

CODEN: IBBRAH (15-84) 1-47 (1984)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 15-84

HUISVUILCOMPOST EN ZUIVERINGSSLIB ALS ORGANISCHE MESTSTOFFEN VOOR BOUW-
LANDGEWASSEN OP EEN ZWARE RIVIERKLEIGROND IN DE BOMMELERWAARD, IN VERGE-
LIJING MET STALMEST, GROENBEMESTING EN TURFMOLM

*With conclusions: Refuse compost and sewage sludge as organic manures for
arable crops on heavy fluviatile clay in the Bommelerwaard, compared with
farmyard manure, green manure and peat moss*

door

S. de HAAN en J. LUBBERS

1984

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 15-84 (1984) 47 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Uitvoering van het onderzoek	6
3. Resultaten van het onderzoek	11
3.1. Proefgewas aardappelen	11
3.2. Proefgewas suikerbieten	14
3.3. Proefgewas zomertarwe	21
3.4. Visuele waarnemingen tijdens de nawerkingsperiode 1981-1984	25
3.5. Onderzoek naar het effect van verschillende vormen van organische bemesting op het voorkomen van regenwormen in de grond in 1961	26
4. Resultaten van het grondonderzoek	27
4.1. Het organische-stofgehalte	27
4.2. Het stikstofgehalte	31
4.3. De pH-KCl	31
4.4. De fosfaattoestand	33
4.5. De kalium- en magnesiumtoestand	34
4.6. Gehalten aan micro-elementen	35
5. Samenvatting en discussie	37
6. Conclusies	43
7. Conclusions	45
8. Literatuur	46

1. INLEIDING

In de herfst van 1951 werd op een perceel bouwland van de heer A. de Koning te Well in de Bommelerwaard een proefveld aangelegd voor onderzoek naar effecten van diverse vormen van organische bemesting. Het perceel was in de Tweede Wereldoorlog gescheurd en sindsdien als bouwland gebruikt. Van nature is het vanwege de zwaarte meer geschikt voor grasland en als zodanig is het, voor zover bekend, vóór de Tweede Wereldoorlog ook altijd gebruikt.

Bij de vormen van organische bemesting ging het in de eerste plaats om een vergelijking van de sinds 1928 door de N.V. Vuilafvoer Maatschappij (VAM) volgens het Van Maanensysteem geproduceerde compost met een toen nieuw soort compost, geproduceerd volgens het door Westrate ontwikkelde rasp-systeem. In het door Van Maanen ontwikkelde systeem ondergaat het vuil eerst een broeiproces van een half jaar of langer. Pas daarna worden de ballaststoffen, aanvankelijk voornamelijk metalen, uitgesorteerd. Bij het door Westrate ontwikkelde systeem werden de ballaststoffen vooraf uitgesorteerd, waarna de rest met behulp van een rasp verkleind werd. In 1951 werd in Schiedam het eerste volgens het rasp-systeem werkende compostbedrijf geopend. De compost was in de eerste plaats bedoeld als broeimest voor tuinbouwbedrijven en werd hiervoor in betrekkelijk verse toestand (ongebroeid) afgeleverd. Besloten werd deze ongebroeide compost ook te testen op zijn waarde bij landbouwkundig gebruik.

Er zijn elf compostbedrijven operationeel geweest, waar het rasp-systeem werd toegepast. De één na de ander heeft echter weer moeten sluiten toen het aandeel van de ballaststoffen te groot werd, waarvoor op de bedrijven onvoldoende opslagmogelijkheden aanwezig waren. In verband daarmee is op het proefveld vanaf 1974 Dano-compost, van het compostbedrijf van de gemeente Soest-Baarn, gebruikt in plaats van rasp-compost. Bij het Dano-systeem worden de ballaststoffen ook vooraf uitgesorteerd. Er is in de latere jaren niet meer zo op gelet, of deze compost bij de toediening nog wel vers was. Het broeiproces begint automatisch bij bewaring in de hoop. Het voornaamste verschil tussen de

Van Maanencompost en de andere compostsoorten is dan ook niet het verschil in broeiduurtijd, maar het verschil in gehalte aan zware metalen. Bij uitsortering van de metalen vooraf is dit gehalte lager. Dit geldt ook voor compost van huisvuilscheidingsinstallaties en voor compost uit organisch materiaal, verkregen bij gescheiden inzameling van huisvuil.

Naast de beide compostsoorten werd ook zuiveringsslib in het onderzoek opgenomen, waarvan de produktie toen als gevolg van de inwerkingtreding van de WVO (Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren) goed op gang begon te komen. Het betrof hier steekvast slib, afkomstig van droogvelden, waar het natte slib op natuurlijke wijze ontwaterd werd. Later is men steeds meer overgegaan op kunstmatige ontwatering, waarbij als regel ter verbetering van de ontwaterbaarheid chemicaliën worden toegepast. In verband daarmee is op dit object vanaf 1974 met behulp van filterpersen en toeslag van kalk en ijzerchloride ontwaterd slib van de zuiveringsinstallatie te Helmond toegepast.

Op dit object is steeds slib met een betrekkelijk laag gehalte aan zware metalen toegepast. Op een ander object is vanaf 1973 slib met een betrekkelijk hoog gehalte aan zware metalen gebruikt. Het betrof hier door thermische ontwatering verkregen korrelvormig slib van de openbare rioolwaterzuiveringsinstallatie van de gemeente Zeist.

Op het object waar het laatstgenoemde slib werd toegepast, was in de periode 1952-1964 het synthetisch humusprodukt Calhahumus X2, ontwikkeld door Hudig en Sieuwerts van Reesema op basis van veen en ammoniak (Kortleven, 1950) getest met turfmoel als natuurprodukt ter vergelijking. De toediening van turfmoel is tot het einde van de proef in 1980 voortgezet.

Naast de genoemde vormen van organische bemesting werden stalmest en groenbemesting toegepast als de meest gebruikelijke vormen van organische bemesting, en als referentie voor elke vorm van organische bemesting was een kunstmestobject aanwezig. Hier werd het gewas zo optimaal mogelijk met kunstmest bemest, maar er werd geen organische bemesting toegepast.

De verschillende vormen van organische bemesting zijn tot en met 1980 toegepast. Daarna heeft het proefveld nog vier jaar op nawerking gelegen, waarin alleen een visuele beoordeling van het gewas heeft plaatsgevonden. In dit verslag worden de resultaten van het proefveld behandeld, die in

de periode 1968-1980 verkregen zijn, met in enkele gevallen een beschouwing van de hele proefperiode. Eerder behandelde Kortleven (1970) de resultaten verkregen in de periode 1952-1967 en gaf De Haan (1979) een kort overzicht van de resultaten verkregen in de periode 1968-1978.

2. UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

De organische meststoffen zijn in de periode 1952-1967 om de twee jaar toegediend, daarna t.e.m. 1974 elk jaar in halve hoeveelheden en daarna t.e.m. 1980 in voor stalmest viervoudige hoeveelheden. De andere vormen van organische bemesting werden toen toegepast in zodanige hoeveelheden, dat de hoeveelheid organische stof ongeveer even groot was als die voor stalmest. De intensivering van de organische bemesting in 1974 vond plaats omdat de resultaten in de voorafgaande periode nogal teleurstellend waren.

Het proefveld bestaat uit vier stroken en elk object komt in elke strook éénmaal voor. De verschillende objecten zijn:

- a. Kunstmest in zoveel mogelijk optimale hoeveelheden met uitzondering van de stikstoftrappen in de jaren waarin organische bemesting plaatsvond (zie verder) en, afgezien van de wortel- en stoppelresten van het gewas op het betreffende veldje, zonder organische bemesting.
- b. Stalmest, gegeven in de periode 1952-1968 in een hoeveelheid van 30 ton/ha per twee jaar, daarna t.e.m. 1974 in een hoeveelheid van 15 ton/ha elk jaar en vervolgens t.e.m. 1980 in een hoeveelheid van 60 ton/ha jaarlijks.
- c. Groenbemesting in de vorm van aardappelloof, bietenloof plus kop en stro in de jaren waarin de betreffende gewassen op het proefveld verbouwd werden. In de graanjaren werd zoveel mogelijk op dit object een groenbemestingsgewas (rode klaver of Engels raaigras) verbouwd en ondergeploegd.
- d. Turfmolm; hoeveelheden t.e.m. 1974 gelijk aan die voor stalmest, daarna 24 ton/ha per jaar.
- e. Huisvuilcompost zsv (= zonder scheiding vooraf = normale VAM-compost, klasse landbouwkwaliteit, bereid volgens het Van Maanen-systeem); hoeveelheden gelijk aan die voor stalmest in de periode t.e.m. 1974, daarna 20 ton/ha per jaar.
- f. Huisvuilcompost nsv (= na scheiding vooraf = rasp-compost t.e.m. 1974, daarna DANO-compost); hoeveelheden gelijk aan die voor huisvuilcompost zsv.

- g. Zuiveringsslib stv 1 (= steekvast met een laag gehalte aan zware metalen), afkomstig t.e.m. 1974 van Culemborg, daarna van Helmond; hoeveelheden t.e.m. 1974 gelijk aan die voor stalmest, daarna 25 ton/ha per jaar.
- h. Zuiveringsslib kv h (= korrelvormig met een hoog gehalte aan zware metalen), gegeven vanaf 1973 in een hoeveelheid van 4 ton/ha per jaar, daarna in een hoeveelheid van 12 ton/ha per jaar. Op dit object werd in de periode 1952-1964 het synthetisch humusprodukt Calhahumus X2 toegepast in een hoeveelheid van 5 ton/ha per twee jaar. In de periode 1965-1972 ontving dit object geen organische bemesting.

Tabel 1 geeft de gemiddelde chemische samenstelling van de in de periode 1968-1980 toegepaste organische produkten. Kortleven (1970) geeft waarden voor de periode 1952-1967 voor wat betreft het organische-stofgehalte en de macro-elementen. Aan de micro-elementen werd toen in dit onderzoek nog geen aandacht geschonken. Deze zijn pas bepaald sinds 1973. De beide compost- en slibsoorten zijn achtmaal op micro-elementen onderzocht, stalmest en turfmolm viermaal. Van de toegepaste groenbemesting zijn geen analyses verricht

Uit tabel 1 blijkt dat turfmolm een lage pH had. Betrokken op de drogestof had turfmolm het hoogste organische-stofgehalte, gevolgd door stalmest en thermisch gedroogd (korrelvormig) slib. Steekvast slib heeft een lager organische-stofgehalte, voor zover het van zandbedden afkomstig is waar het een rijpingsproces heeft doorgemaakt, waarbij via microbiologische afbraak organische stof verloren gaat. Bovendien vindt bij het ruimen van de bedden vermenging met zand plaats. Bij kunstmatige ontwatering heeft toevoeging van kalk een verlaging van het organische-stofgehalte, evenals van andere gehalten, tot gevolg. Ter verbetering van de ontwaterbaarheid werd aan het slib van Helmond, dat in de periode 1975-1980 is gebruikt, op drogestofbasis 15-30% kalk en ca. 10% ijzerchloride toegevoegd. Volgens het Van Maanen-systeem bereide huisvuilcompost (zsv) heeft door de langere duur van het composteringsproces een lager organische-stofgehalte dan rasp- of DANO-compost (nsv).

Betrokken op de drogestof hebben turfmolm en de beide compostsoorten het laagste stikstofgehalte. Betrokken op de organische stof heeft turfmolm verreweg het laagste stikstofgehalte en korrelvormig slib het hoogste, gevolgd door steekvast slib, compost zsv en compost nsv. Turfmolm en de beide composten hebben ook een laag fosfaatgehalte. Dit gehalte

TABEL 1. Chemische samenstelling van de toegepaste organische produkten.
Gehalten in % van de drogestof, behalve drogestof en N in organische stof.

TABLE 1. Chemical composition (% of dry matter) of the organic materials.

Object		Stalmest	Turfmolm	Huisvuilcompost		Zuiveringsslib	
Treatment		FYM	Peat moss	zsv* Domestic refuse	nsv* compost	stv 1* Sewage sludge	kv h*
pH-H ₂ O		8,3	4,2	7,7	7,1	8,7	7,1
Drogestof	%	18,8	51,5	59,4	49,8	32,2	84,0
Org. stof	%	73,9	97,2	32,7	55,3	43,2	53,8
Cellulose	%	19,7	21,9	11,9	22,1	13,9	14,4
N-totaal	%	2,40	1,03	0,93	1,15	1,91	3,61
Id. in % v. org. st.	%	3,25	1,05	2,84	2,08	4,42	5,64
P ₂ O ₅	%	1,77	0,20	0,57	0,51	3,27	3,04
K ₂ O	%	1,84	0,02	0,36	0,62	0,04	0,09
CaO	%	2,27	0,51	2,88	2,29	10,96	4,09
MgO	%	0,85	0,22	0,27	0,32	0,52	0,38
Al	mg/kg	4908	1271	12603	8722	8333	11371
As	"	0,94	0,60	8,75	3,60	9,00	10,20
B	"	33,3	10,0	40,2	40,0	46,0	36,0
Cd	"	1,61	0,63	6,40	3,33	10,90	70,30
Co	"	2,04	0,48	1,37	1,07	10,70	0,45
Cr	"	15,3	6,1	171	113	321	950
Cu	"	38,7	9,8	693	268	558	658
Fe	"	4089	1151	37142	6507	36609	8941
Hg	"	0,62	0,05	2,9	1,37	1,60	12,00
Mn	"	335	69	430	185	446	426
Mo	"	1,35	0,30	12,60	6,20	5,00	10,70
Ni	"	25	21,8	235	219	89	386
Pb	"	25	21	875	591	203	822
Zn	"	166	39	1400	666	1453	4937

- * zsv = zonder scheiding vooraf
without removal of nondegradable material prior to composting
- nsv = na scheiding vooraf
with prior removal
- stv 1 = steekvast met een laag gehalte aan zware metalen
semisolid with a low heavy-metal content
- kv h = korrelvormig met een hoog gehalte aan zware metalen
granulated with a high heavy-metal content

is het hoogst in de beide slibsoorten. Het gehalte aan het vrij mobiele element kalium is het laagst in de slibsoorten (het verdwijnt met het effluent) en in turfmolm, en het hoogst in stalmest, gevolgd door huisvuilcompost nsv. In huisvuilcompost nsv is dit gehalte lager als gevolg van uitspoeling tijdens het langer durende composteringsproces. Het kalkgehalte is het hoogst in het steekvast slib, voornamelijk als gevolg van het hoge kalkgehalte van het kunstmatig ontwaterde slib van Helmond.

Turfmolm heeft een laag kalkgehalte, stalmest een hoog magnesiumgehalte.

De micro-elementen behoren met uitzondering van aluminium, arseen en borium tot de zware metalen. De gehalten daaraan zijn in de beide compost- en slibsoorten hoger dan in stalmest en het laagst in turfmolm. Van de slibsoorten zijn ze het hoogst in het tot korrelvorm gedroogde slib van Zeist als gevolg van de lozing van industrieel afvalwater op de betreffende zuiveringsinstallatie. Met name de gehalten aan cadmium, chroom, nikkel en zink zijn belangrijk hoger dan de in de Richtlijn van de Unie van Waterschappen genoemde toelaatbare gehalten bij toepassing van vloeibaar slib in de landbouw. Verder zijn de gehalten hoger in huisvuilcompost zsv vergeleken met nsv. Tijdens een bepaalde fase van het composteringsproces ontstaan organische zuren, die metalen aantasten voorzover ze niet vooraf zijn verwijderd.

De grond is bij de aanleg van het proefveld in de herfst van 1951 per veldje van 12 bij 20 m onderzocht op een aantal kenmerken, waarbij bleek dat het proefveld vrij homogeen was. Gemiddeld over de 32 veldjes was de uitslag als volgt: afslibbare delen 58%, fijn zand 28%, grof zand 10%, organische stof 3,2%, kalk (als CaCO_3) 0,06%, basenbindend vermogen (T-waarde) 34,2 (meq/100 g droge grond), verzadigingsgraad (V) 76%, pH-KCl 4,70, N-totaal (1957) 0,188%, (P_2O_5)-totaal 0,230%, id. oplosbaar in 2% citroenzuur (P-citr.) 29 (mg/100 g), id. in water (P-getal) 2 (id.), (K_2O)-totaal 0,23%, id. extraheerbaar met 0,1n HCl 0,016% (= 16 mg/100 g), MgO extraheerbaar met 0,5n NaCl (1957) 440 (mg/kg). De resultaten van het grondonderzoek dat later heeft plaats gehad, en waarbij ook micro-elementen zijn bepaald, worden verderop behandeld.

De vruchtopvolging op het proefveld was aardappelen - graan (meestal zomertarwe) - suikerbieten. Voor de stikstofbemesting werden de veldjes onderverdeeld in zes veldjes van 5,60 bij 6,40 m, met daaromheen een randstrook van 40 cm. Op deze veldjes werden opklimmende stikstofgift

gegeven. De gewasopbrengst wordt in de eerste plaats door de stikstofgift bepaald en op deze wijze worden opbrengstkrommen verkregen met behulp waarvan de stikstofwerking van de organische meststoffen kan worden bepaald en ook kan worden nagegaan of het opbrengstniveau (de maximale opbrengst) door organische bemesting wordt verhoogd dan wel verlaagd. Het laatste kan het geval zijn bij toepassing van afvalstoffen die rijk zijn aan zware metalen.

De bemesting met de overige plantevoedende elementen werd uitgevoerd op basis van de resultaten van het grondonderzoek. Dat wil zeggen dat de bemesting met kunstmest optimaal was. Met de plantevoedende stoffen in de organische meststoffen is geen rekening gehouden.

In 1970 is een bekalking per veldje uitgevoerd om de ontstane pH-verschillen weg te werken en de pH overal op 5,5 te brengen. Dat is toen niet goed gelukt. In 1973 is opnieuw bekalkt, nu tot een pH-KCl van 6.

3. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

3.1. *Proefgewas aardappelen*

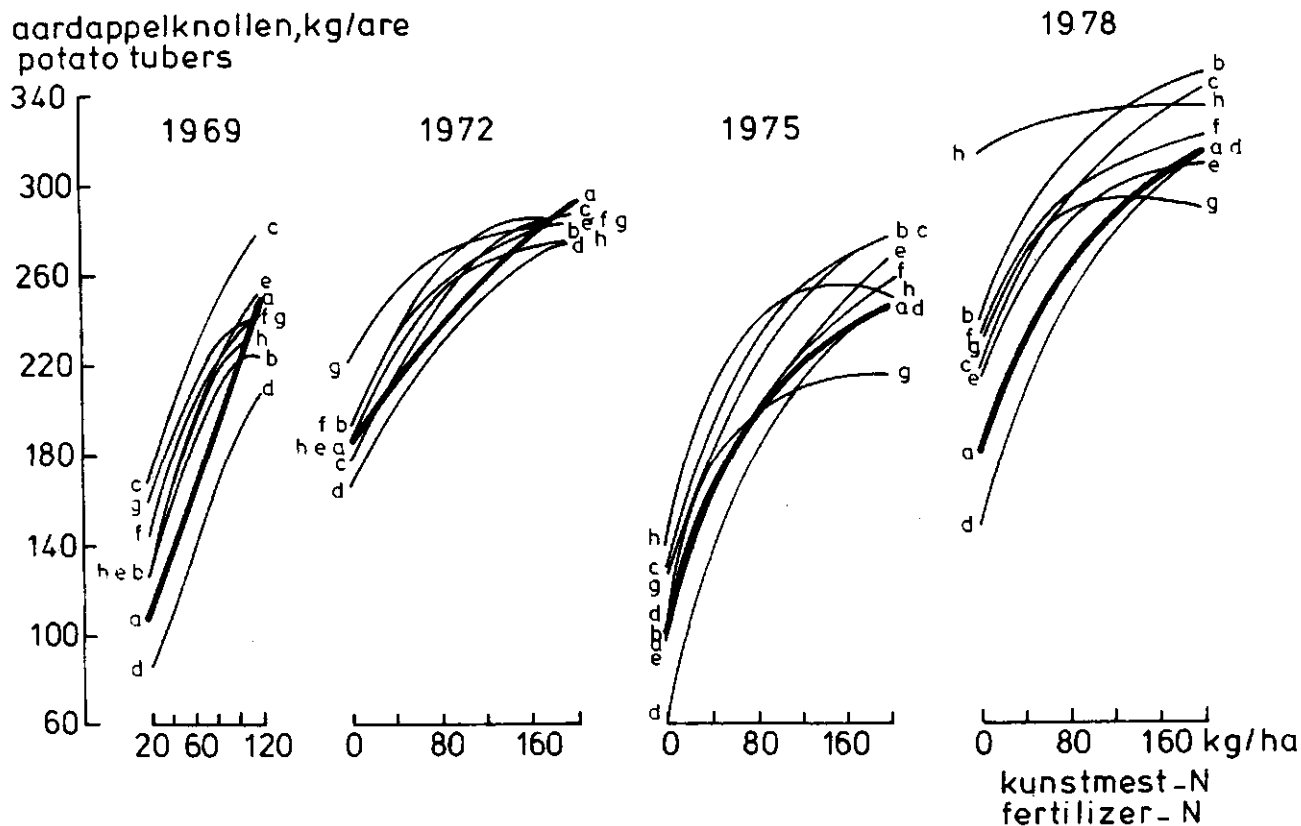
Aardappelen zijn in de periode 1968-1980 verbouwd in de jaren 1969, 1972, 1975 en 1978. De stikstoftrappen varieerden van 20 tot 120 kg N/ha in 1969 en van 0 tot 200 kg/ha in de latere jaren. In de periode waarin Kortleven de leiding had van dit proefveld (t/m 1970) werd in de eerste plaats de stikstofwerking van de organische produkten onderzocht. Dat kan het beste gebeuren bij steil verlopende opbrengstlijnen, dus met betrekkelijk kleine stikstoftrappen. Het is dan echter minder goed mogelijk het maximaal bereikbare opbrengstniveau vast te stellen.

De aardappelknolopbrengsten zijn voor de verschillende jaren weergegeven in figuur 1. Het opbrengstniveau was op deze grond voor aardappelen in het algemeen vrij laag. Er was dus op zichzelf wel ruimte voor verhoging van dit niveau door organische bemesting.

Stalmest heeft het opbrengstniveau in 1969 en 1972 niet verhoogd, maar wel in 1975 en 1978, toen viervoudige hoeveelheden werden gegeven. Het stikstofeffect van de stalmest kwam in de jaren 1969, 1972 en 1975 overeen met het effect van ca. 20 kg kunstmest-N en in 1978 met ca. 50 kg kunstmest-N. Dit wijst op een betrekkelijk laag rendement van de stalmeststikstof. In de eerste beide jaren is met 15 ton stalmest ca. 60 kg N gegeven, in de laatste beide jaren viermaal zoveel. Daar komt dan nog de nawerking van de in de voorafgaande jaren gegeven stalmest overheen.

Groenbemesting deed het in 1969 beter dan stalmest, in de overige jaren iets minder of even goed. Het effect van turfmolm was over de hele lijn negatief in 1969 en 1972, in 1975 en 1978 alleen bij de laagste kunstmest-N-giften. Dit wijst erop, dat het negatieve effect van turfmolm in de eerste plaats een negatief stikstofeffect is.

Huisvuilcompost zsv (de traditionele VAM-compost) had t.o.v. enkel kunstmest in het algemeen een vrij duidelijk positief effect. Vergeleken met stalmest was het effect in 1975 en 1978 duidelijk slechter. Het effect van huisvuilcompost nsv (DANO-compost) was in 1978 duidelijk beter dan van huisvuilcompost zsv. In de voorafgaande jaren was er geen duidelijk verschil.



Figuur 1. Invloed van verschillende vormen van organische bemesting op de knolopbrengsten van aardappelen in verschillende jaren. a = alleen kunstmest, b = stal mest, c = groenbemesting, d = turfmolm, e = huisvuilcompost zsv, f = idem nsu, g = zuiveringsslib stv 1, h = idem kv h. Voor verklaring afkortingen zie tabel 1.

Figure 1. Effect of different types of organic manuring on tuber yield of potatoes in different years. a = mineral fertilizers only, b = farmyard manure, c = green manuring, d = peat moss, e = town refuse compost zsv, f = idem nsu, g = sewage sludge stv 1, h = idem kv h. For explanation of abbreviations see table 1.

Steekvast slib vertoonde in alle jaren een duidelijk positief stikstof-effect, maar in de beide laatste jaren was het effect bij de hoogste kunstmest-N-giften duidelijk negatief. De oorzaak daarvan is niet duidelijk. Het trad niet op bij korrelvormig slib. Het effect daarvan was

duidelijk positief, met name in 1978. In 1969 en 1972 werd dit slib nog niet gegeven en was het effect, voorzover aanwezig, een nawerkingseffect van het synthetische humusprodukt, dat t.e.m. 1965 op dit object werd toegepast.

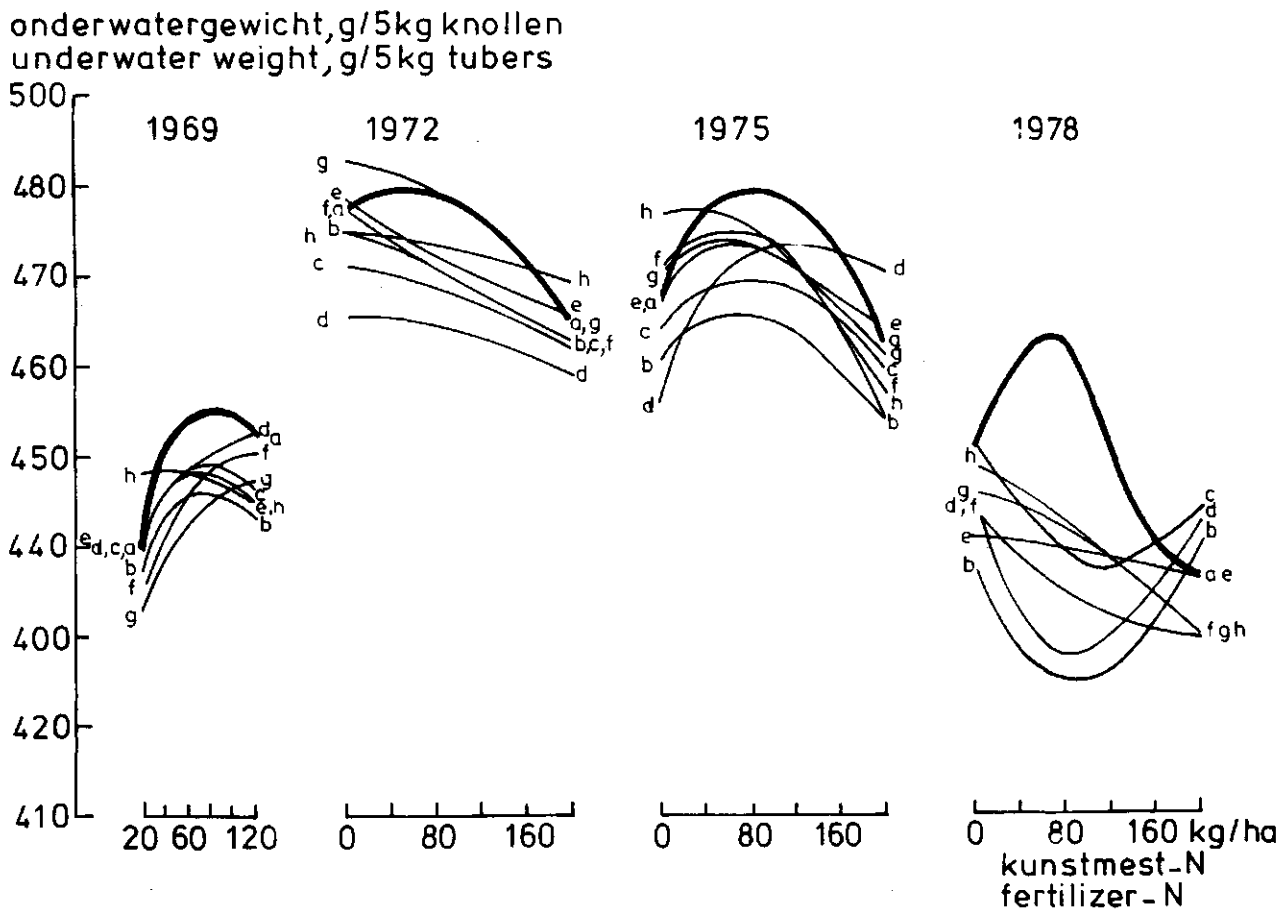
Het effect van de verschillende vormen van organische bemesting op het onderwatergewicht van de knollen, als maat voor het zetmeel- en drogestofgehalte, is weergegeven in figuur 2. Kunstmest-N heeft tot een gift van ca. 80 kg/ha een positief effect. Bij hogere giften wordt het effect minder positief en soms zelfs duidelijk negatief (1978).

Het effect van organische bemesting op het onderwatergewicht is in het algemeen negatief. Waarschijnlijk is dit in de eerste plaats een stikstofeffect, maar ook kali kan daarbij een rol spelen.

Alleen in 1969 zijn stikstof- en kaligehalten van de knollen bepaald. Het resultaat is weergegeven in figuur 3.

Het stikstofgehalte van de knollen wordt door kunstmest-N tot een gift van ca. 60 kg/ha verlaagd. Daarna begint met hogere giften een stijging. Het kaligehalte daalt met toenemende kunstmest-N-gift vrijwel over de hele lijn.

Stalmest en turfmolm hebben een negatief effect op het stikstofgehalte en een positief effect op het kaligehalte. Vooral bij turfmolm zijn deze effecten vrij duidelijk. De overige vormen van organische bemesting verhoogden het stikstofgehalte en verlaagden het kaligehalte. Bij het met h aangeduide object is dit weer een nawerkingseffect van het synthetische humusprodukt.

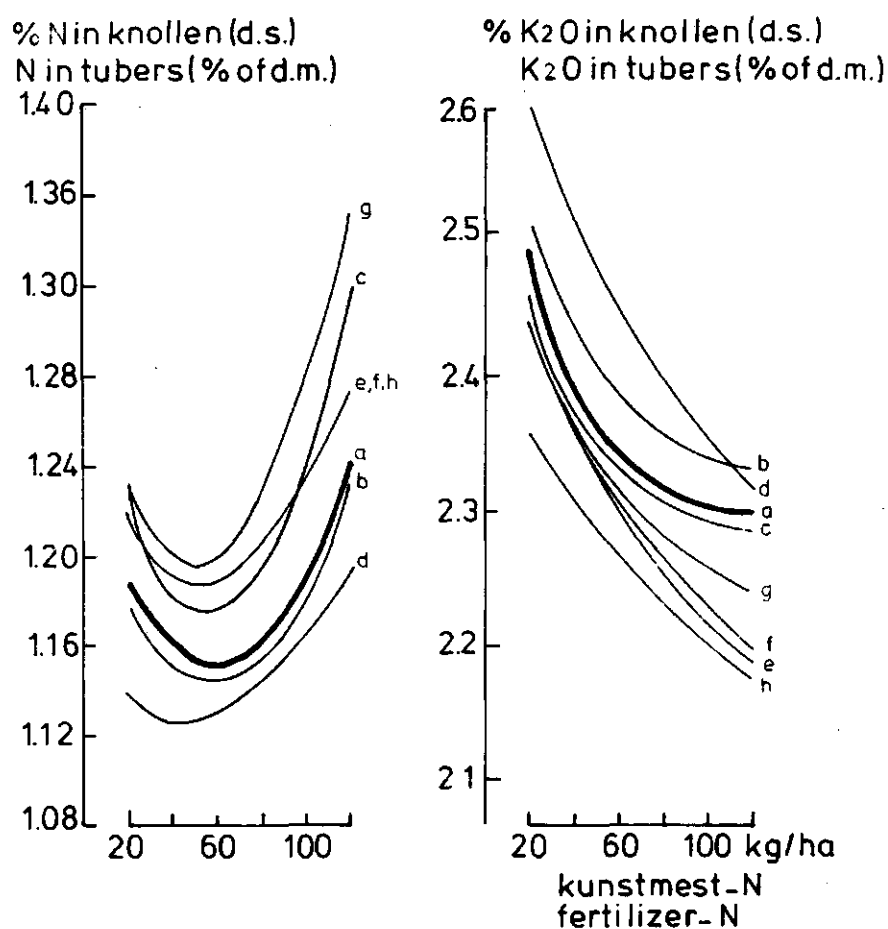


Figuur 2. Invloed van verschillende vormen van organische bemesting op het onderwatergewicht van de aardappelknollen. Legenda zie figuur 1.

Figure 2. Effect of different types of organic manuring on underwater weight of potato tubers. See legend to figure 1.

3.2. Proefgewas suikerbieten

Suikerbieten zijn verbouwd in de jaren 1970, 1973, 1976 en 1979. In 1976 zijn geen opbrengstbepalingen verricht in verband met een holle en onregelmatige stand als gevolg van de droge zomer. De stikstoftrappen varieerden van 30 tot 180 kg/ha in 1970 en van 0 tot 225 kg/ha in de andere jaren. Bij suikerbieten gaat het in de eerste plaats om de suikeropbrengsten.

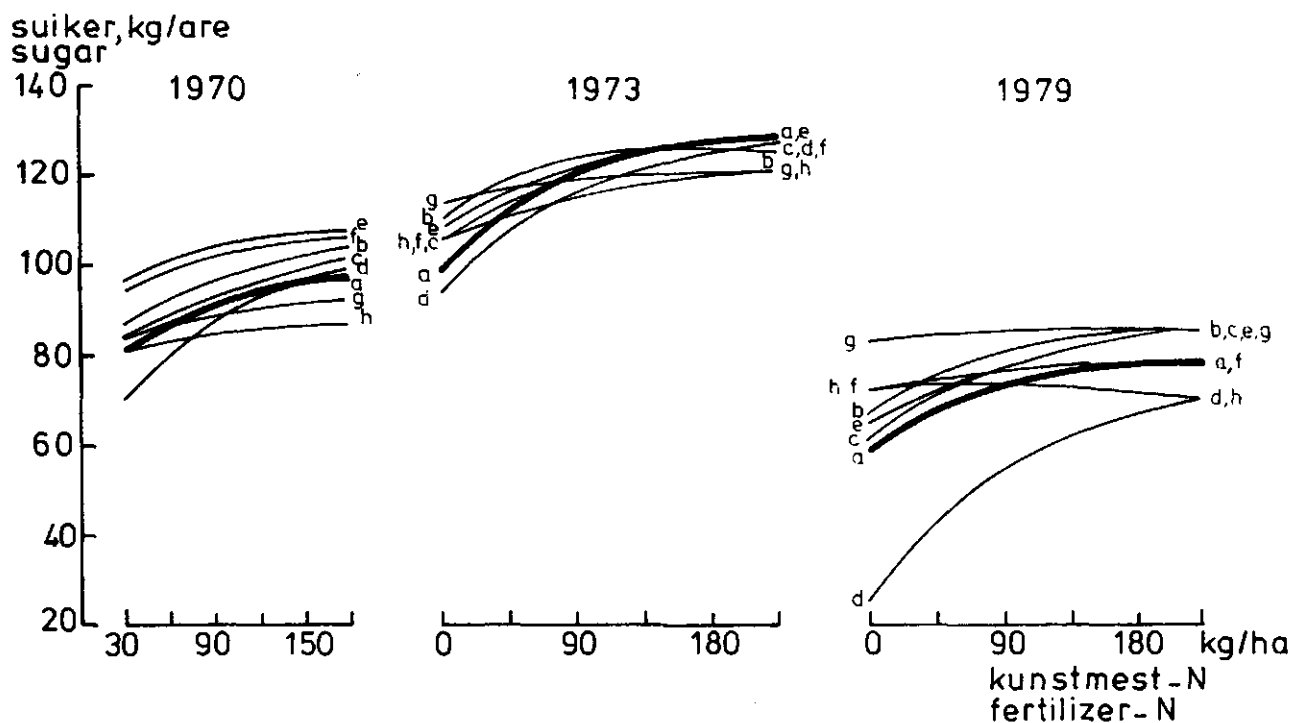


Figuur 3. Invloed van de verschillende vormen van organische bemesting op het stikstofgehalte en het kaligehalte van de knollen in 1969. Legenda zie figuur 1.

Figure 3. Effect of different types of organic manuring on the nitrogen and potassium content of potato tubers in 1969. Legend see figure 1.

Deze zijn grafisch weergegeven in figuur 4. In de eerste plaats vallen de duidelijke jaarverschillen op. In 1973 werd zonder organische bemesting en zonder kunstmest-N een suikeropbrengst verkregen van 100 kg/are. In 1970 was dit 80 en in 1979 60 kg/are.

Het effect van kunstmeststikstof, zowel als van organische bemesting, was in het algemeen niet groot. Stalmest vertoonde een duidelijk



Figuur 4. Invloed van de verschillende vormen van organische bemesting op de suikeropbrengst van suikerbieten in verschillende proefjaren. Legenda zie figuur 1.

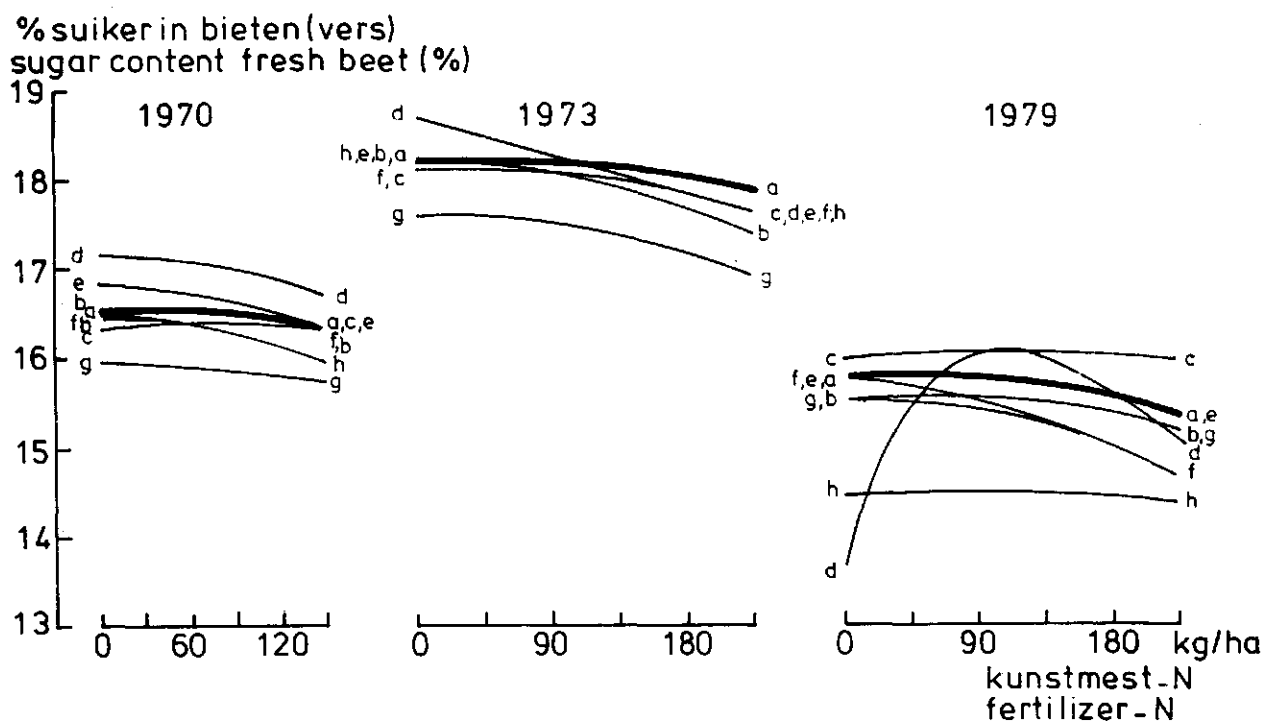
Figure 4. Effect of different types of organic manuring on the sugar yield of sugar beet in different years. Legend see figure 1.

stikstofeffect en verhoogde de maximale opbrengst in 1973 en 1979. Het effect van groenbemesting was iets minder duidelijk positief. Turfmolm vertoonde een negatief stikstofeffect en in 1979 ook een negatief effect op de maximale opbrengst.

Het effect van de beide huisvuilcomposten was in 1970 nog beter dan dat van stalmest, in de beide andere jaren iets minder. Steekvast slib vertoonde een duidelijk positief stikstofeffect, maar een negatief effect op de maximale opbrengst, behalve in 1979. Korrelvormig slib had in alle jaren een negatief effect op de suikeropbrengst. In 1970 was dit overigens weer een nawerkingseffect van het synthetisch humusprodukt. Het is natuurlijk niet helemaal uit te sluiten, dat deze nawerking zich ook nog in de latere jaren voortgezet heeft.

Het effect van kunstmeststikstof en organische bemesting op het suikergehalte van de bieten is weergegeven in figuur 5. Kunstmeststikstof heeft een geringe daling van het suikergehalte veroorzaakt. Het effect van organische bemesting is in het algemeen ook negatief geweest en wel des te sterker naarmate de stikstofwerking groter was. Steekvast slib had in 1973 en 1976 het sterkste effect, en korrelvormig slib, dat in 1973 voor het eerst gegeven werd, in 1979. Turfmolm had in 1970 een positief effect op het suikergehalte. In 1976 was dit alleen bij de laagste kunstmest-N-giften het geval en in 1979 bij de middelste N-giften. Bovendien was in 1970 het effect van huisvuilcompost zsv positief en in 1979 het effect van groenbemesting. In de meeste gevallen ging het maar om kleine verschillen, die geen duidelijke conclusies toelaten.

In 1979 zijn de gehalten aan α -amino stikstof en aan kalium en natrium in het suikerfiltraat bepaald. Deze grootheden verlagen de winbaarheid van de suiker, α -amino N met 0,5% per eenheid (= milli-equivalent per

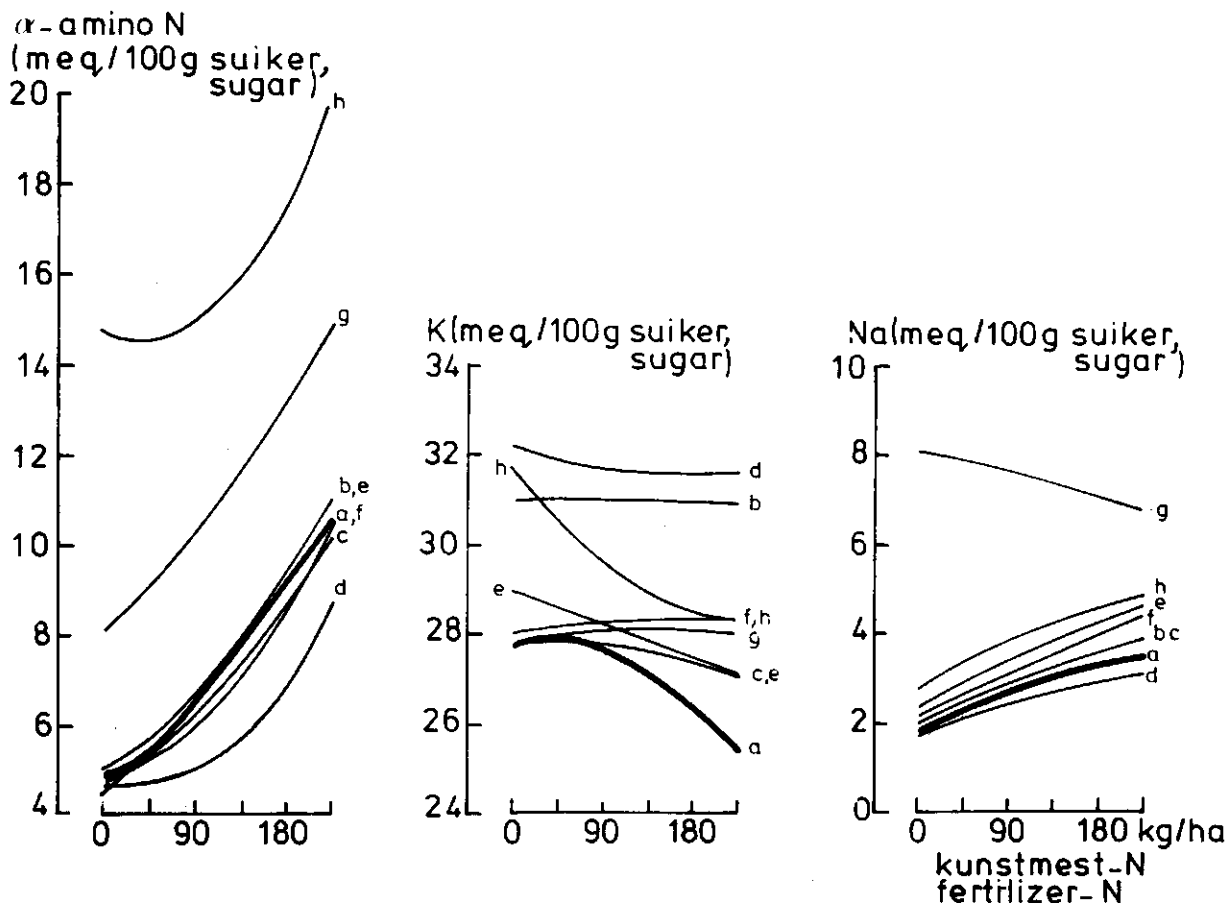


Figuur 5. Invloed van de verschillende vormen van organische bemesting op het suikergehalte van de bieten. Legenda zie figuur 1.

Figure 5. Effect of different types of organic manuring on the sugar content of the beet. Legend see figure 1.

100 g suiker), echter pas vanaf een gehalte van 17 eenheden, en K en Na met 0,3% per eenheid.

Het resultaat van deze bepalingen is weergegeven in figuur 6. Kunstmeststikstof verhoogt duidelijk het gehalte aan α -amino N, en de beide slibsoorten hebben een extra verhoging tot gevolg. Het sterkste effect heeft



Figuur 6. Invloed van de verschillende vormen van organische bemesting op de gehalten aan α -amino stikstof en kalium en natrium in het suikerfiltraat in 1979. Legenda zie figuur 1.

Figure 6. Effect of different types of organic manuring on the contents of α -amino nitrogen and potassium and sodium in the sugar filtrate in 1979. Legend see figure 1.

korrelvormig slib. De kritieke grens van 17 eenheden wordt bij een combinatie van dit slib met de hoogste kunstmest-N-giften overschreden. Het effect van turfmolm is negatief en het effect van de overige vormen van organische bemesting niet duidelijk.

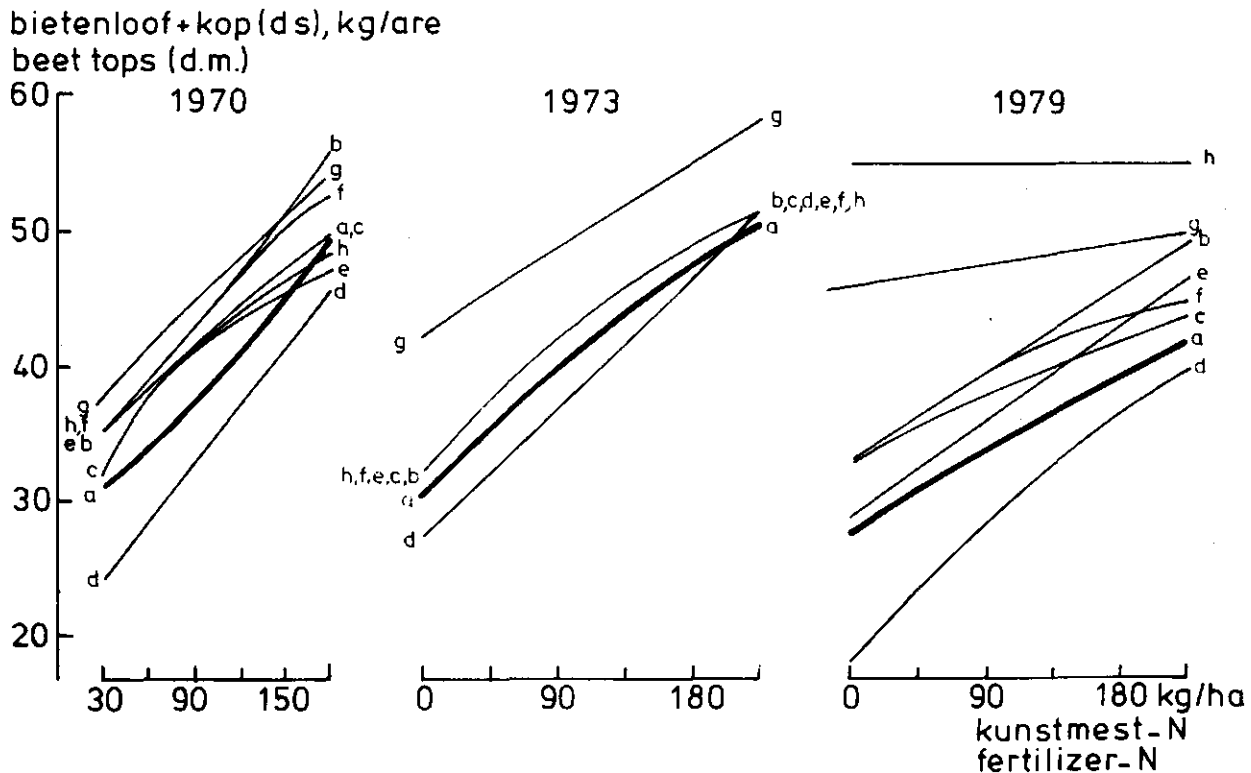
Het kaligehalte van het suikerfiltraat is door kunstmest-N enigszins verlaagd en door organische bemesting in het algemeen verhoogd. Merkwaardigerwijs heeft turfmolm hier, evenals bij het kaligehalte van de aardappelknol weer het sterkste effect, hoewel het produkt zelf nauwelijks kali bevat. Hetzelfde geldt ook voor korrelvormig slib, dat bij de laagste N-giften een duidelijk effect vertoont. Ook stalmest heeft een duidelijk effect, maar dit is gezien het kaligehalte ervan wel verklaarbaar. De overige produkten hebben slechts een gering effect, dat alleen bij de hoogste N-giften naar voren komt.

Het natriumgehalte van het suikerfiltraat wordt door kunstmeststikstof enigszins verhoogd. Het duidelijkste effect heeft hier steekvast slib, zonder dat daarvoor een aanwijsbare oorzaak is. Het natriumgehalte van slib is in het algemeen laag, maar is in dit onderzoek niet bepaald. De overige produkten hebben slechts een gering effect. Turfmolm heeft het natriumgehalte enigszins verlaagd.

Het effect van kunstmeststikstof en organische bemesting op de opbrengsten aan loof plus kop is weergegeven in figuur 7. De effecten zijn hier in het algemeen veel sterker dan bij de suikeropbrengst. Stikstof bevordert in de eerste plaats de loofgroei. Dat gaat niet altijd gepaard met een evenredige verhoging van de bietopbrengst en nog minder van de suikeropbrengst. Vooral als het loof aan het eind van het groeiseizoen door voldoende stikstofaanbod blijft doorgroeien gaat dit vaak ten koste van de suikervorming.

Het duidelijkst zijn de effecten op de loof-plus kopopbrengst in 1979. Van de organische produkten neemt het effect af in de volgorde korrelvormig slib > steekvast slib > stalmest > huisvuilcompost + groenbemesting. Het effect van turfmolm is negatief. De effecten zijn in het algemeen evenredig met het stikstofaanbod van de verschillende produkten.

In 1979 zijn voor de objecten met huisvuilcompost en zuiveringsslib, met kunstmest als referentie, de gehalten aan arseen, cadmium, koper, kwik, nikkel, lood en zink in bieten en loof plus kop bepaald. Het resultaat is weergegeven in tabel 2.



Figuur 7. Invloed van verschillende vormen van organische bemesting op de opbrengst van bietenloof plus kop. Legenda zie figuur 1.
Figure 7. Effect of different types of organic manuring on the yield of sugar beet tops leaves + crown. Legend see figure 1.

Huisvuilcompost zonder scheiding vooraf heeft alleen het zinkgehalte duidelijk verhoogd. In geringe mate is ook het koper- en arseengehalte verhoogd, terwijl het mangaangehalte enigszins is verlaagd.

Huisvuilcompost na scheiding vooraf heeft in vergelijking met zsv in geringere mate het zinkgehalte verhoogd en daarnaast enigszins het arseen-, cadmium- en kopergehalte, het laatste alleen in loof + kop.

Steekvast zuiveringsslib met een laag gehalte aan zware metalen heeft het zinkgehalte niet verhoogd, het mangaangehalte verlaagd en het koper- cadmium- en arseengehalte zwak verhoogd, het As-gehalte alleen in loof + kop.

TABEL 2. Gehalten aan micro-elementen in mg/kg drogestof in suikerbieten en loof + kop in 1979.

TABLE 2. Microelement content (mg/kg dry matter) of sugar beet roots and tops in 1979.

	As	Cd	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
<i>Bieten</i>								
Kunstmest	0,28	0,45	6,1	0,02	28	0,5	0,6	27
Huisvuilcompost zsv*	0,33	0,42	7,7	0,00	23	0,4	0,5	51
" " " nsv*	0,50	0,50	6,0	0,00	28	0,3	1,6	42
Zuiveringsslib stv 1*	0,16	0,56	8,5	0,00	14	0,2	0,1	25
" " " kv h*	0,46	0,82	6,2	0,00	21	0,7	0,2	89
<i>Loof + kop</i>								
Kunstmest	0,54	1,06	13,8	0,11	97	3,1	8,2	85
Huisvuilcompost zsv*	0,6	1,12	15,9	0,12	90	2,6	8,5	202
" " " nsv*	1,05	1,25	16,2	0,13	98	2,6	7,3	160
Zuiveringsslib stv 1*	0,89	1,23	17,1	0,12	67	2,3	6,7	82
" " " kv h*	0,67	2,79	15,3	0,14	93	4,3	7,4	337

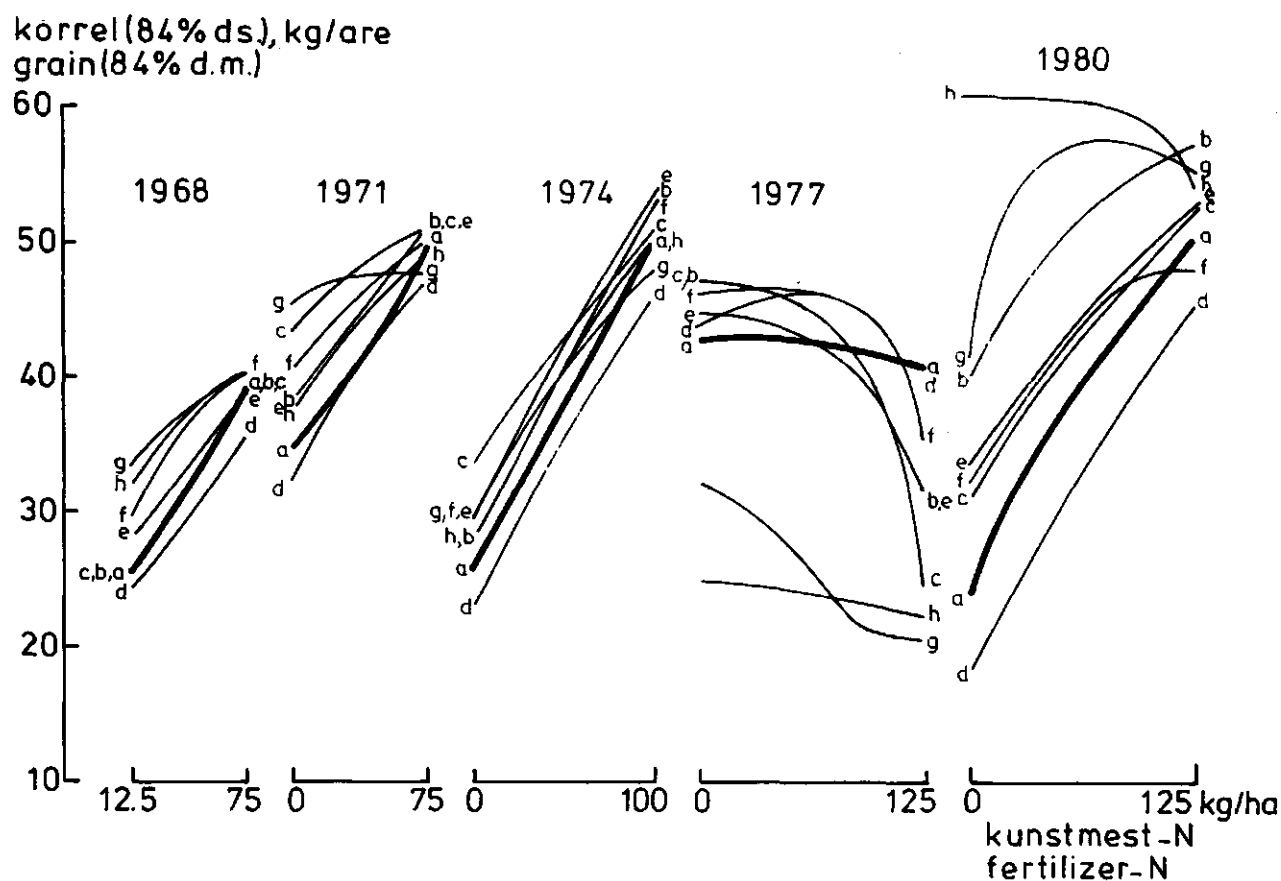
* Legenda zie figuur 1

Korrelvormig zuiveringsslib met een hoog gehalte aan zware metalen heeft het zinkgehalte zeer sterk verhoogd en daarnaast nog vrij duidelijk het arseen-, cadmium- en kopergehalte, het laatste weer alleen in het loof. De handel in veevoer kent voor ruwvoer een maximum toelaatbaar cadmiumgehalte van 1 mg/kg drogestof. Dit gehalte werd hier dus in bietenloof + kop in alle gevallen overschreden, en wel zeer duidelijk bij toepassing van slib met een hoog cadmiumgehalte.

3.3. Proefgewas zomertarwe

Zomertarwe is verbouwd in de jaren 1968, 1971, 1974, 1977 en 1980. De N-trappen varieerden van 12,5 tot 75 kg/ha in 1968, 0 tot 75 kg/ha in 1971, 0 tot 100 kg/ha in 1974 en 0 tot 125 kg/ha in 1977 en 1980.

De korrelopbrengsten, omgerekend op 84% drogestof, zijn weergegeven in figuur 8. Het blijkt, dat kunstmeststikstof in 1977 praktisch geen effect op de opbrengst heeft gehad. In alle andere jaren was het effect zeer sterk en was het verband tussen opbrengst en N-gift nagenoeg rechtlijnig.



Figuur 8. Invloed van de verschillende vormen van organische bemesting op de korrelopbrengst van het proefgewas zomertarwe. Legenda zie figuur 1.

Figure 8. Effect of different types of organic manuring on the grain yield of spring wheat. Legend see figure 1.

Stalmest had in 1980 een zeer duidelijk positief effect. Bij de hoogste kunstmest-N-gift was de meeropbrengst door stalmest nog meer dan 10%. In 1977 was de opbrengst met stalmest alleen bij de lagere kunstmest-N-giften duidelijk hoger dan met kunstmest alleen. Bij de hogere N-giften was het effect toen negatief, waarschijnlijk als gevolg van stikstofovermaat. In de voorgaande jaren was het effect van stalmest positief, doch veel minder duidelijk.

Het effect van groenbemesting was in 1980 duidelijk positief, doch veel minder sterk dan dat van stalmest. In de andere jaren was het effect van groenbemesting nagenoeg gelijk aan dat van stalmest.

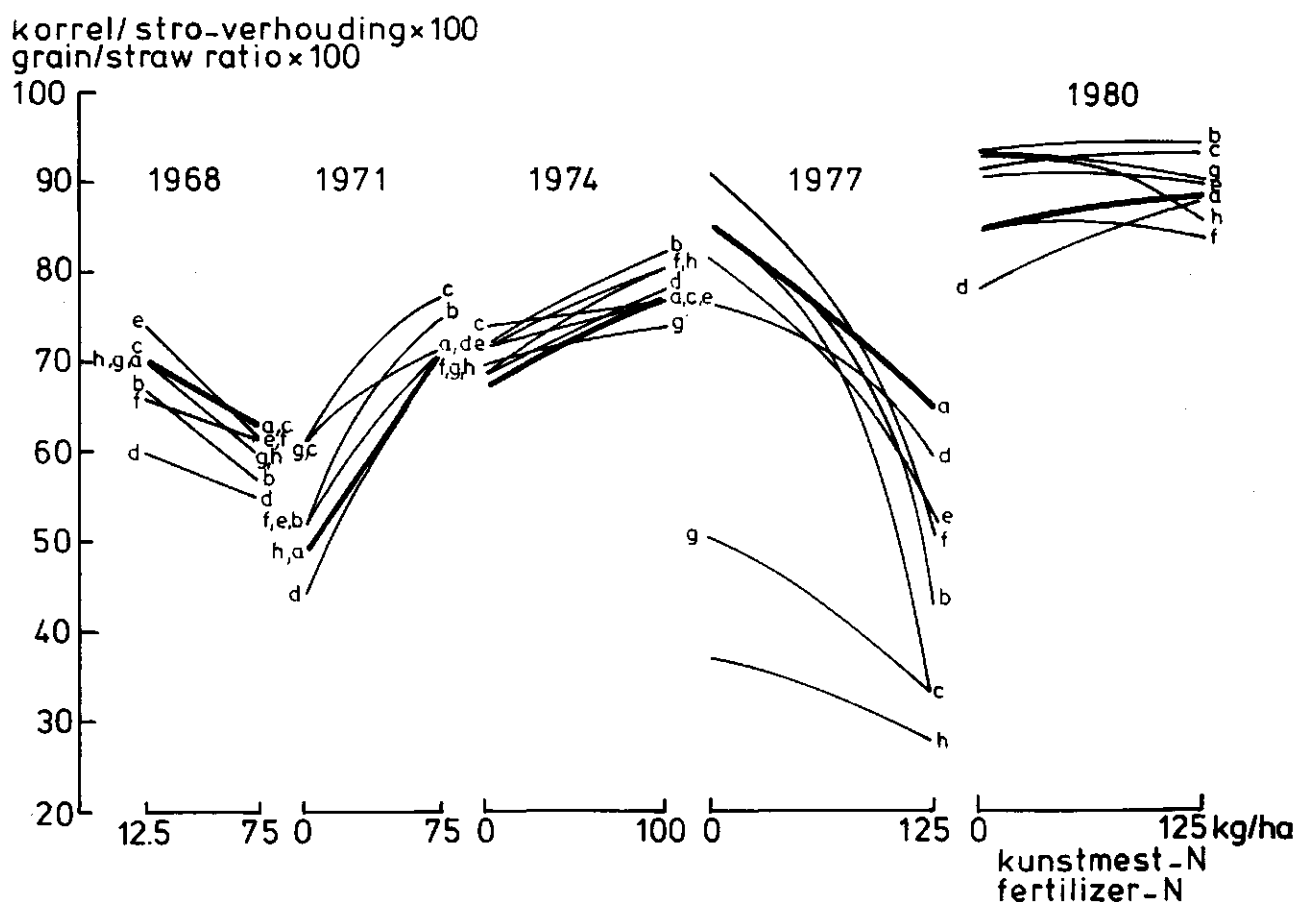
Het effect van turfmolm was alleen in 1977 positief. In alle andere jaren was het effect vrij duidelijk negatief.

Het effect van huisvuilcompost zonder scheiding vooraf was in het algemeen vrij duidelijk positief, doch meestal minder sterk dan dat van stalmest. Met name in 1980 was dat het geval. Het effect van huisvuilcompost na scheiding vooraf was in 1968, 1971 en 1977 iets beter dan dat van huisvuilcompost zsv, in de andere jaren nagenoeg daaraan gelijk.

Het effect van de beide slibsoorten was in de eerste plaats een stikstofeffect. Het manifesteerde zich heel duidelijk in 1980, maar ook in 1977, al was het toen negatief door stikstofovermaat.

Stikstof versterkt in de eerste plaats de groei van de vegetatieve delen van het gewas en pas in de tweede plaats die van de generatieve organen. Dat betekent vaak een afnemende korrel/stro-verhouding bij toenemende stikstofgift. Dit is echter geen algemene regel, zoals blijkt uit figuur 9, waarin deze verhouding voor de verschillende jaren grafisch is weergegeven. Uit deze figuur blijkt, dat de korrel/stro-verhouding alleen in 1968 en 1977 met toenemende kunstmest-N-gift afnam. In de andere jaren was het omgekeerde het geval.

Het niet duidelijk zijn van het kunstmest-N-effect betekent ook, dat het effect van organische bemesting in algemene zin niet duidelijk is, aangezien dit effect toch meestal in de eerste plaats een stikstofeffect is. In het algemeen kan wel gezegd worden, dat als het effect van kunstmest-N op de korrel/stro-verhouding negatief is, dit ook voor organische bemesting het geval is, en omgekeerd. Zeer duidelijk zijn de effecten in 1977. Ze nemen dan toe in de volgorde turfmolm < huisvuilcompost zsv < huisvuilcompost nsv < stalmest < groenbemesting < zuiveringsslib stv 1 < zuiveringsslib kv h. In deze volgorde neemt het stikstofgehalte van de



Figuur 9. Invloed van de verschillende vormen van organische bemesting op de korrel/stro-verhouding. Legenda zie figuur 1.

Figure 9. Effect of different types of organic manuring on the grain/straw-ratio. Legend see figure 1.

organische produkten toe, met dien verstande, dat dit gehalte voor groenbemesting niet bepaald is.

In 1980 zijn de gehalten aan arseen, cadmium, koper, kwik, mangaan, nikkel, lood en zink in korrel en stro bepaald voor de objecten met huisvuilcompost en zuiveringsslib en met enkel kunstmest als referentie. Het resultaat is weergegeven in tabel 3.

Huisvuilcompost zsv heeft het zinkgehalte vrij duidelijk verhoogd en minder duidelijk het kopergehalte. Het mangaangehalte werd in de korrel

TABEL 3. Gehalten aan micro-elementen in mg/kg drogestof in tarwekorrel en stro in 1980.

TABLE 3. Microelement content (mg/kg dry matter) of wheat grain and straw in 1980.

	As	Cd	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
<i>korrel</i>								
Kunstmest	0,10	0,06	6,3	0,01	33	0,1	0,9	43
Huisvuilcompost zsv*	0,03	0,07	6,8	0,01	46	0,2	0,9	57
" " " nsv*	0,02	0,00	6,7	0,01	35	0,3	0,9	55
Zuiveringsslib stv 1*	0,06	0,02	7,3	0,01	27	0,1	1,5	46
" " " kv h*	0,10	0,29	7,2	0,01	39	0,5	0,3	82
<i>stro</i>								
Kunstmest	0,13	0,16	2,6	0,02	27	0,1	4,4	13
Huisvuilcompost zsv*	0,03	0,19	3,0	0,03	17	0,1	4,4	24
" " " nsv*	0,04	0,13	2,7	0,02	21	0,1	4,3	20
Zuiveringsslib stv 1*	0,01	0,26	3,4	0,03	10	0,1	3,9	14
" " " kv h*	0,03	0,87	3,7	0,03	14	0,1	3,7	56

* Legenda zie figuur 1

verhoogd, maar in het stro verlaagd. Door huisvuilcompost nsv werd alleen het zinkgehalte vrij duidelijk verhoogd. Steekvast slib met een laag gehalte aan zware metalen verhoogde alleen het kopergehalte vrij duidelijk. Het mangaangehalte van het stro werd verlaagd. Korrelvormig slib met een hoog gehalte aan zware metalen verhoogde sterk het zink- en cadmiumgehalte en vrij duidelijk het kopergehalte. In het stro werd het mangaangehalte verlaagd.

3.4. Visuele waarnemingen tijdens de nawerkingsperiode 1981-1984

In deze periode is geen enkele vorm van organische bemesting toegepast. In de eerste drie jaar zijn geen bijzonderheden waargenomen. In 1984 berichtte de proefveldhouder, dat er slechte plekken voorkwamen in de maïs

op het voormalige proefveld. Het proefveld is toen opnieuw uitgezet en er zijn standcijfers gegeven met het volgende resultaat: kunstmest 4, stalmest 8, groenbemesting $6\frac{1}{2}$, turfmolm $3\frac{1}{2}$, huisvuilcompost zonder scheiding vooraf 7, idem na scheiding vooraf 7, steekvast slib met een laag gehalte aan zware metalen 8 en idem korrelvormig met een hoog gehalte aan zware metalen 9.

De stand van het gewas was nogal onregelmatig, maar toch kan uit deze cijfers geconcludeerd worden, dat het op deze grond bij gebruik als bouwland niet verantwoord is organische bemesting achterwege te laten, al zal men niet elk jaar een duidelijk effect zien wat betreft het te bereiken opbrengstniveau. Men krijgt sterk de indruk, dat de nawerking in de eerste plaats een effect is van de met de organische meststof gegeven stikstof en niet zozeer van de organische stof als zodanig. In elk geval heeft het produkt turfmolm, dat het organische-stofgehalte van de grond het sterkst verhoogd heeft, het produktieniveau van de grond niet verhoogd, maar eerder verlaagd. De met de afvalstoffen gegeven zware metalen hebben het produktievermogen van deze grond niet beïnvloed.

3.5. Onderzoek naar het effect van verschillende vormen van organische bemesting op het voorkomen van regenwormen in de grond in 1961

Hoewel dit onderzoek reeds lang geleden heeft plaatsgevonden, is het resultaat toch wel het vermelden waard, omdat het de bovengenoemde verschillen in stand van het gewas in 1984 mede kan verklaren. In 1961 werden voor de onderzochte objecten de volgende hoeveelheden regenwormen in de grond aangetroffen: kunstmest 0,8, stalmest 2,3, groenbemesting 2,8, turfmolm 0,5, huisvuilcompost na scheiding vooraf 2,4 en het toenmalige object synthetische humus 0,7 miljoen stuks per ha. De objecten kunstmest en turfmolm vielen toen dus al op door een geringe wormenbezetting. Regenwormen zijn vooral van belang voor de ontsluiting van de ondergrond voor wortelgroei en de afvoer van overtollig water (verticale drainage).

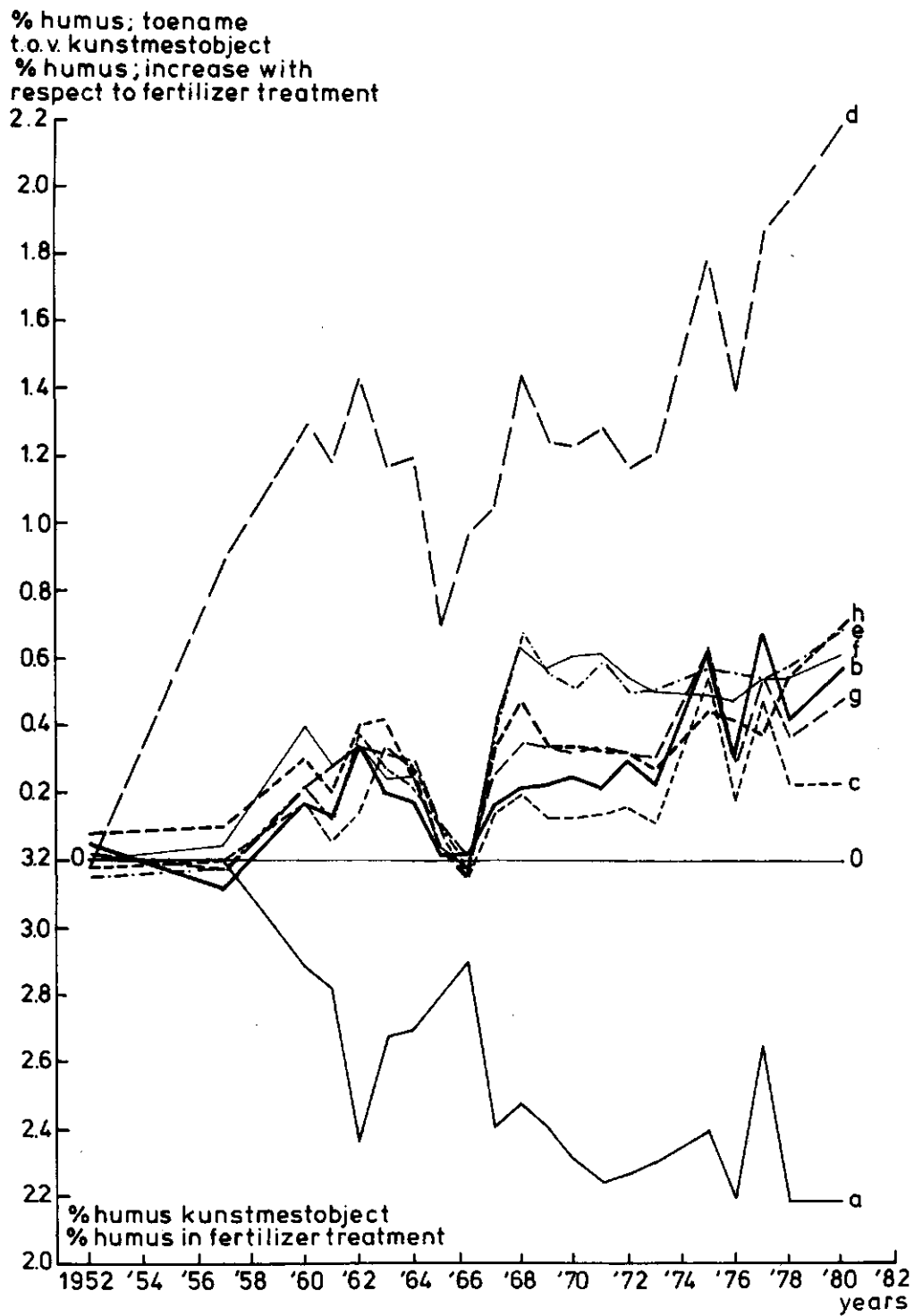
4. RESULTATEN VAN HET GRONDONDERZOEK

4.1. *Het organische-stofgehalte*

Het effect van de verschillende vormen van organische bemesting op het organische-stof- of humusgehalte van de grond is voor de hele proefperiode weergegeven in figuur 10. In het onderste deel is het verloop van het humusgehalte zonder organische bemesting weergegeven, in het bovenste de toename door de diverse vormen van organische bemesting, waarbij te bedenken is, dat het object aangeduid met h in de periode 1951-1965 met het synthetisch humusprodukt Calhahumus X2 behandeld is en in de periode 1966-1972 geen organische bemesting heeft ontvangen. Uit de figuur blijkt, dat het humusgehalte met name door turfmoel is verhoogd. De verhoging door de andere vormen van organische bemesting is veel minder duidelijk.

De met de verschillende produkten aangevoerde hoeveelheden organische stof zijn voor de hele periode en de deelperioden 1951-1967 en 1968-1980 weergegeven in tabel 4. Voor groenbemesting is een gemiddelde jaarlijkse aanvoer van 4000 kg organische stof per ha weergegeven. In tabel 4 staan verder nog de hoeveelheden humus, die uit de toegevoerde organische stof gevormd zijn, berekend op basis van de toename van het humusgehalte en een bouwvoorgewicht van 3.000.000 kg/ha, en de waarden, die men krijgt als men de nieuwgevormde of "jonge" humus uitdrukt in percentages van de toegevoerde organische stof.

Uit de tabel blijkt, dat van de organische stof in stalmest als de meest bekende organische meststof aan het einde van de proefperiode nog 18% als nieuwgevormde humus aanwezig is. Uit ander onderzoek is bekend, dat de humificatiecoëfficiënt voor stalmest ca. 50% bedraagt, dat wil zeggen dat van de organische stof in stalmest bij toevoeging aan de grond na een jaar nog ca. 50% in gehumificeerde toestand aanwezig is. Gaat men ook voor deze proef van deze humificatiecoëfficiënt uit dan kan men berekenen (De Haan, 1977) dat de nieuwgevormde humus uit stalmest in de periode 1951-1980 met een gemiddelde snelheid van 7% per jaar is afgebroken.



Figuur 10. Verloop van het humusgehalte van de grond zonder organische bemesting (beneden) en toename van het humusgehalte door de verschillende vormen van organische bemesting (boven). Legenda zie figuur 1.

Figuur 10. Course of the organic matter content of the soil without organic manuring (lower part) and increase of organic matter content due to different types of organic manuring (upper part). Legend see figure 1.

TABEL 4. Toegevoerde organische stof (kg/ha) en de daaruit gevormde humus (in kg/ha en in % van de toegevoerde organische stof) voor verschillende vormen van organische bemesting in de periode 1951-1980 en de deelperioden 1951-1967 en 1968-1980.
 TABLE 4. Organic matter (kg/ha) applied and humus formed (kg/ha and as a percentage of organic matter applied) for different types of organic manuring in the period 1951-1980 and the sub-periods 1951-1967 and 1968-1980.

		Stalmest	Groenbemesting	Turfmolm	Huisvuilcompost		Zuiveringsslib	
					zsv ^a	nsv ^a	stv l ^a	kv h ^a
Toevoer o.s.	1951/80	98100	116000	164025	66390	103380	67920	67540
	1951/67	35640	64000	69525	25650	45630	34560	24500**
	1968/80	62550	52000	94500	40740	57750	33360	43040
Gevormde humus	1951/80	17400	6900	66000	21000	18600	14700	21300
	1951/67	5100	4200	32100	12000	11700	7800	10200
	1968/80	12300	2700	33900	9000	5900	6900	11100
Idem in % van toegevoerde o.s.	1951/80	18	6	40	32	18	22	(32)
	1951/67	14	6	46	47	26	23	42
	1968/80	20	5	36	22	10	21	26

^a voor afkortingen zie tabel 1

** heeft betrekking op Calhahumus X2

Stelt men voor de hele proefperiode het humusvormend vermogen van de organische stof voor stalmest op 1, dan is die voor groenbemesting 0,3, turfmolm 2,1, huisvuilcompost zsv 1,6, idem nsv 1, zuiveringsslib stv 1,2 en idem. korrelvormig 1,6. Hieruit volgt, dat het humusvormend vermogen van een organische meststof niet gelijk is aan zijn betekenis voor de bodemvruchtbaarheid. Turfmolm heeft, ook door de hoeveelheid, die ervan is gegeven, het humusgehalte het sterkst verhoogd, maar de gewasopbrengsten meer negatief dan positief beïnvloed.

Wat de uit de beide huisvuilcomposten gevormde humus betreft kan nog worden opgemerkt, dat deze in de periode 1951-1967 voor een belangrijk deel uit onverbrande resten van huisbrandkool bestond. Dat is bekend uit ander onderzoek en blijkt hier uit de percentages gehumificeerde organische stof, die voor de periode 1951-1967 meer dan tweemaal zo groot zijn als voor de periode 1968-1980. In deze periode werden voor de verwarming van particuliere huizen praktisch geen kolen meer gebruikt.

De waarde in de kolom voor korrelvormig slib voor de periode 1951-1967 komt geheel voor rekening van het synthetisch humusprodukt Calhahumus X2.

Dit was een produkt op basis van veen en de waarde als humusvormer komt goed overeen met die voor turfmoel. Voor een vergelijking van de verschillende produkten als humusvormers kan men dan ook het beste de waarden uit de periode 1968-1980 gebruiken. Men komt dan tot de conclusie, dat stalmest, huisvuilcompost zsv en zuiveringsslib elkaar in humusvormend vermogen niet veel ontlopen, maar dat dit vermogen voor turfmoel bijna tweemaal zo groot is. Voor huisvuilcompost nsv is het echter slechts de helft en voor groenbemesting een kwart vergeleken met stalmest. Het verschil tussen huisvuilcompost zsv en nsv hangt samen met het verschil in broeiduur. Dat de waarde voor korrelvormig slib iets hoger is dan voor steekvast slib komt waarschijnlijk door het feit, dat de korrels moeilijk vocht opnemen. De mineralisatie van de afbreekbare organische stof wordt daardoor vertraagd.

Uit figuur 10 blijkt, dat het humusgehalte van het kunstmestobject in de periode 1951-1980 van 3,2 naar 2,2% is gedaald. Gemiddeld heeft dit object in deze periode per ha per jaar in de vorm van wortel-, stoppel- en oogstresten 3600 kg organische stof ontvangen (aardappelen 4000, suikerbieten 1500 en zomertarwe 5200 kg/ha) met een gemiddelde humificatiecoëfficiënt van ca. 25%. Stelt men de afbraakcoëfficiënt van de uit dit materiaal gevormde humus ook op 7% per jaar dan kan men uitrekenen, dat de aldus gevormde "jonge" humus in 1980 overeenkomt met een humusgehalte in een bouwvoor van 3 miljoen kg/ha van 0,35%. Zonder wortel-, stoppel- en oogstresten zou het humusgehalte in de periode 1951-1980 dus gedaald zijn van 3,2 naar 1,85%, of gemiddeld met 1,8% per jaar. De snelheid waarmee "oude" humus afbreekt is dus belangrijk lager dan die voor "jonge" humus. Verdeelt men voor de "oude" humus de periode 1951-1980 in de deelperioden 1951-1967 en 1968-1980 dan vindt men voor deze perioden afbraakcoëfficiënten van resp. 2,6 en 1,0%. Dit wijst op een afnemende afbraakcoëfficiënt voor oude humus in de loop van de tijd en dat geldt ook voor "jonge" humus. De vrij hoge afbraaksnelheid van de "oude" humus in de eerste deelperiode maakt het waarschijnlijk, dat de grond in 1951 nog vrij veel betrekkelijk "jonge" humus bevatte, afkomstig uit de periode toen het perceel in gras lag.

4.2. *Het stikstofgehalte*

Het stikstofgehalte van de grond is even frequent bepaald als het organische-stofgehalte, met dien verstande dat de eerste bepaling van het stikstofgehalte plaats vond in 1957. Zet men stikstofgehalten uit tegen de tijd, dan krijgt men nagenoeg hetzelfde beeld als voor het organische-stofgehalte. Het voornaamste verschil is dat het object turfmolm nu niet meer boven de groep uitsteekt, maar er binnen blijft.

In tabel 5 zijn de stikstofgehalten voor 1957, 1968 en 1980 weergegeven, betrokken op de drogestof, zowel als op de organische stof. In de grond komt de stikstof voor nagenoeg 100% in organische vorm voor.

Betrekt men de stikstof op de organische stof, dan komen belangrijke verschillen tussen de vormen van organische bemesting naar voren. Alle vormen van organische bemesting verlagen dit gehalte. De nieuwgevormde humus is dus stikstofarmer dan de reeds in de grond aanwezige oude humus. De enige uitzondering vormt het object korrelvormig slib. Hiervoor is echter de in de periode 1951-1965 op dit object toegepaste Calhahumus X2 verantwoordelijk. Zeer duidelijk is de verlaging van het stikstofgehalte van organische stof door turfmolm. Men kan uitrekenen dat de uit dit produkt gevormde jonge humus een N-gehalte heeft van slechts 1,3%. Dit is waarschijnlijk de voornaamste oorzaak van het negatieve effect van dit produkt op de gewasopbrengst.

Zonder organische bemesting is het stikstofgehalte, betrokken op de organische stof, in elk geval in de loop van de tijd niet afgenomen. Het is dus niet zo, dat het stikstofrijkste deel van de humus het eerst wordt afgebroken en dat er een stikstofarm humusskelet overblijft.

4.3. *De pH-KCl*

In tabel 6 zijn de pH-waarden voor verschillende jaren weergegeven. Zonder bekalking heeft de pH de neiging te dalen. Organische meststoffen kunnen de pH verhogen door hun kalkgehalte. Aan de andere kant werken ze verzurend, voornamelijk door hun stikstofgehalte. De resultante is vaak moeilijk voorspelbaar, omdat noch de kalk-, noch de stikstofwerking van organische meststoffen gelijk is aan die van kunstmeststoffen. In het verleden is vastgesteld, dat de kalk in bijv. huisvuilcompost minder werkzaam is dan in de gebruikelijke kalkmeststoffen (De Haan, 1981).

TABEL 5. Stikstofgehalten van de grond, in % van de drogestof en in % van de organische stof.
 TABLE 5. Nitrogen contents of the soil (% of dry matter and % of organic matter).

	Kunstmest	Stalmest	Groenbemesting	Turfmolm	Huisvuilcompost		Zuiveringsslib	
					zsv*	nsv*	stv 1*	kv h*
	betrokken op drogestof							
1957	0,186	0,176	0,182	0,193	0,183	0,185	0,182	0,212
1968	0,162	0,172	0,170	0,182	0,178	0,178	0,175	0,202
1980	0,129	0,160	0,131	0,163	0,149	0,155	0,143	0,176
	betrokken op organische stof							
1957	5,81	5,64	5,69	4,73	5,75	5,69	5,72	6,42
1968	6,53	6,37	6,34	4,63	5,63	5,70	6,16	6,82
1980	5,19	5,78	5,41	3,71	5,16	5,52	5,34	6,07

^a voor afkortingen zie tabel 1

TABEL 6. pH-KCl in verschillende jaren onder invloed van bekalking en organische bemesting.
 TABLE 6. pH-KCl in different years as affected by liming and organic manuring.

Object	Kunstmest	Stalmest	Groenbemesting	Turfmolm	Huisvuilcompost		Zuiveringsslib	
					zsv	nsv	stv 1 ^a	kv h ^a
1951	4,73	4,72	4,74	4,69	4,70	4,62	4,72	4,63
1964	4,63	4,77	4,80	4,57	5,10	5,16	4,77	4,44
1965	5,46	5,67	5,87	5,57	5,58	5,56	5,51	5,37
1968	5,03	5,11	4,97	5,02	5,28	5,20	5,01	4,72
1972	5,16	5,19	5,11	5,03	5,25	5,23	5,22	5,13
1975	5,98	5,90	5,83	5,53	5,93	6,03	6,05	5,65
1977	5,70	5,93	5,78	5,35	6,03	5,98	6,48	5,50

Uit tabel 6 blijkt dat de pH in 1964 t.o.v. 1951 iets gedaald is, maar dat de organische meststoffen in het algemeen een verhogend effect hebben, met uitzondering van turfmolm en synthetische humus. Er is toen bekalkt tot pH-KCl 5,5, waarbij getracht is de aanwezige pH-verschillen weg te werken. Uit de pH-bepaling van 1965 blijkt, dat dit vrij goed gelukt is. De pH begon echter weer te dalen en in 1970 is opnieuw bekalkt tot pH-KCl 5,5. Dat is toen niet helemaal gelukt en daarom is in 1974 bekalkt tot pH-KCl 6,0. Sindsdien is niet weer bekalkt. In 1977 is de pH voor de laatste maal bepaald. Toen was de pH op de objecten kunstmest, turfmolm

en korrelvormig slib (het voormalige Calhahumus-object) al weer iets gedaald. Stalmest en de beide vormen van huisvuilcompost waren in staat de pH op peil te houden, terwijl steekvast slib een duidelijke verhoging te zien gaf.

Kortleven (1970) is van mening, dat het effect van organische bemesting op de opbrengst samengaat met het effect op de pH, maar dat is toch minder waarschijnlijk. Het negatieve effect van turfmoalm kan er wel door verklaard worden, maar als de pH werkelijk de oorzaak was, dan had ook het produkt Calhahumus, dat door Kortleven buiten beschouwing is gelaten, een negatief effect op de opbrengst moeten hebben. Dat was niet het geval. Aan de andere kant was het wel weer zo, dat het effect van de beide soorten huisvuilcompost op de opbrengst van suikerbieten veel duidelijker positief was in de periode vóór de pH-verhoging en de nivellering van de pH-verschillen.

4.4. De fosfaattoestand

De invloed van de verschillende vormen van organische bemesting op de fosfaattoestand van de grond is voor het jaar 1975 weergegeven in tabel 7. In 1975 is de fosfaattoestand van de grond op vier verschillende manieren bepaald, nl. als P-totaal (geëxtraheerd met een mengsel van geconcentreerd zwavelzuur + salpeterzuur), P-Al (geëxtraheerd met 0,1 n ammoniumlactaat en 0,4 n azijnzuur), P-getal (geëxtraheerd met water in een verhouding van 5 g grond en 50 ml water) en Pw-getal (geëxtraheerd met water in een schudverhouding van 1:60). In tabel 7 is P uitgedrukt als mg P_2O_5 /100 g grond met uitzondering van het Pw-getal, dat wordt uitgedrukt in mg P_2O_5 /liter grond. Het Pw-getal vormt momenteel de adviesbasis voor de fosfaatbemesting van bouwland, het P-Al-cijfer voor grasland.

Met de verschillende vormen van organische bemesting zijn in de periode 1952-1975 de volgende hoeveelheden fosfaat (als P_2O_5) toegevoerd: stalmest 1386, groenbemesting 0, turfmoalm 433, huisvuilcompost zonder scheiding vooraf 1563, idem na scheiding vooraf 1158, steekvast slib 3087 en korrelvormig slib (eerst gegeven m.i.v. 1973; daarvoor Calhahumus X2) 443 kg/ha.

De fosfaattoestand van de grond is door stalmest bij elk van de vier toegepaste bepalingswijzen vrij duidelijk verhoogd. Groenbemesting en

TABEL 7. Invloed van de verschillende vormen van organische bemesting op de fosfaattoestand van de grond in 1975.
 TABLE 7. Effect of different types of organic manuring on the phosphorus status of the soil in 1975.

	Kunstmest	Stalmest	Groenbemesting	Turfmolm	Huisvuilcompost		Zuiveringsslib	
					zsv*	nsv*	stv l*	kv h*
P-totaal, mg P_2O_5 /100 g grond	247	287	249	250	259	245	273	263
P-Al , " "	36	54	38	38	44	38	69	42
P-getal , " "	2,1	3,0	1,9	2,3	2,4	1,7	3,0	2,5
P _w -getal, mg P_2O_5 /l grond	39	54	40	37	41	38	58	45

* voor afkortingen zie tabel 1

turfmolm hebben, zoals te verwachten was, weinig invloed gehad. Huisvuilcompost zsv heeft de fosfaattoestand van de grond als P-totaal en P-Al iets verbeterd, maar als P-getal en P_w-getal nauwelijks. Huisvuilcompost zsv heeft bij geen van de bepalingswijzen een positief effect. Steekvast slib heeft een duidelijk positief effect, als P-totaal iets minder sterk dan stalmest, maar bij de andere bepalingswijzen sterker. Korrelvormig slib heeft, gezien zijn vrij korte toepassingsduur, een vrij duidelijk positief effect.

Het fosfaatgehalte van het gewas is niet bepaald, maar aangenomen kan worden, dat dit het meest in overeenstemming geweest zou zijn met het P_w-getal, als het wel bepaald zou zijn. Uit ander onderzoek is bekend, dat huisvuilcompost bij veeljarige toepassing het fosfaatgehalte van het gewas eerder verlaagt dan verhoogt, terwijl het effect van zuiveringsslib evenals dat van stalmest iets slechter is dan dat van kunstmestfosfaat (De Haan, 1980).

4.5. De kalium- en magnesiumtoestand

Het effect van de verschillende vormen van organische bemesting op de kali- en magnesiumtoestand van de grond, bepaald door extractie met resp. 0,1 n HCl en 0,5 n NaCl, is weergegeven in tabel 8. Alleen stalmest heeft de kalitoestand van de grond iets verbeterd.

Stalmest heeft ook de magnesiumtoestand van de grond iets verbeterd, maar merkwaardigerwijs heeft ook turfmolm dat gedaan, ondanks een zeer

laag magnesiumgehalte van dit produkt. De beide huisvuilcomposten en zuiveringsslib hebben het gehalte verlaagd. De verhoging door korrelvormig slib stamt nog uit de tijd toen synthetische humus werd toegepast. Het effect van dit produkt kwam dus overeen met dat van turfmolm. Men krijgt de indruk, dat een meststof die verzurend werkt het magnesiumgehalte verhoogt, terwijl bij een meststof met een pH-verhogend effect het omgekeerde het geval is.

TABEL 8. Invloed van 24 jaar organische bemesting op de kali- en magnesiumtoestand van de grond.
TABLE 8. Effect of 24 years of organic manuring on the potassium and magnesium status of the soil.

	Kunstmest	Stalmest	Groenbemesting	Turfmolm	Huisvuilcompost		Zuiveringsslib	
					zsv*	nsv*	stv l*	kv h*
K-HCl, mg K ₂ O/100 g grond	12	15	13	13	13	13	13	13
MgO/NaCl, mg MgO/kg grond	429	448	420	451	415	411	384	446

* voor afkortingen zie tabel 1

4.6. Gehalten aan micro-elementen

In 1980 zijn voor de objecten kunstmest, stalmest, huisvuilcompost zonder en na scheiding vooraf, en steekvast en korrelvormig zuiveringsslib de gehalten aan arseen, cadmium, koper, kwik, mangaan, nikkel, lood en zink bepaald. Het resultaat is weergegeven in tabel 9. Voor borium, cobalt, chroom, ijzer en molybdeen zijn de gehalten weergegeven zoals die in 1975 bepaald zijn. De bepaling van deze elementen is in 1980 niet herhaald. Onder borium wordt in warm water oplosbaar borium verstaan, de andere gehalten zijn totaalgehalten (extractie met geconcentreerd zwavelzuur plus salpeterzuur).

Uit de tabel blijkt dat de gehalten door stalmest t.o.v. kunstmest nauwelijks zijn veranderd. Huisvuilcompost zsv heeft de gehalten aan borium en cadmium iets verhoogd en vrij duidelijk de gehalten aan arseen, koper, kwik, molybdeen, lood en zink. De andere gehalten werden niet of nauwelijks beïnvloed. Huisvuilcompost nsx heeft vergeleken met zsv de gehalten aan arseen en borium iets sterker verhoogd en de gehalten aan cadmium, koper, molybdeen en zink minder sterk. De andere gehalten werden niet verhoogd of even sterk als door huisvuilcompost zsv.

Steekvast slib heeft, vergeleken met huisvuilcompost, vooral het

TABEL 9. Invloed van stalmest, huisvuilcompost en zuiveringsslib in vergelijking met kunstmest op de gehalten aan micro-elementen in de grond in 1980 (As, Cd, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb en Zn) of 1975 (B, Co, Cr, Fe, Mo). Gehalten in mg/kg droge grond, Fe in %.

TABLE 9. Comparison of the effect of mineral fertilizer and that of farmyard manure, refuse compost, and sewage sludge on the micro-element content of the soil in 1980 (As, Cd, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, and Zn) or 1975 (B, Co, Cr, Fe, Mo). Contents in mg/kg dry soil, Fe in %.

	Kunstmest	Stalmest	Huisvuilcompost		Zuiveringsslib	
			zsv*	nsv*	stv 1*	kv h*
As	11	15	20	24	20	24
B	0,70	0,53	0,82	1,10	0,60	0,98
Cd	0,41	0,45	0,50	0,43	2,20	1,46
Co	13,2	13,9	14,2	13,8	12,8	13,7
Cr	102	90	99	93	130	102
Cu	32	34	50	40	54	47
Fe	3,25	3,29	3,25	3,25	3,15	3,27
Hg	0,11	0,11	0,19	0,22	0,27	0,29
Mn	1394	1106	1393	1040	1107	969
Mo	0,44	0,34	0,78	0,69	0,98	0,50
Ni	34	35	36	34	38	38
Pb	46	46	78	84	59	62
Zn	134	140	191	175	205	213

* voor afkortingen zie tabel 1

cadmiumgehalte sterker verhoogd en verder ook de gehalten aan chroom, kwik, molybdeen en zink. Het loodgehalte werd minder sterk verhoogd. Vergeleken met steekvast slib heeft korrelvormig slib de gehalten aan cadmium, chroom, koper en molybdeen minder sterk verhoogd. Korrelvormig slib is echter eerst vanaf 1973 gegeven. In totaal is van dit slib op drogestofbasis 67 ton gegeven tegenover 162 ton steekvast slib.

In 1975 zijn de in tabel 9 genoemde micro-elementen ook bepaald voor de objecten turfmoel en groenbemesting. Vergeleken met kunstmest hadden deze behandelingen toen geen invloed.

5. SAMENVATTING EN DISCUSSIE

In de periode 1952-1980 werden diverse vormen van organische bemesting toegepast op een zware rivierkleigrond in de Bommelerwaard, waarop in een vaste rotatie aardappelen, suikerbieten en zomertarwe verbouwd werden. Het ging om de volgende vormen van organische bemesting of grondverbeteringsmiddelen: stalmest, groenbemesting, turfmolm, huisvuilcompost en zuiveringsslib. De twee laatstgenoemde produkten werden in twee verschillende varianten toegepast.

Bij huisvuilcompost ging het om een vergelijking van "normale", gebroede VAM-compost, verkregen door compostering van het vuil gedurende een half jaar of langer en uitsortering van metalen en andere ballaststoffen achteraf, met een bij het begin van deze proef nieuw soort compost, verkregen door verwijdering van de metalen vooraf en verkleining van het vuil met behulp van een rasp. Deze compost werd zoveel mogelijk in verse toestand (ongebroeid) toegediend. Na stopzetting van de produktie van rasp-compost werd vanaf 1973 Dano-compost gebruikt, die ook wordt verkregen na verwijdering van metalen en andere ballaststoffen vooraf, evenals dat het geval is met compost van huisvuilscheidingsinstallaties. De beide compostvarianten worden in dit verslag huisvuilcompost zsv (zonder scheiding vooraf) en nsv (na scheiding vooraf) genoemd.

Van zuiveringsslib waren de varianten steekvast slib met een laag gehalte aan zware metalen (stv 1) en korrelvormig slib met een hoog gehalte aan zware metalen (kv h). Steekvast slib was t.e.m. 1973 op natuurlijke wijze ontwaterd slib van droogbedden, daarna kunstmatig met behulp van filterpersen en toeslag van kalk en ijzerchloride ontwaterd slib. Het korrelvormig slib is voor het eerst in 1973 toegepast. Op dit object werd in de periode 1952-1965 een synthetisch humusprodukt (Calhahumus X2) op zijn landbouwkundige waarde getoetst.

Op drogestofbasis zijn van de verschillende produkten in de periode 1952-1980 de volgende hoeveelheden toegediend: stalmest 133, groenbemesting 116 (geschat), turfmolm 169, huisvuilcompost zsv 203, idem nsv 187, zuiveringsslib stv 1 157 en idem kv h 80 ton/ha. Tot en met 1974 zijn de produkten in "normale" hoeveelheden verstrekt. Voor stalmest was dat

gemiddeld 15 ton/ha per jaar ("vers" produkt). Omdat de resultaten t.e.m. 1974 nogal teleurstellend waren, is toen besloten de stalmestgift te verviervoudigen en andere produkten te verstrekken in hoeveelheden, die op organische-stofbasis met die voor stalmest overeenkwamen.

De gemiddelde chemische samenstelling van de produkten staat voor de periode 1968-1980 in tabel 1. De behandeling van dit onderzoek beperkt zich in dit verslag voornamelijk tot deze periode. De voorafgaande periode werd behandeld door Kortleven (1970).

Behalve in gehalten aan zware metalen, die in het algemeen afnamen in de volgorde korrelvormig slib > steekvast slib = huisvuilcompost zsv > huisvuilcompost nsv > overige produkten, onderscheiden de produkten zich vooral in organische-stof- en stikstofgehalte. Betrokken op de organische stof was het stikstofgehalte het laagst voor turfmoalm (1%), gevolgd door huisvuilcompost nsv en zsv. Voor een positief stikstofeffect moet het N-gehalte van de (afbreekbare) organische stof minstens ca. 2% zijn. Dit komt overeen met een C/N-quotiënt van 20 (bij een C-gehalte van de organische stof van 40; meer-stabiele vormen van organische stof hebben een hoger C-gehalte).

Behalve onderling konden de vormen van organische bemesting ook vergeleken worden met een object zonder organische bemesting. Hier werd alleen kunstmest verstrekt in optimale hoeveelheden, met uitzondering van stikstof als element, dat meer dan elk ander element bepalend is voor de opbrengst. Stikstof werd in opklimmende hoeveelheden verstrekt, zo dat het mogelijk was opbrengstlijnen te construeren met behulp waarvan de stikstofwerking van de organische produkten kon worden bepaald, en tevens of het mogelijk was met organische bemesting tot een hoger opbrengstniveau te komen dan zonder organische bemesting. De bemesting met kunstmest was voor alle objecten gelijk. Met de plantevoedende elementen in de organische produkten is, met uitzondering van stikstof, geen rekening gehouden. De door verschil in kalkgehalte van de organische produkten veroorzaakte pH-verschillen zijn in de loop van de proefperiode enkele malen genivelleerd.

De genoemde pH-verschillen hebben wel tot gevolg gehad, dat het effect van de beide huisvuilcomposten bij het nogal pH-gevoelige gewas suikerbieten in de door Kortleven behandelde periode veel beter was dan later. De pH van de grond was in die periode vrij laag (pH-KCl 4,7, tabel 6) en

werd toen door de beide huisvuilcomposten duidelijk verhoogd. Zuiverings-slib had in die periode een vrij laag kalkgehalte (1%) en het pH-effect ervan kwam overeen met stalmest.

Later is door bekalking de pH van de grond verhoogd en was de kalkwerking van de organische meststoffen van geen betekenis meer. Als er dan ook geen positieve effecten van micro-elementen zijn (die zijn op een zware kleigrond niet te verwachten) is het effect van organische bemesting in de eerste plaats een stikstofeffect, dat vooral afhankelijk is van het stikstofgehalte en de afbreekbaarheid van de organische stof. De stikstof, die het produkt meer bevat dan 2% betrokken op de organische stof, is - of komt - in principe in de loop van het groeiseizoen beschikbaar voor het gewas, maar deze stikstof kan ook verloren gaan door uitspoeling (na nitrificatie) of vervluchtiging (als ammoniak, of na denitrificatie als NO_x). Het werkelijke stikstofeffect van organische meststoffen is daardoor nogal wisselvallig. Dat bleek ook in dit onderzoek het geval te zijn. Vrij duidelijk was het negatieve effect van turfmolm, dat in het licht van het voorafgaande in de eerste plaats gezien kan worden als een negatief stikstofeffect.

Een deel van de stikstof van organische meststoffen komt pas tijdens het groeiseizoen door mineralisatie beschikbaar. Dit kan een voordeel zijn als te weinig kunstmest-N is gegeven of deze om een of andere reden te vroeg verbruikt is. Het is dan mogelijk dat met organische bemesting een hoger opbrengstniveau bereikt wordt dan zonder. De stikstof kan echter ook te laat beschikbaar komen en dan bij suikerbieten aanleiding geven tot een te laag suikergehalte en een te hoog gehalte aan schadelijke stikstof in het suikerfiltraat, bij aardappelen tot een te laag onderwatergewicht en bij granen tot een ongunstige korrel/stro-verhouding.

Effecten van organische bemesting op het opbrengstniveau of op de samenstelling daarvan, die niet verkregen worden met enkel kunstmest, worden vaak resteffecten genoemd. Duidelijke resteffecten in positieve zin waren in dit onderzoek meer uitzondering dan regel. Het duidelijkste resteffect werd in 1984, vier jaar na stopzetting van de organische bemesting, geconstateerd bij het gewas mais. Veldjes, die in de periode 1952-1980 met enkel kunstmest en met turfmolm behandeld waren, vertoonden toen een misgewas. Dat is waarschijnlijk het beste bewijs, dat organische bemesting op deze grond toch niet gemist kan worden, waarbij het niet zozeer aankomt

op een verhoging van het gehalte van de grond aan stabiel organisch materiaal als wel op een geregelde toevoer van vers organisch materiaal als voedsel voor micro-organismen en wormen.

Afvalstoffen met een hoog gehalte aan zware metalen kunnen bij geregelde toevoer op de lange duur de produktiviteit van de grond verlagen of aanleiding geven tot te hoge gehalten aan zware metalen in het gewas. Er zijn geen aanwijzingen, dat dat op dit proefveld het geval is geweest. Bij het gewasonderzoek in 1979 en 1980 bleek, dat alleen door zuiveringsslib met een hoog gehalte aan zware metalen de gehalten aan cadmium, koper en zink in het gewas vrij duidelijk verhoogd waren. Voor de opbrengst heeft dat geen gevolgen gehad. In kwalitatieve zin was alleen de verhoging van het cadmiumgehalte ongewenst.

In de grond waren de effecten van organische bemesting in het algemeen sterker dan in het gewas. Het organische-stofgehalte van de bouwvoor werd door turfmolm verdubbeld, maar dit had - zoals we zagen - eerder een verlaging dan een verhoging van het opbrengstniveau tot gevolg. Stelt men het humusvormend vermogen voor stalmest op 1, dan vindt men ongeveer dezelfde waarde voor huisvuilcompost zonder scheiding vooraf (gebroeid) en zuiveringsslib (beide varianten), maar het dubbele voor turfmolm, de helft voor huisvuilcompost na scheiding vooraf (ongebroeid) en een kwart voor groenbemesting. De nieuwgevormde humus breekt in de eerste tijd sneller af dan de reeds in de grond aanwezige en deze in de eerste tijd sneller dan later.

Het stikstofgehalte van de grond vertoont hetzelfde beeld als het humusgehalte, met dien verstande dat de nieuwgevormde humus een lager stikstofgehalte heeft dan de reeds in de grond aanwezige humus. Dit was zeer duidelijk het geval met turfmolm, terwijl het korrelvormige slib met een hoog stikstofgehalte een uitzondering vormde op de regel. Bij een niet te laag stikstofgehalte komt van de stikstof uit de nieuwgevormde humus in de eerste jaren nog een vrij hoog percentage (5 of meer) voor het gewas beschikbaar. Bij geregelde toepassing verhoogt deze stikstof het effect van de organische bemesting als langzaamwerkende stikstofbron met alle voor- en nadelen daaraan verbonden.

De beide varianten van huisvuilcompost en zuiveringsslib, voorzover verkregen met kalk als conditioneringsmiddel, hadden ook in de in dit verslag behandelde proefperiode een pH-verhogend effect, turfmolm

daarentegen een pH-verlagend effect. De onstane pH-verschillen zijn echter in deze periode vrij frequent genivelleerd.

Stalmest en de beide varianten van zuiveringsslib hebben de fosfaat-toestand van de grond verbeterd. De beide huisvuilcomposten verhoogden wel het gehalte aan totaal fosfaat, maar niet het gehalte aan voor het gewas beschikbaar fosfaat.

Het kaligehalte van de grond werd alleen door stalmest verhoogd. Dit leidde bij aardappelen tot een verhoogd kaligehalte van de knollen (bepaald in 1969), hetgeen mede de oorzaak geweest kan zijn van een verlaging van het onderwatergewicht, en bij suikerbieten tot een verhoging van het kaligehalte van het suikerfiltraat, waardoor de winbaarheid van de suiker wordt verminderd. Merkwaardigerwijs had turfmolm met een laag kaligehalte eenzelfde effect.

Het magnesiumgehalte van de grond werd behalve door stalmest ook door turfmolm verhoogd, het laatste waarschijnlijk in verband met het verzurend effect van turfmolm. De kalkrijke produkten (beide huisvuilcomposten en met kalk geconditioneerd slib) verlaagden het gehalte aan uitwisselbaar magnesium.

De gehalten aan zware metalen en met name de gehalten aan arseen, cadmium, koper, kwik, molybdeen en zink zijn het sterkst door steekvast slib verhoogd. Korrelvormig slib had een geringer effect door een kortere toedieningsduur en huisvuilcompost door lagere gehalten. Het laatste geldt vooral voor huisvuilcompost na scheiding vooraf. Ondanks een lager gehalte in de grond was het effect van korrelvormig slib op het gehalte in het gewas sterker dan dat van steekvast slib. Dit wijst erop, dat de zware metalen in het slib in het jaar van toediening of kort daarna in deze grond beter opneembaar zijn dan later.

Structuurwaarnemingen zijn in dit onderzoek niet verricht. Dit kan als een ommissie worden beschouwd omdat organische meststoffen ook via de structuur van de grond het vruchtbaarheidsniveau kunnen beïnvloeden. De structuur kan zowel via de gemakkelijk afbreekbare als via de stabiele organische stof verbeterd worden. Wat het laatste betreft heeft turf-molm ongetwijfeld het meeste effect gehad. Dit effect bleef hier echter wel tot de bouwvoor beperkt, omdat regenwormen op dit object nagenoeg afwezig waren blijkens resultaten van onderzoek in 1961. Dat dit onderzoek

later niet herhaald is, kan ook als een omissie worden beschouwd, waarvoor echter de schrijvers van dit verslag niet verantwoordelijk gesteld kunnen worden. Zij hebben dit proefveld in 1979 aangemeld voor een door het Rijksinstituut voor Natuurbeheer uit te voeren onderzoek.

6. CONCLUSIES

1. In dit onderzoek werden op een zware rivierkleigrond in de periode 1952-1980 diverse vormen van organische bemesting (stalmest, groenbemesting, turfmolm, huisvuilcompost zonder en na scheiding vooraf, zuiveringsslib met een laag en met een hoog gehalte aan zware metalen) met elkaar en met een kunstmestobject vergeleken.

2. Het effect van organische bemesting is het stikstofeffect, dat afhankelijk is van het stikstofgehalte van de meststof en met name van het stikstofgehalte betrokken op de organische stof. Het stikstofeffect is negatief als het stikstofgehalte betrokken op de organische stof kleiner is dan 2%. In dit onderzoek was dit het geval met turfmolm.

3. Stikstof, die uit de organische meststof tijdens de groei van het gewas vrijkomt kan aanleiding geven tot een hoger opbrengstniveau dan met enkel kunstmest bereikbaar is. Voorzover deze stikstof te laat vrijkomt kan deze aanleiding geven tot een verlaging van het onderwatergewicht bij aardappelen, een verlaging van het suikergehalte en een verhoging van het gehalte aan schadelijke stikstof bij suikerbieten en een verlaging van de korrel/stro-verhouding bij granen.

4. Een deel van de stikstof is - of wordt - vastgelegd in min of meer stabiele organische verbindingen (nieuwe humus), die in de eerste jaren sneller afbreken dan de reeds in de grond aanwezige organische verbindingen (oude humus). De daarbij vrijkomende stikstof vormt een additionele bron van langzaamwerkende stikstof voor het gewas met de voor- en nadelen daaraan verbonden.

5. Andere belangrijke plantevoedende elementen als fosfaat en kali, waarmee in dit onderzoek bij de bemesting geen rekening is gehouden, kunnen aanleiding geven tot verhoogde gehalten in de grond en/of het gewas. In dit onderzoek leidde dit in het geval van kali tot een verlaging van het onderwatergewicht bij aardappelen en een verhoging van het kaligehalte in het suikerfiltraat bij suikerbieten, waardoor de winbaarheid van de suiker negatief beïnvloed wordt. In het algemeen is het daarom beter bij de bemesting de hoeveelheden van deze elementen in de organische meststof in mindering te brengen op de in kunstmestvorm

van deze elementen te verstrekken hoeveelheden.

6. Een positief effect kan uitgaan van het kalkgehalte van organische meststoffen bij een lage pH van de grond en een pH-gevoelig gewas. In dit onderzoek was dit met name het geval in de eerste helft van de proefperiode bij suikerbieten en met de beide varianten van huisvuilcompost als organische meststof.

7. Organische meststoffen kunnen positief werken door hun gehalte aan micro-elementen, maar op een zware kleigrond is dat als regel niet het geval. Bij geregelde toepassing van afvalstoffen als huisvuilcompost en zuiveringsslib met een hoog gehalte aan zware metalen kunnen de gehalten in de grond en/of het gewas te hoog worden. In dit onderzoek was dat alleen het geval met het cadmiumgehalte van het gewas door het gebruik van zuiveringsslib met een hoog gehalte aan zware metalen en met het cadmiumgehalte van grond door gebruik van zuiveringsslib met een laag gehalte aan zware metalen. Het slib met een hoog gehalte aan zware metalen werd alleen toegepast in de periode 1973-1980.

7. CONCLUSIONS

In the period 1952-1980 experiments were carried out with potato, sugar beet and spring wheat grown in a fixed rotation on a heavy fluviatile clay to study the effects of different forms of organic manuring. The treatments included farmyard manure, green manure, peat moss, refuse compost with and without removal of biologically nondegradable materials (e.g. metals) prior to composting, sewage sludge with low and high contents of heavy metals, and mineral fertilizer. The parameters measured included chemical composition of the soil and of the organic materials applied (except green manure), crop yields, underwater weight of potatoes, microelement content of the crops, sugar yield and content of α -amino-N, K and Na of sugar beet, and grain/straw ratio of spring wheat.

The main effect of organic manuring is the nitrogen effect, which depends on the nitrogen content of the material and specifically on the nitrogen content of the organic fraction. The nitrogen effect is negative when the nitrogen content of the organic fraction is less than 2%. In this investigation this was so in the case of peat moss.

Nitrogen released from the organic material in the course of the growing season may give rise to a higher yield level than is attainable with mineral fertilizer alone. In so far as this nitrogen is released too late, it may cause a reduction in the underwater weight of potatoes, a reduction in the sugar content and an increase in the content of noxious nitrogen of sugar beet, and a reduction in the grain/straw ratio of cereals.

Part of the nitrogen is fixed in more or less stable organic compounds (new humus), which decompose more rapidly in the first years than the organic compounds already present in the soil (old humus). The nitrogen thus released constitutes an additional source of slow-release nitrogen for the crop, with its inherent advantages and disadvantages.

Other important plant nutrients like phosphorus and potassium, which in this investigation were not taken into account in the manuring, may give rise to increased soil and/or crop contents. In the trials, a raised potassium content caused a reduction in the underwater weight of potatoes,

and an increase in the potassium content of the sugar filtrate in sugar beet, which negatively affects sugar extractability. For that reason it is generally advisable to deduct the amounts of P and K contained in the organic manure from the quantities of these elements to be applied in the form of mineral fertilizer.

The calcium content of organic materials can have a positive effect in the case of soils with a low pH and a pH-sensitive crop. It occurred in this investigation in the first half of the experimental period in sugar beet with the two variants of refuse compost as the organic manure.

Organic materials can have a positive effect due to their content of microelements, but this is not generally so on heavy clays. Regular application of waste materials like refuse compost and sewage sludge with a high heavy-metal content may lead to excessive levels in the soil and/or crop. In the experiments reported here the cadmium content of the crop was too high due to application of sewage sludge with a high heavy-metal content. The cadmium content of the soil became too high following application of sewage sludge with a low heavy-metal content; the sludge with a high heavy-metal content was used only in the period 1973-1980.

8. LITERATUUR

- Kortleven, J., 1950. Stabiele humus en de interprovinciale Calha-humusproeven. Versl. Landbouwk. Onderz., 56.12, 44 pp.
- Kortleven, J., 1963. Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak. Versl. Landbouwk. Onderz., 62.12, 109 pp.
- Kortleven, J., 1970. Proeven met stadsvuilcompost II. Rapport 11, Inst. Bodemvruchtbaarheid, 121 pp.
- Haan, S. de, 1977. Humus, its formation, its relation with the mineral part of the soil, and its significance for soil productivity. In: Soil organic matter studies. Vol. I. International Atomic Energy Agency, Vienna, pp. 21-30.
- Haan, S. de, 1979. Einfluss von organischer Düngung auf das maximal erreichbare Ertragsniveau in langjährigen niederländischen Feldversuchen. Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 36: 389-404 (with an English summary).
- Haan, S. de, 1980. De fosfaatwerking van zuiveringsslib en stadsvuilcompost. Bedrijfsontwikkeling 11: 195-202.
- Haan, S. de, 1981. Results of municipal waste compost research over more than fifty years at the Institute for Soil Fertility, Haren/Groningen, The Netherlands. Neth. J. Agric. Sci. 29: 49-61.