kali en magnesium. Gemiddelden over 1951 en 1956:

	0	trappen	3500
K-getal	16,25	14,11	22,40

Ook hier is de grond uit compost rijker dan die in de overige objecten. Hetzelfde is het geval met het MgO-gehalte, dat slechts in 1956 werd bepaald; dit bedroeg in de trappen 0-4 gemiddeld 33,4 en in de objecten enkel compost 119,5.

De opbrengsten

In de trappen zit per jaar geen duidelijk verloop. Daarom wordt de reeds meermalen toegepaste methode ook hier gebruikt, nl. het uitdrukken van alle objecten in % van het gemiddelde van de gehele proef per jaar (met gewichten), daarna middelen over de jaren en tenslotte uitdrukken van deze gemiddelden over de jaren in procenten van het nulobject. Ook na deze middeling gaven de trappen nog geen duidelijk beeld, zodat steeds de trappen 1-4 worden samengenomen.

De compost in de trappen gaf ten opzichte van het nulobject geen verhoging, maar integendeel een verlaging van de opbrengst van 5% gemiddeld over alle jaren zonder compensatie (1952-1969), beide composten en alle trappen. Slechts over de twee eerste der genoemde jaren, dat zijn het derde en het vierde proefjaar 1952 en 1953 was er nog een gemiddelde opbrengstverhoging van 2%.

Ook de aardappelen (6 van de 18 jaren) gaven een minder ongunstig resultaat, nl. een verlaging met gemiddeld 2% tegenover 5% over 18 jaren (waarin de eerste 2 jaren en de aardappeljaren; zonder deze beide jaren en zonder de aardappelen is er zelfs een verlaging met ruim 7%).

Met montmorilloniet in % van *zonder* bedroeg

1952-1960	100,5
1961-1969	101,4
aardappelen (1952-1969)	102,4

Er is een geringe toename van het positieve effect van het mineraal in de tijd. Deze is weliswaar onbeduidend, maar wordt verderop bevestigd door de objecten met enkel compost. De aardappelen reageren sterker op de bentoniet dan de overige gewassen.

De objecten met enkel compost gaven de in tabel 111 gegeven uitkomsten.

Tabel 111

	Nulobject	Zonder	Met	Met in % van zonder
1952-1960	100	48,1	56,6	117,5
1961-1969	100	62,4	78,7	126,2
Aardappelen	100	70,3	90,5	128,7

Er is een duidelijk positief effect van de bentoniet, dat in de tijd toeneemt en dat bij aardappelen sterker is dan bij de overige gewassen.

In de humusgehalten kwamen deze effecten niet tot uiting. Zij moeten dus berusten op de humuskwaliteit. Merkwaardig is daarom, dat de compost met montmorilloniet steeds een lager N-gehalte had dan die zonder en als gevolg daarvan een hogere verhouding humus:N. Dit was echter reeds het geval vóór de fermentatie en na de fermentatie vóór het vullen der bakken. De verschillen zijn evenwel niet groot en de genoemde quotiënten liggen alle bij of onder de kritieken waarde van C/N = 20. De verschillen in humuskwaliteit kwamen dan ook tot uiting in de stikstoflevering.

De stikstoflevering

Deze is bekend van haver in 1951 (toen enkel compost nog onbemest was), van rode klaver in 1958 en van de vijf aardappeljaren 1953-1956-1959-1962-1965. De laatste gaven gemiddeld de in tabel 112 gegeven cijfers.

Tabel 112

In % van nulobject				Met in % van zonder	
1-4		3500		1-4	3500
Z	M	Z	M		
99,0	102,2	89,5	116,1	103,2	129,8

De compost *zonder* heeft zowel in de trappen als alleen stikstofbindend gewerkt, de compost *met* stikstofleverend. De toevoeging van bentoniet aan compost heeft dus, ondanks het lagere gehalte aan N in compost, toch de stikstoflevering gestimuleerd. Er is inderdaad sprake van kwaliteitsverbetering van de compost en de daaruit gevormde humus.

De beide overige jaren (met haver en klaver) sluiten zich hier goed bij aan.

Overige gewasanalyses

Hiervoor zullen slechts de objecten met enkel compost worden benut, daar de trappen hiervan een sterk verzwakte afspiegeling vormen. Steeds wordt *met* uitgedrukt in % van *zonder* (tabel 113).

Tabel 113

	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	
1951	129,4	117,3	101,7	121,0	haver
1956	160,8	161,3			aardappelen
1958	134,5	141,2			klaver
1959	109,6	106,9	80,0	107,4	aardappelen
Gem.	133,6	131,7			

P en K worden even sterk verhoogd en ook vrijwel even sterk als N. Dit wijst erop, dat door de bentoniet van de toegediende meststoffen meer ter beschikking van de gewassen komt. Dit geldt eveneens voor MgO, dat minder regelmatig werd gegeven. Voor CaO, dat slechts eenmaal, nl. als compensatie in 1950 werd gegeven, geldt het niet.

Samenvatting

Onder invloed van de in de dertiger en veertiger jaren gehuldigde opvattingen omtrent kleihumuscomplexen, werd compost bereid *met* en *zonder* toevoeging vóór de fermentering van 5% bentoniet. Beide werden in getrapte hoeveelheden toegediend aan zandgrond met daarnaast van elk een object, waarin de bouwvoor geheel uit compost bestaat. De toediening was eenmalig; de hoogste trap was 200 ton per ha.

Bij de granulairanalyse werd de bentoniet van de aan zand toegevoegde compost kwantitatief teruggevonden; uit een bouwvoor uit enkel compost zakte een gedeelte uit naar de ondergrond. De enkele compost bevat nog steeds enkele procenten $CaCO_3$ en daardoor een van de overige objecten afwijkende pH; de laatste zijn intussen gelijkgetrokken in pH. Aanvankelijk was de pH lager naarmate de composttrap hoger was door overcompensatie. Als steeds bleek ook hier, dat de kalkwerking ongeveer de helft is van wat men op grond van het gehalte aan CaO in de compost zou verwachten.

De composttrappen hebben een blijvende verhoging van het humusgehalte tot stand gebracht. In de uit compost bestaande bouwvoor daalt het met gemiddeld een eenheid in 7 jaar vanaf een jaar na de toediening. In dat eerste jaar daarentegen steeg het, en wel met een hoeveelheid die in overeenstemming met wat nodig is om uit de aanwezige kool een humusachtige verbinding te maken. In de zuivere compost was de verhouding gloeiverlies:N lager dan in de overige objecten.

Bij de resultaten van het grondonderzoek werd weinig of geen effect van de toevoeging van montmorilloniet aan de compost gevonden. Wel daarentegen bij de opbrengsten. Hier gaf het mineraal een positief effect, dat toe te schrijven bleek te zijn aan het in ruimere mate voor de gewassen beschikbaar stellen van de toegediende bemesting dan wel een opheffen van een belemmering in dit opzicht.

Hoe een en ander in zijn werk gaat is volslagen onbekend. Het is gewenst als bijdrage tot de opheldering van dit probleem meer systematiek in de proef aan te brengen, bestaande uit een regelmatige vruchtwisseling, met zoals tot nu toe eenmaal per drie jaar aardappelen (die sterker op bentoniet reageerden dan de overige gewassen), voorts regelmatig en meer frequent dan voorheen grond- en gewasonderzoek.

SAMENVATTING MET CONCLUSIES

In dit rapport wordt een samenvattend overzicht gegeven van de resultaten van het onderzoek inzake stadsvuilcompost aan het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid vanaf de aanvang daarvan in 1948 tot heden, zowel ten aanzien van de opbrengst als van de invloed op de grond. In hoofdzaak werd bestudeerd de normale VAM-compost bereid volgens het procédé *Van Maanen*. Daarmee vergeleken werd het effect van op andere wijze bereide compost en van VAM-compost na bijmenging met andere produkten.

De VAM-compost is in het behandelde tijdvak sterk van samenstelling veranderd. Was aanvankelijk het gehalte van nuttige organische stof (nos) laag en dat aan huisbrandkool hoog, gaandeweg is het eerste gaan stijgen en het laatste gaan dalen.

De aanwezigheid van deze kool heeft steeds een complicatie gevormd, daar deze voorzover in verpulverde toestand aanwezig meebepaald werd, zeker in het gloeiverlies en mogelijk ook bij humus-Ischt., en voorzover aanwezig in de vorm van grove sintels, vóór de analyse werd uitgezeefd, maar bij uiteenvallen der sintels ook zou worden meebepaald. Daarbij gold de opvatting, dat de kool een volslagen inert produkt was, dat altijd aanwezig zou blijven - voorzover het niet uitzakte naar de ondergrond -, zoals het ook in de kolenlagen eeuwenlang stand gehouden had.

Deze opvatting is in het hier beschreven onderzoek gebleken onjuist te zijn. De oorspronkelijk elementaire kool begint reeds na enkele jaren opgenomen te worden in het humuslichaam - hoe, al dan niet nog in elementaire vorm is nog niet bekend - waarna de eruit ontstane koolstofverbindingen tezamen met de tevoren reeds aanwezige humus aan afbraak onderhevig zijn. Nog enige tijd kan men de aanwezigheid van de oorspronkelijk elementaire koolstof waarnemen door een wat hoger C-gehalte en een wat lager N-gehalte en lagere T (basenbindend vermogen) in de humus.

Dit verschijnsel is voor het compostonderzoek niet meer van belang daar compost eerlang praktisch in het geheel geen kool meer zal bevatten. Voor de studie van het wezen van de humus en van de processen, die zich in de grond afspelen blijft het echter wel degelijk zijn belang behouden.

In een potproef waar (in 1948) eenmalig veel compost met hoog koolgehalte werd gemengd met glaszand, en waar dus compost aanvankelijk het enige vruchtbaarheid bezittende medium was, bleek het proces van de overgang tot humus ongeveer dertien jaren in beslag te nemen, in welke periode de humusgehalten stegen; daarna gingen zij dalen en gaf compost betere opbrengstresultaten dan tevoren.

Ook in een vakproef met giften van 1000 ton van composten met ongelijk koolgehalte aan vruchtbare tuingrond (zand met 7% humus) stegen bij de composten met veel kool de humusgehalten gedurende minstens 8 (en hoogstens 10) jaren, om daarna versneld te dalen, met eenzelfde effect op de opbrengsten als in de potproef.

Bij de in de praktijk bruikbare giften en bij normale gronden, waar de voorraad humus vele malen groter is dan de giften aan nos en aan kool, merkt men daarvan uiteraard minder en gaan de verschillen vaak verloren in de proeffout.

Door de kool wordt dus een element ingevoerd, dat een afwijking van het normale logaritmische verloop van de humusgehalten kan teweegbrengen. En door de zich tijdens de beschreven proefperiode sterk wijzigende nos- en koolgehalten van de periodiek toegediende compostgiften zijn de series humusgehalten hierbij ook moeilijk in te passen in het logaritmische verloop.

De pH wordt door compost merkbaar verhoogd. Met de pH variëren steeds enkele grootheden mee. Zo wordt steeds het P-getal verlaagd, P-AL en P-tot. verhoogd. Compost is dus een bij uitstek geschikte organische meststof als de pH toch verhoogd moet worden.

In opbrengst gaf VAM-compost gemiddeld over een groot aantal jaren en een groot aantal gewassen een effect, dat soms net niet en soms net wel rendabel was bij de tegenwoordige compostprijs als de waarde van de ter compensatie uit te sparen kunstmesthoeveelheden wordt ingecalculeerd.

Bij te lage pH kan het effect sterk oplopen, zoals het geval was op een rivierklei, en dan nog hoofdzakelijk doordat suikerbieten in de rotatie voorkwamen.

De vergelijking van ongebroeide en gebroeide composten kwam meermalen voor, waarvan slechts in een geval de ongebroeide toegediend in het najaar werd vergeleken met de gebroeide toegediend in het voorjaar; in de overige gevallen was de toediening gelijktijdig. Steeds wint de ongebroeide het van de gebroeide in opbrengst en stikstofopname, maar verreweg het sterkst bij de ongelijktijdige toediening. In humusvorming staan zij gelijk, althans wanneer zij vergelijkbare gehalten aan kool hebben. Het gebruik van ongebroeide compost zou dus ruimere toepassing verdienen, zeker in het najaar temeer daar het gebruik van verse compost een besparing betekent op de te fermenteren hoeveelheden.

De waarde van compost als organische meststof kan verhoogd worden door bijmenging van hoogveen en van rioolslib. Bij hoogveen maakt het hoegenaamd geen verschil in welke vorm dit gebeurt en bleek de duurdere tuinturf niet beter dan andere veensoorten. Ook maakte het geen verschil of de turf voor of na de fermentatie werd toegevoegd. De gunstigste mengverhouding op gewichtsbasis bleek te liggen in de buurt van half om half. Waar compost de pH te hoog zou doen oplopen verdient het mengen met een ander organisch produkt, dat eveneens humusopbouwend maar tevens pH-verlagend werkt, gunstig.

Het mengen met rioolslib geeft een stikstofrijker en ook sterker stikstofleverend produkt. Dit verhoogt de waarde van compost aanzienlijk, daar deze een zeer lage stikstofwerkingscoëfficiënt heeft (10%). Speciaal bij gewassen met lange levensduur als bieten, maar ook bij grassen, komt deze werking sterk naar voren. Een menging van de drie produkten, compost, veen en slib en desnoods nog andere organische afvalprodukten als stalmest en andere mesten zou leiden tot een universele organische meststof.

Tenslotte werd nog op grond van de theorie van de kleihumuscomplexen, die vooral in de dertiger en veertiger jaren van deze eeuw opgang maakte, het kleimineraal montmorilloniet vóór de fermentatie toegevoegd aan stadsvuil. De eruit ontstane compost vertoonde een versterkte opbrengstverhogende werking. In eigenschappen van de grond werd (behalve de hoeveelheid afslibbare bestanddelen) geen effect van het mineraal gevonden, ook niet in de humusvorming. Het wordt betwijfeld of dit een aan de praktijk aan te bevelen werkwijze is, daar ook op andere wijze wel klei in de compost terecht komt, zeker bij de voorgestane grootscheepse menging. Het is evenwel ook weer een punt, dat kan bijdragen tot de kennis omtrent het wezen, de opbouw en de kwaliteit van de humus.

LITERATUUR

Anoniem, 1967. Handboekje voor de landbouwvoorlichter. 2e druk. Proefstn Akker- Weidebouw, Wageningen.

Kortleven, Jac., 1950. De waarde van "stadscompost" als organische meststof. Versl. landbouwk. Onderz. 56.6.

Kortleven, Jac., 1951. De waardering van stadsvuil en stadsvuilcompost door middel van analyse. Versl. landbouwk. Onderz. 57.7.

Kortleven, Jac., 1956. Proeven met stadsvuilcompost I. Invloed van stadsvuilcompost op het gewas. Versl. landbouwk. Onderz. 62.12.

Kortleven, Jac., 1963. Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak. Versl. landbouwk. Onderz. 69.1.

Kortleven, Jac., 1969. Drie potproeven met compost-veenmengsels. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 2-1969.

Kortleven, Jac., 1970. Resultaten verkregen in een vijfentwintigjarige stalmestproef op de proefboerderij te Borgercompagnie, met een overzicht van de humusgehalten in dalgronden. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Intern Rapp. 1-1970.

Riem Vis, F., 1969. De invloed van VAM-compost op de pH-KCl van zand- en veenkoloniale grond. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 8-1969.

Fig. 1 V Pr 164 Humusgehalten object 6

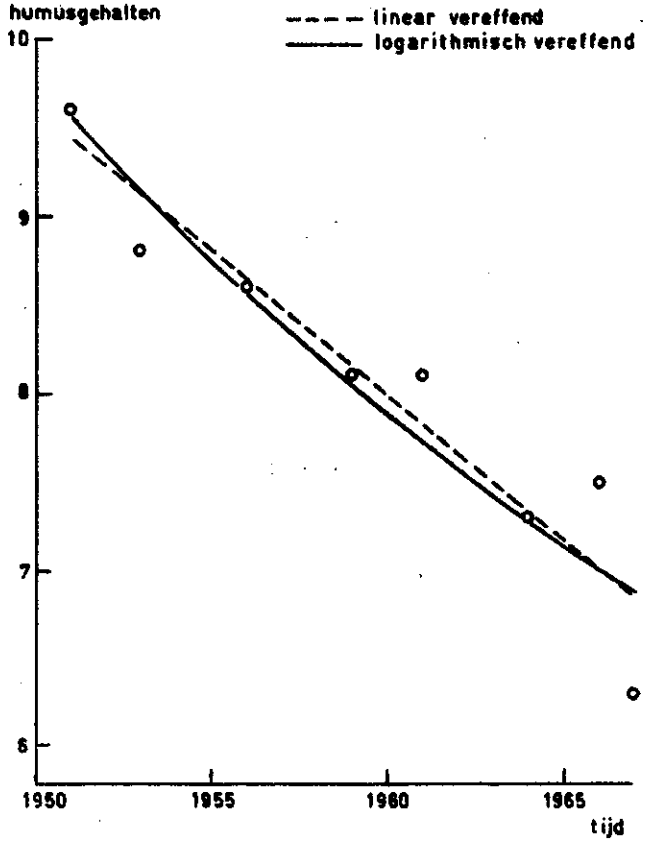


Fig. 2 Pr 164 Verloop van de pH in 1951

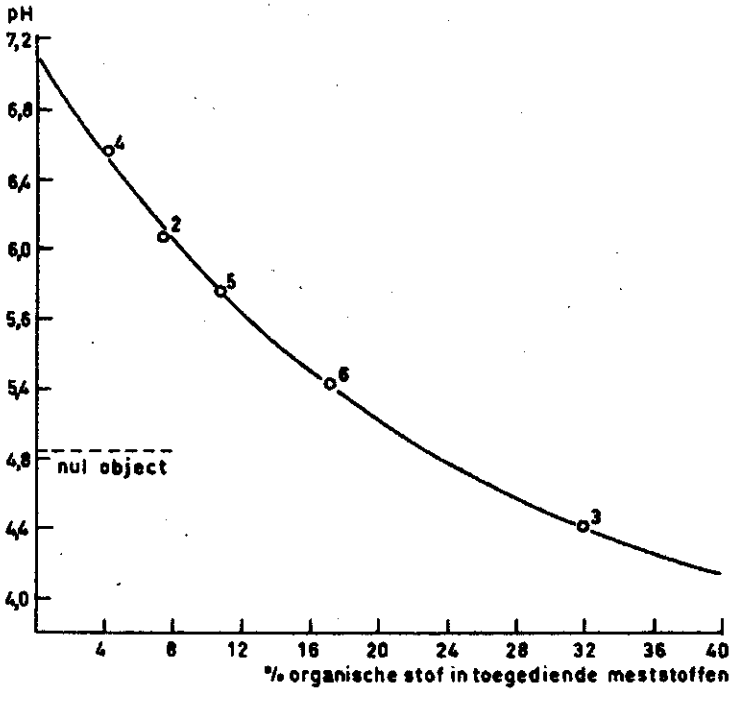


Fig. 3 VPr 169 Verloop der humusgehalten in beide grondsoorten

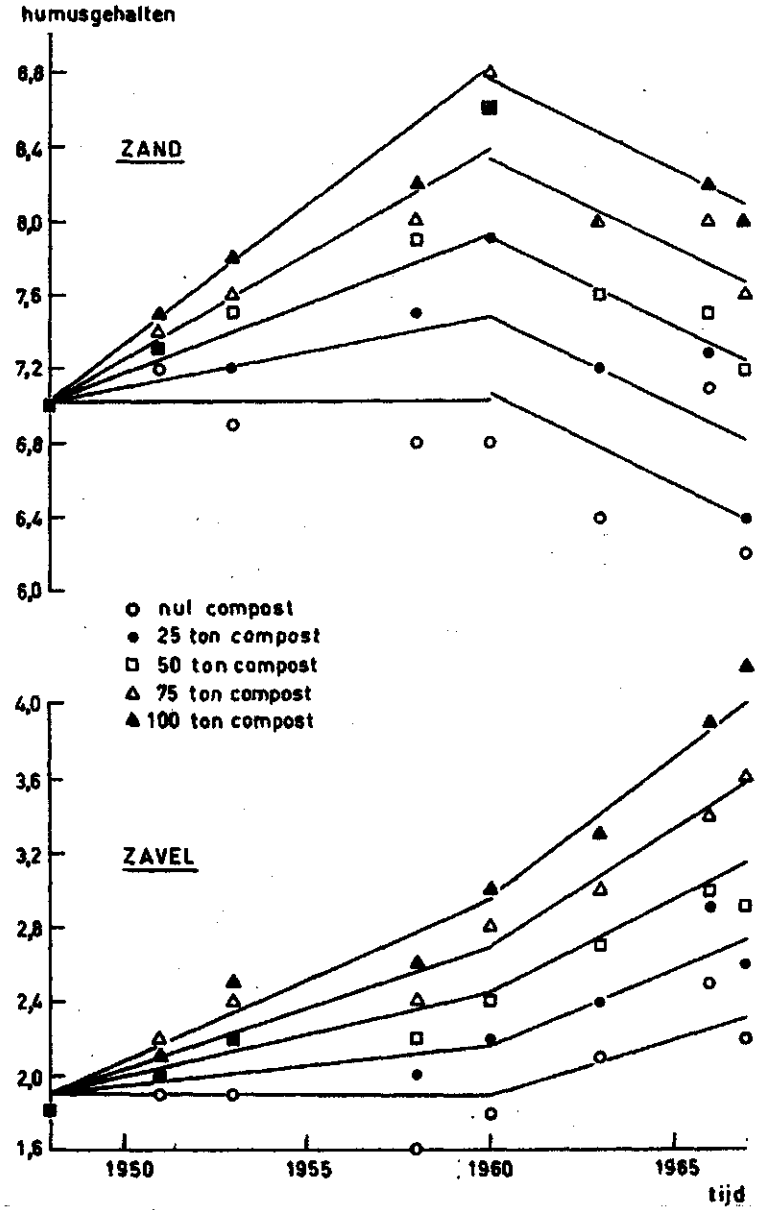


Fig. 4 VPr 169 Verloop der humusgehalten in de onbebouwde grond

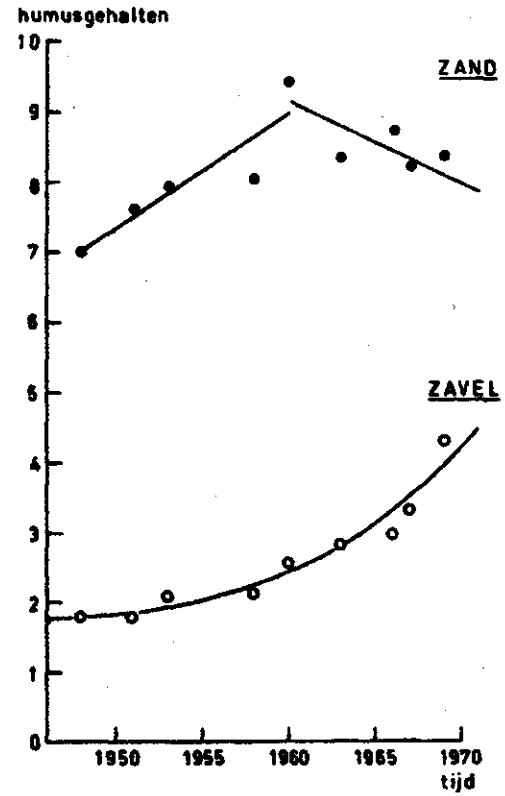


Fig. 5 VPr 160 Verloop der humusgehalten

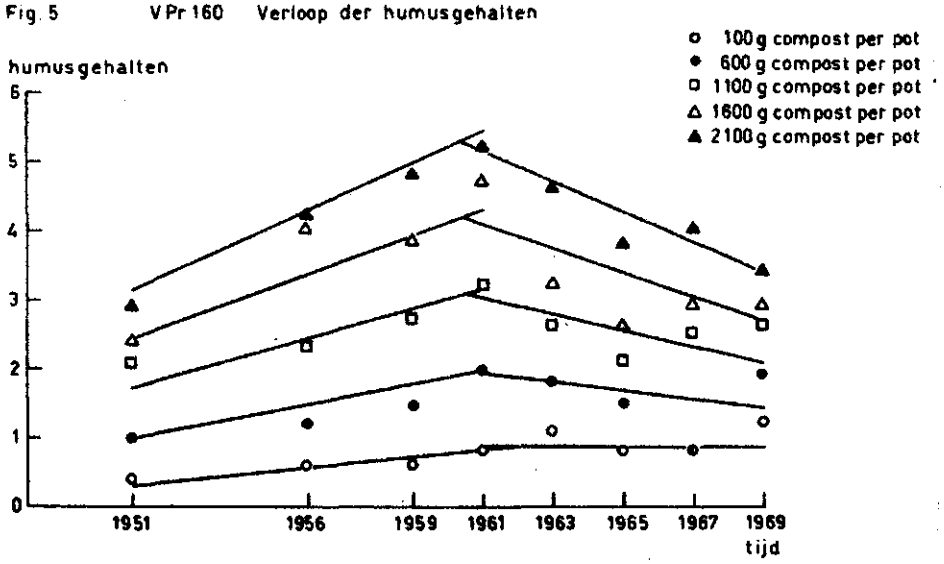


Fig. 6 VPr 165 Humusgehalten in 1953 onder invloed van de compostgiften.

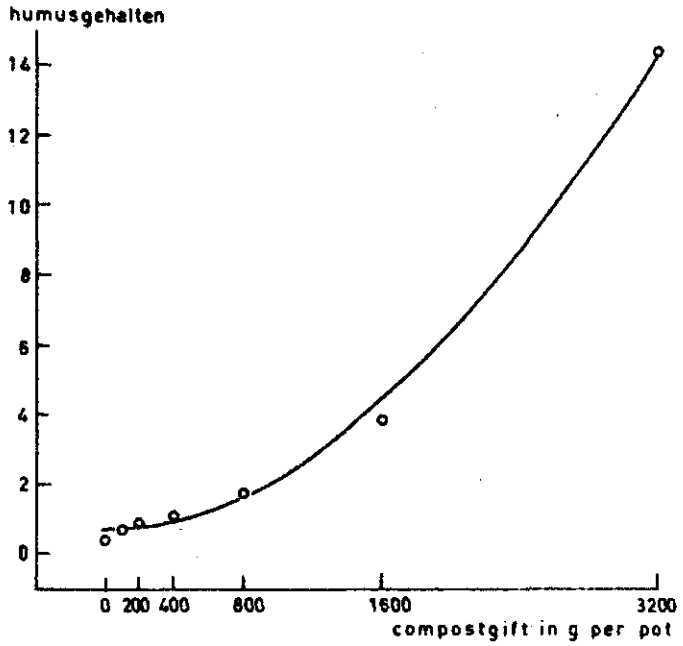


Fig. 7 Pr 1081 Verloop der humusgehalten in de eerste periode

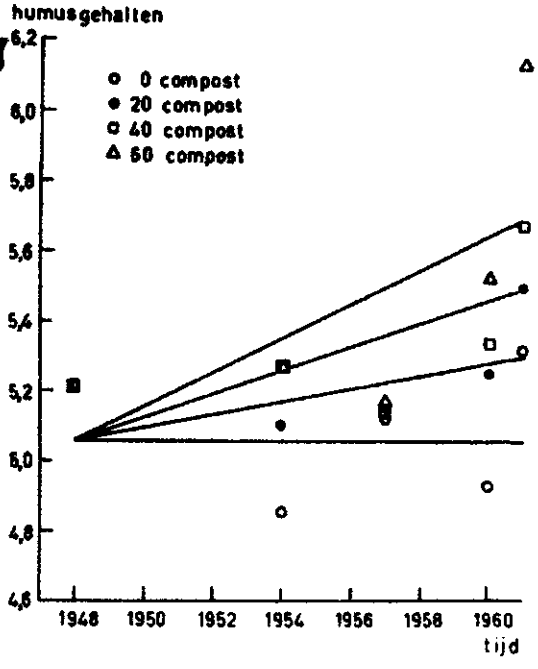


Fig. 8 Pr 1081 Verloop der humusgehalten

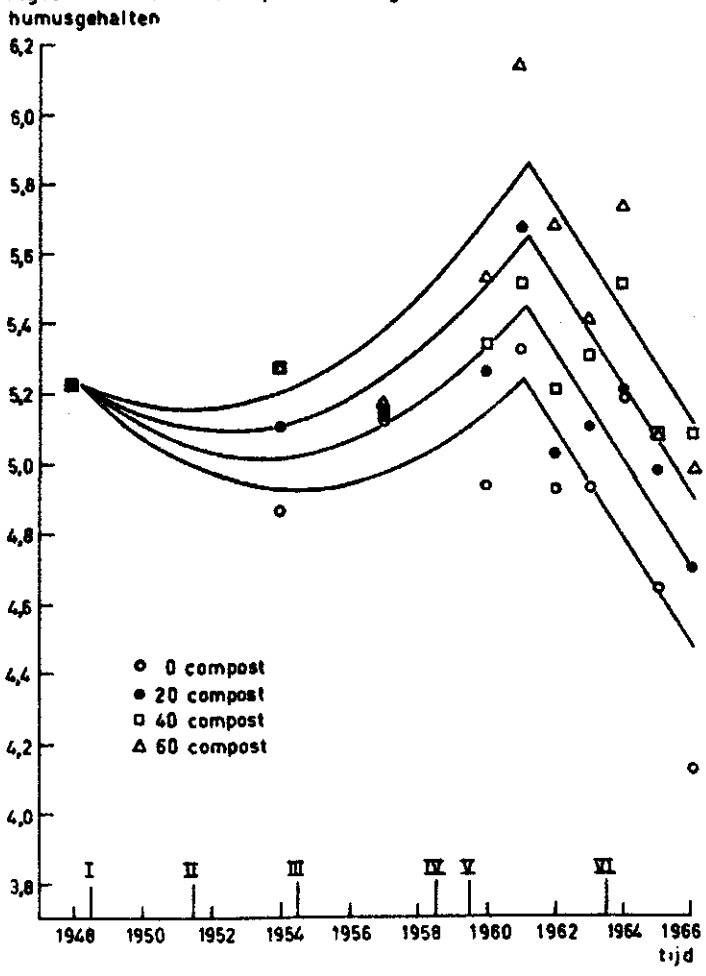
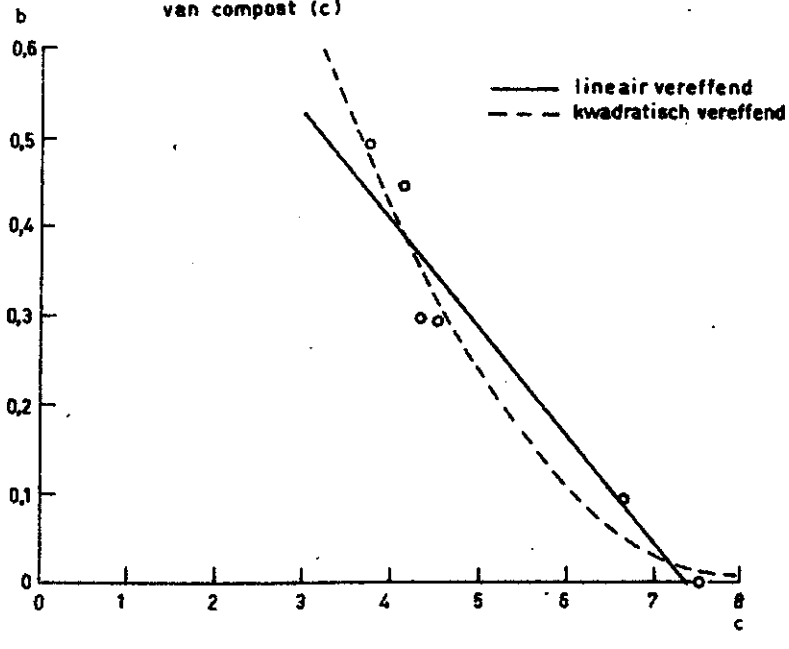


Fig. 9 VPr 808, 1967 Verband tussen de verhoging van de pH door 10 ton compost per gift (b) en de pH bij afwezigheid van compost (c)



INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID
HAREN (Gr.)

De werkingscoëfficiënt van stikstof in stadsvuilcompost verklaard aan de hand van analyses van compost.

J. Kortleven

De lage werkingscoëfficiënt van stikstof in stadsvuilcompost heeft nog altijd geen afdoende verklaring gevonden. Het zal blijken, dat er toch voldoende materiaal aanwezig was om hierop licht te werpen. Dit materiaal is evenwel reeds enigszins verouderd, daar het niet verder rijkt dan het jaar 1964, terwijl nadien de samenstelling van de compost aan veranderingen onderhevig is geweest. Een belangrijke verandering is de vermindering van de hoeveelheid huisbrandkool in compost, die er wellicht in een niet al te verre toekomst geheel uit zal verdwijnen. Deze kool nu speelt in de stikstofhuishouding van compost een belangrijke rol.

Het vraagstuk is, ook na het verdwijnen van de huisbrandkool, niet louter academisch, al was het alleen maar omdat met composten als waarvan thans de analyses besproken zullen worden, het proevenmateriaal beschreven in Rapport 11-1970, is opgebouwd. De belangrijkste proeven hiervan bestaan thans nog. De in dat rapport beschreven processen, die zich ten aanzien van de kool in de grond afspelen, vormen een voortzetting van wat wij zullen waarnemen bij de overgang van vers vuil tot bereide en gefermenteerde compost.

Voorts blijft wat wij te weten komen omtrent wat er van de kool wordt van belang, niet alleen voor de studie van organische stof en humus, maar ook omdat in alle organische meststoffen een zekere hoeveelheid aanwezig is van wat, evenals in compost, als kool wordt bepaald. Volgens het rapport "Chemische analyse van compostmonsters" van dr. F.C. Gerretsen uit 1963 wordt "in alle monsters, ook in veen, "stalmest en zuiver zomervuil tot soms 5% van de droge stof "aan huisbrandkool gevonden".

Waar over kool gesproken zal worden, wordt bedoeld zuivere kool of verkoold materiaal. Dit wordt bepaald door de met sterk zuur te verwijderen organische stoffen af te trekken van het gloeiverlies (Gerretsen 1963). Het verschil tussen het totale gloeiverlies en deze kool wordt genoemd nuttige organische stof, aan te duiden als nos.

Wordt het element koolstof bedoeld, dan wordt dit aangegeven als koolstof of C.

In 1959 werd door de "Stichting Compost" een materiaal van 29 composten verzameld en uitvoerig geanalyseerd. Het omvatte één gebroeide compost van vuil afkomstig uit elk der vier jaargetijden van zeven over het land verspreide installaties, werkende volgens de drie voornaamste systemen van Manen, Rasp en Dano. Er werden o.m. in bepaald de gehalten aan kool, nos en N_t (totaal stikstof), voorts P, K, Ca, Mg, Cl, wateroplosbare zouten, cellulose en 6 sporen-elementen.

De gehalten aan nos en N_t, beide uitgedrukt in % van de droge stof in de compost zijn tegen elkaar uitgezet in fig. 1. Zij liggen rond een rechte lijn, beantwoordende aan de formule $N_t = +0{,}0157$ nos $+ 0{,}418$ (met $s_m = 0{,}0021$ en $s_n = 0{,}046$). Dit zou kunnen betekenen, dat de nos een eigen stikstofgehalte zou hebben van 1,57%, waarnaast de overige bestanddelen van de compost ook nog N zouden bevatten. Dit laatste is inderdaad het geval. Het is nl. bekend dat ook de kool stikstof bevat. Gewoonlijk wordt voor het stikstofgehalte van kool 0,5 à 0,7% opgegeven.
Nu hangen echter de gehalten aan nos en kool ook samen in dier voege, dat compost uit zomervuil veel nos en weinig kool, compost uit wintervuil weinig nos en veel kool bevat. In de 29 composten was het verband tussen nos en kool zelfs lineair, met zeer significante parameters. Dit was eveneens het geval in het hierna te bespreken materiaal. Dit nauwe verband is een seizoensverschijnsel. Het heeft echter tot gevolg, dat bij het uitzetten van N_t tegen nos de kool en de N in de kool met de nos meevariëren maar in tegengestelde richting.

Om deze samenhang te ontwarren werden enkele jaren later in een andere serie van 25 composten, eveneens volgens de drie systemen bereid en uit verschillende jaargetijden stammend, de N-gehalten bepaald in uit de compost uitgeprepareerde kool. Deze liepen uiteen van 0,8 tot 2,4 en zijn dus hoger dan in normale kool. Bij de processen die verlopen tussen het verzamelen van het vuil in de emmers en de voltooide fermentatie, trekt de kool blijkbaar stikstof aan. De gehalten hangen samen met de hoeveelheid kool. Hoe hoger het koolgehalte in de compost is, hoe lager het N-gehalte in de kool, zie fig. 2. Het verband is kromlijnig. Wij krijgen echter een rechtlijnig verband als wij tegen elkaar uitzetten de koolstikstofgehalten en de koolgehalten, zoals gedaan is in fig. 3, waar beide zijn uitgedrukt in % van de droge stof, (hierbij is N_k in % van droge stof = kool in % van droge stof x N_k in % van kool). De funktie is N_k = +0,0069 kool + 0,0756 (met s_m = 0,0005 en s_n = 0,0107).

De lijn gaat niet door de oorsprong, wat het verloop in de N-gehalten van de kool verklaart, immers N_k:0,01 kool = 0,69 + 7,56:kool (deze lijn is in fig. 2 aangegeven). Als de kool nadert tot nul, nadert zijn N-gehalte tot oneindig. Het koolgehalte was echter in die jaren nooit nul, zodat dit geval zich niet voordeed.

Het eigen N-gehalte van de kool is blijkbaar 0,69%, wat overeenstemt met de literatuuropgaven dienaangaande. Daarnaast is er een verrijking met een constante hoeveelheid stikstof, welke onafhankelijk is van de hoeveelheid kool. De verrijking bedraagt 0,756 kg N per ton droge stof of omstreeks 0,5 kg N per ton compost inclusief vocht. Dit is in absolute zin onbetekenend. Toch is het ruim 10% van de totale hoeveelheid stikstof in compost en is het in staat het N-gehalte in kool bij weinig kool op te voeren tot het drievoudige van het gehalte bij veel kool.

Wij menen hierin een beginstadium te zien van de in Rapport 11-1970 geconstateerde afbraak van de oorspronkelijke stookresten.

Door de N in kool af te trekken van N_t krijgen wij de N in nos. Wij voeren dit uit met de werkelijk gevonden,

en niet met de na vereffening verkregen N-gehalten in kool. In fig. 4 is de N_{nos} uitgezet tegen nos, beide uitgedrukt in % van de droge stof. Wij krijgen een door de oorsprong gaande rechte lijn, weergegeven door N_{nos} =+0,0243 nos (met s_m = 0,0011). Het N-gehalte in de nos is dus constant 2,43%.

Van deze uitkomst blijkt de reproduceerbaarheid door hetzelfde verband tussen N_k en kool in te brengen in het materiaal uit 1959 en de dan overblijvende N_{nos} uit te zetten tegen nos. Dit is gedaan in fig. 5. De lijn N_{nos} = +0,0243 blijkt ook dit materiaal goed te beschrijven.

Bij N in nos = 2,43% is nos:N_{nos} = 41. Voor kool, waarvan de gehalten in ons materiaal uiteenlopen van 4 tot 32% op droge stof loopt kool:N_k uiteen van 39 tot 110. Bij lage koolgehalten ontlopen nos en kool elkaar in dit opzicht reeds weinig, al zal C:N bij nos nog wel lager zijn dan bij kool.

Glv/N_t loopt van 40 tot 90.

Zou de kool geheel buiten spel blijven bij gebruik van compost als meststof, dan hadden wij alleen te maken met Nos:N = 41. Daar het C-gehalte in nos vrij hoog is, is C:N in de nos omstreeks 25. Dit is vrij hoog en in overeenstemming met de lage werkingscoëfficiënt van compoststikstof.

Wij hebben echter niet de overtuiging, dat de kool volledig buiten spel blijft, ook al gezien de boven beschreven aantrekking van stikstof en voorts gezien het verdere verloop in de (veld-, vak- en pot-)proeven. Daardoor kan echter C:N in het totale gloeiverlies alleen nog maar verder stijgen.

Bij een aantal van 26 monsters van vers materiaal - van her en der, dus niet systematisch bijeengezocht - bleken de N-gehalten in kool en in nos te schommelen om gemiddelden van resp. 0,90 en 1,46.

In de kool is het dus ook in vers materiaal reeds hoger dan in normale kool, zodat de aantrekking van stikstof begint zodra de stookresten in aanraking komen met de organische resten.

In de nos ligt het N-gehalte lager dan in gefermenteerde compost. De stijging tijdens de fermentatie wordt veroorzaakt door de snelle afname in hoeveelheid van de nos, die sterker is dan de afname van de hoeveelheid N in nos. Hoe dit zich uit op het verloop van de stikstof tijdens de fermentatie wordt weergegeven in tabel 1.
De fermentaties, daarin weergegeven, zijn uitgevoerd in de broedstoof bij een constante temperatuur van 45°C.
Voor elke bemonstering was een plastic zakje met hetzelfde uitgangsgewicht aanwezig (dit gewicht was in de drie proeven ongelijk). N_k en N_{nos} zijn uitgedrukt in mg per monster.

Wij zien N_k inderdaad stijgen en N_{nos} veel sterker dalen. Daardoor daalt eveneens N_t. Maar doordat ook nos en daarmede het totaalgewicht aan droge stof daalt, blijft N_t in % van d.s. constant.

De toename in hoeveelheid van de N in kool tussen de eerste en de laatste bepaling is 42-79-60 mg, gemiddeld 60,3 mg. De hoeveelheid uitgangsmateriaal in g d.s. was 123-128-77, gemiddeld 109,3 g. Gemiddeld is er een stijging met 0,552 g N_k per kg droge stof. Voor een ruwe bepaling uit zo weinig gegevens is dit een treffende overeenstemming met de 0,756 g N_k per kg droge stof, die tevoren langs een geheel andere weg verkregen werd. Er kan niet gezegd worden, dat beide getallen van een geheel verschillende orde van grootte zijn.

Het in tabel 1 weergegeven beloop van N_t wordt nog bevestigd door enkele andere fermentatieproeven. Deze werden verricht in proefhopen, waarin nylonkousen ingegebouwd, gevuld met tevoren goed gemengde compost, één kous voor elke bemonstering en alle met hetzelfde uitgangsgewicht. De uitkomsten zijn samengevat in tabel 2. Hierin vertoont monster 4 een tijdelijke inzinking en monster 3 een geprononceerde stijging van N_t.
Daar de inhoud van de kousen niet teruggewogen is en de N in kool niet afzonderlijk bepaald (deze werd destijds en ook hier door de heer Popkema gesteld op 0,5%, wat zoals wij nu weten niet juist is) kunnen deze voorbeelden niet verder geanalyseerd worden. Het totaalbeeld is

wederom een - uiteindelijk - gelijke N_t of zelfs een hogere. Wij mogen er dus op zijn minst een bevestiging in zien van het voorgaande, inhoudende dat er tijdens de fermentatie stikstof uit het systeem verdwijnt maar evenveel als of minder dan het verlies aan massa, waardoor N_t in % gelijk blijft of stijgt, terwijl bovendien de kool rijker wordt aan stikstof.

Er is in 1963 een poging gewaagd om door fractionering van gebroeide composten na te gaan waar zich de waardevolle bestanddelen van gebroeide compost bevinden. De uitkomsten hiervan bevat tabel 3.

Er is echter niet kwantitatief gewerkt, d.w.z. het is niet bekend welk deel elke fractie van het geheel uitmaakt. Daardoor blijft deze informatie onvolledig omdat wij hun relatieve betekenis niet kennen.

Zoals blijkt uit de waarden 100-glv. voor ballast (waarbij glv. = nos + kool) heeft de fijnste fractie het meeste ballast, bestaande uit zand en as.

De gehalten aan nos zijn lager naarmate de compost fijner is, maar de N-gehalten in nos en daarmee de N_t-gehalten in glv. stijgen gelijktijdig vrij sterk. Deze uitkomsten zijn in overeenstemming met de lagere gehalten aan nos in edelcompost. Het edele daarvan moet dus gelegen zijn in het hogere stikstofgehalte in het gloeiverlies en minder in een hoger stikstofgehalte in de droge stof.

Edelcompost is de uit gebroeide compost uitgezeefde fractie kleiner dan 5 mm, die geen verdere bewerking ondergaat, en daardoor vergelijkbaar is met de uitkomsten in tabel 3. Dit is niet het geval met een andere speciale compost, de tuinbouwcompost. Dit is de fractie kleiner dan 22,8 mm, die echter na de zeving vermalen wordt. Door deze maling stemmen de in tuinbouwcompost aanwezige fracties niet overeen met die in tabel 3.

De gehalten aan kool zijn blijkens de tabel het laagst in de beide uiterste fracties. De N-gehalten in de kool zijn over het geheel weinig variabel. Slechts in 2 gevallen is het bekend voor de grofste fractie, en in die gevallen is

het hoog. Het is een niet uitgemaakte zaak of deze twee gevallen voldoende zijn om het feit bewezen te achten. Zou dit wel het geval zijn, dan had men hierop bij het uitprepareren van kool uit de complete composten voor de stikstofbepaling bedacht moeten zijn.

Als tegenhanger van de N in organische stof staat de C. Van de C in compost zijn niet veel gegevens voorhanden. Om te beginnen hebben wij vier analyses van dr. Van Dijk. De C is bepaald als C.el. De uitkomsten hiervan geeft tabel 4. Uit dit materiaal wordt duidelijk, dat als in deze vier composten de C:N in nos maatgevend zou zijn voor de werking van compost als organische meststof, de uitkomsten in tegenspraak zouden zijn met de lage stikstofwerkingscoëfficiënt in compost. In de C:N moet hier de kool wel betrokken worden.

Er is nog een stel analyses uit 1952, vermoedelijk van dr. Gerretsen. Het is niet bekend of hierbij gehalten aan nos en kool in % van droge stof of van het vochtige materiaal zijn opgegeven. Er werden alleen C-gehalten bepaald. De uitkomsten, gerangschikt naar nos, geeft tabel 5.

Bij de hoogste gehalten aan nos naderen de C-gehalten in nos en kool aan die, welke in tabel 4 werden aangetroffen. Bij de lage gehalten aan nos stijgen de C-gehalten zowel in nos als in kool tot grote hoogte en naderen zij zelfs tot elkaar. Hierbij blijkt de fermentatie geleid te hebben tot vergaande verkoling. Dit kwam in de tijd, waaruit deze composten zijn, vaker voor; speciaal wintercomposten bleven toen veel te lang aan de hoop staan. Zulke extremiteiten komen thans niet meer voor, zij zijn echter wel voorgekomen bij de composten, gebruikt in de beginperiode van de in Rapport 11-1970 beschreven proeven.

Samenvatting en conclusies

In vers vuil heeft de nuttige organische stof (nos), dat is gloeiverlies verminderd met huisbrandkool, een te laag stikstofgehalte. Tijdens de fermentatie daalt de hoeveelheid nos sterk, sterker dan de N in nos, zodat het N-gehalte in nos en daarmee C:N in nos stijgt tot een waarde

die op zichzelf alle gevaar voor stikstofvastlegging zou uitsluiten en daardoor in tegenspraak is met de lage werkingscoëfficiënt voor N in compost. De C:N in de nos alleen is dus niet maatgevend en die in de kool moet in de rekening betrokken worden.

De kool heeft in de verse, onbewerkte compost een hoger N-gehalte dan zuiver kool en heeft dus in dit stadium reeds stikstof tot zich genomen. Dit gaat verder tijdens de fermentatie, en dit des te meer naarmate de compost minder kool bevat. Dit is een voorbode van wat er later, bij toediening van bereide compost, in de grond met de kool gaat gebeuren. De als kool te bepalen hoeveelheid neemt dan gestadig af doordat deze niet meer te scheiden is van de humus, waarmede hij dan verder ook in de regelmatige afbraak van humus wordt opgenomen.

Wordt de fermentatie te lang aan de hoop voortgezet, dan kan verkoling optreden. Dit gebeurt niet in de grond bij tijdige toediening.

Gezien het verloop tijdens de fermentatie en later in de grond, kan de waarde van stikstof het beste worden afgemeten aan totaal gloeiverlies (nog liever, indien beschikbaar, C_t) en N_t, en aan hun quotiënt Glv:N_t of C_t:N_t. Daarmede verklaart men beter de lage werkingscoëfficiënt voor N in het jaar van toedienen en heeft men een betere aansluiting aan de latere bepalingen in de grond bij de dan plaatsvindende omzettingen.

Het lijkt gewenst, na twintig jaar, de werkingscoëfficiënt voor N in de sindsdien zo gewijzigde compost opnieuw vast te stellen.

23 september 1970

Tabel 1. Hoeveelheid stikstof aanwezig gedurende de fermentatie in drie compostmonsters

Weken	N_k in mg 1	2	3	N_{nos} in mg 1	2	3	N_t in % van d.s. 1	2	3
0	147	205	146	931	486	401	0,88	0,54	0,71
2	147		226	737		281	0,78		0,65
3		252			456			0,59	
4	168			727			0,85		
6			185			355			0,73
8	167	246		667	415		0,85	0,59	
11			178			298			0,67
12		260			395			0,63	
14	209			694			0,95		
15			177			258			0,69
16		242			330			0,59	
20			206			266			0,71
21		228			298			0,53	
23	162			565			0,81		
32	189			460			0,72	0,57	
34		284			275				

Tabel 2. Verloop van N_t in % van droge stof tijdens de fermentatie in proefhopen

Weken	1	2	3	4	5
0	0,53	0,54	0,36	0,56	0,56
2		0,58		0,53	0,56
4	0,48		0,31	0,39	
5		0,54			0,62
6			0,53	0,42	
7					0,55
8	0,52	0,67	0,59	0,45	
9			0,59	0,42	
11			0,60		
12		0,61		0,50	0,60
14			0,64	0,53	
16	0,55		0,64	0,56	
>16 (6 bep)				0,62	

Tabel 3. Verdeling in fracties van compost

	>13,6	13,6-6,8	6,8-4,8	4,8-3,4	3,4-2,0	2,0-1,0	<1,0
1							
Nos op d.s.	36	24	21		20		11
Kool "	3	13	13		12		5
N_{nos} "	0,41	0,52	0,50		0,60		0,38
N_k "	0,13	0,15	0,15		0,13		0,08
N_{nos} op nos	1,1	2,2	2,4		3,0		3,7
N_k op kool	4,3	1,1	1,1		1,1		1,6
N_t op glv.	1,4	1,8	1,9		2,3		2,9
N_t op d.s.	0,54	0,67	0,65		0,73		0,46
2							
Nos op d.s.	27	23	23		20		14
Kool "	6	20	23		22		9
N_{nos} "	0,38	0,41	0,57		0,60		0,47
N_k "	0,13	0,22	0,12		0,21		0,09
N_{nos} op nos	1,4	1,8	2,6		3,0		3,4
N_k op kool	2,2	1,1	0,5		1,1		1,0
N_t op glv.	1,5	1,5	1,3		1,9		2,4
N_t op d.s.	0,51	0,63	0,69		0,81		0,56
3							
Nos op d.s.		31	24	21	22	19	12
Kool "		14	24	23	22	25	18
N_{nos} "		0,55	0,44	0,43	0,47	0,42	0,37
N_k "		0,20	0,28	0,26	0,23	0,28	0,21
N_{nos} op nos		1,8	1,8	2,0	2,2	2,2	3,1
N_k op kool		1,4	1,2	1,2	1,1	1,5	1,2
N_t op glv.		1,7	1,5	1,6	1,6	1,6	1,9
N_t op d.s.		0,75	0,72	0,69	0,70	0,70	0,58
4							
Nos op d.s.	19	15	17		19	18	8
Kool "	27	30	26		21	19	12
N_t "	0,50	0,59	0,60		0,56	0,56	0,35
N_t op glv.	1,1	1,2	1,3		1,5	1,5	1,7
N_t op d.s.	0,50	0,55	0,59		0,60	0,56	0,35
5							
Nos op d.s.	31	23	20		18	18	14
Kool "	9	25	23		21	19	8
N_t "	0,57	0,68	0,66		0,65	0,60	0,43
N_t op glv.	1,4	1,4	1,5		1,7	1,6	1,9
N_t op d.s.	0,57	0,68	0,66		0,65	0,60	0,43

Tabel 4. C- en N-gehalten in compost

	1	2	3	4
Nos op d.s.	14,72	11,55	11,95	16,50
Kool "	23,28	24,45	23,45	17,70
N_{nos} "	0,48	0,49	0,47	0,65
N_k "	0,27	0,29	0,29	0,21
N_{nos} op nos	3,23	4,26	3,91	3,94
N_k op kool	1,15	1,17	1,23	1,20
N_t op glv.	1,95	2,16	2,13	2,52
N_t op d.s.	0,74	0,78	0,76	0,86
C_{nos} op d.s.	8,8	7,8	7,5	9,0
C_k op d.s.	17,8	18,6	18,5	13,9
C_{nos} op nos	59,8	67,9	62,1	54,2
C_k op kool	76,4	75,9	78,8	78,2
C_t op glv.	70	73	73	67
C_t op d.s.	26,6	26,4	26,0	22,8
$C_{nos}:N_{nos}$	18,5	15,9	16,1	13,8
$C_k:N_k$	66,5	65,1	64,3	65,2
$C_t:N_t$	36	34	34	25

Tabel 5. C-gehalten in compost

	1	2	3	4	5	6	7
Nos op totaal	9,4	8,4	7,4	5,0	4,3	4,2	3,2
Kool "	5,4	6,3	5,1	16,4	17,0	17,6	19,8
C_{nos} "	5,8	5,5	5,0	3,7	3,7	3,4	2,8
C_k "	4,0	4,9	4,1	14,3	15,1	16,1	17,5
C_{nos} op nos	61,7	65,4	67,6	74,0	86,0	80,9	87,5
C_k op kool	74,0	78,2	80,4	87,2	88,8	91,4	88,3
C_t op glv.	66	71	72	84	89	91	88
C_t op totaal	9,8	10,4	9,1	18,0	18,8	19,5	20,3