

## SUMMARY

## Sewage sludge as fertilizer

A survey is given of the average composition of sludges compared to other organic fertilizers. Results of various field tests are discussed. The effect of the nitrogen in sludge mainly determines its fertilising value. 40% of the total amount applied is taken up by the plants during the year of application.

The toxicity of heavy metals is relatively low. The uptake is for chromium, lead, copper and zinc respectively: 0.14 — 0.56 — 0.27 — 0.30 percent of the total quantity applied.

It is suggested to use *Lepidium sativum* L. as testplant for toxicity. Dosings of 3000—5000 Imp. gallons once or twice a year are generally advised for grassland in the Netherlands. Dosings on arable land may be 5—10 times higher, depending on the crop. Liquid sludge disposal proved, when applicable, to be cheaper than any other method.

## Zuiverings-slib als meststof\*)

Het lijkt geen twiifel dat de verwerking van het slib afgescheiden in installaties voor de zuivering van afvalwater, een van de grootste problemen in dit soort bedrijven vormt. Bij klassieke systemen wordt het primaire slib, afkomstig uit de voorbezinking, tesamen met het secundaire humus- of surplus-slib van de eventueel aanwezige biologische trap, vrijwel altijd aan een anaerobe alkalische methaangisting onderworpen. Hierdoor wordt o.a. een aanzienlijke volumevermindering verkregen. Dit is ook het geval zij het in mindere mate bij de aerobe slibstabilisatie, bekend bij zuiverings-systemen als oxydatiesloot en extended aeration.

Niettemin bedraagt de totale slibproductie in Nederland ettelijke honderduizenden kubieke meters per jaar. Verhaagen [1] stelt voor 1965 de volgende hoeveelheden: Steekvast produkt 115.802 m<sup>3</sup> (méér dan 20 % droge stof) en Vloeibaar produkt 194.873 m<sup>3</sup> (droge stofgehalte kleiner dan 10 %).

Met verdrievoudiging van deze hoeveelheden zal voor de toekomst zeker moeten worden gerekend. De huidige afzetproblemen zijn nog maar een voorspel. De waarde van zuiverings-slib als organische meststof of als bodemverbeteraar in de agrarische sektor wordt verschillend beoordeeld. Een objectieve beoordeling behoort, ontdaan van alle sentimenten, te berusten op het resultaat van doelbewust opgezette proefnemingen. Ook deskundig gecontroleerde praktijkervaringen kunnen mede een beoordelingsbasis vormen.

### Samenstelling

Enige aanduiding omtrent de bemestingswaarde van zuiverings-slib kan worden

ontleend aan een vergelijking tussen de samenstelling van slib en van bekende in het verleden reeds uitgebreid geteste organische meststoffen. Als zodanig komen in aanmerking: stalmest en stads- vuilcompost.

### Gemiddelde gehalten in % van de droge stof

Produkt	organ. stof	N-totaal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Vers slib	70	2,7	1,9	0,3
Actief slib	70	4,7	4,2	0,4
Uitgegist slib (steekvast)	50	2,3 (40)	2,2	0,2
Vloeibaar slib	50	4,0	3,0	0,3
Stalmest	60	2,5 (40)	1,6	1,6
Stads- vuilcompost	15-20	0,6 (15)	0,6	0,3

( ) = stikstof — werkingscoëfficiënt in %.

Alle getallen zijn gemiddelden van vele literatuuropgaven [o.a. 2, 3 en 4]. De spreiding is bij het cijfer voor organische stofgehalten gering (+ of —10). Voor de minerale bestanddelen is de spreiding veel groter. De aard van het afvalwater, waarvan het slib afkomstig is, heeft uiteraard een grote invloed op de samenstelling. Uit zeer fosfaatrijk afvalwater zal een slib met veel fosfaat resulteren. De opgegeven gemiddelden gelden voor huishoudelijk afvalwater en vertonen een spreiding van + of — 30 %. Gemineeraliseerd slib uit oxydatiesloten voor zuivelafvalwater bevat bijvoorbeeld rond 85 % organische stof en 8-9 % stikstof, betrokken op de droogrest [5].

De gehalten aan stikstof, fosfor en kali zowel als aan organische stof liggen bij actief slib het hoogste. Alle geadsorbeerde bestanddelen uit het afvalwater bevinden zich in de actiefslibvlok die zelf van overwegend organisch karakter is. Vers primair slib heeft een aanmerkelijk lager N, P en K gehalte. Het laagst liggen de gehalten bij uitgegist slib, het zgn. zuiverings-slib. De afbraak van organische stof manifesteert zich in een

gehalte van 50 % of lager. Door het spuien van slibwater (overloop - water) bevat dit produkt ook wat minder mineralen. Dit is één van de redenen dat vloeibaar slib wat hogere cijfers voor N, P en K laat zien dan steekvast

materiaal. Ook het drainwater van de droogvelden neemt mineralen uit het slib weg, terwijl verder bij droging ammoniak ontwijkt [6, p 72].

Het gehalte aan waardebepalende bestanddelen plaatst zuiverings-slib ongeveer op één lijn met stalmest en stads- vuil — compost. Uit deze gehalten kan, op basis van de prijzen van vergelijkbare kunstmeststoffen een theoretische waarde van de produkten worden berekend. Of- schoon dit soort calculaties te weinig rekening houdt met andere waarde- en kosten-factoren kan het toch een indicatie geven aan toekomstige gebruikers. Verder bevat zuiverings-slib, evenals stads- vuilcompost, een groot aantal sporenelementen, als mangaan, koper cobalt, molydeen en zink. Deze kunnen zowel voor gewassen als voor de erop weidende of ermee gevoederde dieren van grote betekenis zijn, zowel in positieve als in negatieve zin.

### Proefresultaten

De moeilijkheden verbonden aan onder- zoekingen naar de bemestingswaarde van organische meststoffen zijn bijzonder

\*) Mededeling nr 3 Slibcommissie NVA.

groot. De directe opbrengstverhogende werking van de macro-elementen (stikstof, fosfor en kali) kan vrij vlot worden bepaald. Voor ieder gewas moeten deze proeven echter apart worden genomen. Bovendien zal de reactie niet op alle grondsoorten gelijk zijn zodat in feite pas na uitgebreide proefnemingen een goed inzicht kan worden verkregen. Een extra moeilijkheid vormt het dooréénlopen van de directe mineraleninvloed en van de gunstige werking van de humusstoffen. Om deze factoren te kunnen scheiden zijn langdurig voorgezette proefnemingen noodzakelijk, die ook inzicht kunnen geven in de minerale samenwerking. Het merendeel van de in de literatuur vermelde gegevens voldoet niet aan alle te stellen eisen. Zeer veel onderzoek inzake de voorziening met organische stoffen van Landbouwgronden is verricht door dr. Kortleven [7], verbonden aan het instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen, en zeer onlangs door dr. Schäfer te Bonn [6].

#### Bouwland

Een der langjarige proefvelden van Kortleven, gelegen op rivierklei, telde de volgende objecten: 1 = kunstmest, 2 = stalmest, 3 = VAM-compost, 4 = zuiverings-slib en 5 = turf-molm. De objecten 2 t/m 5 ontvingen 15 ton produkt per ha per jaar. Er werd een vaste vruchtopbrengst gehandhaafd van aardappelen — bieten — graan. De gemiddelde opbrengst over de jaren 1952-1962 bedroeg, object 1 = 100 stellende:

#### Relatieve opbrengst

Stalmest	99
Zuiverings-slib	106
Compost	107
Turf-molm	94

Bij een soortgelijke proef op lichte zandgrond werden dezelfde effecten waargenomen, met nog iets gunstiger cijfers voor compost en zuiverings-slib. Bij deze serie kon een werkingscoëfficiënt voor de stikstof worden bepaald van 40 %. Dat wil zeggen dat in het bemestingsjaar zelf 40 % van de totale aanwezige stikstof door het gewas wordt opgenomen. De rest komt in de navolgende jaren (gedeeltelijk) ter beschikking.

Schäfer bereikte met een tweejarig proefveld de volgende resultaten.

#### Relatieve opbrengsten

object	Winterrogge 1965		Voederbieten 1966	
	korrel	stro	bieten	blad
kunstmest	100	100	100	100
lage slibdosering	96,7	101	93,2	86,0
matige slibdosering	103,6	107	110,8	103
hoge slibdosering	85,0	97	121	121

De slibdoseringen bij deze proef bedroegen:

Laag = 129 + 257 m<sup>3</sup>/ha (ca. 6 % droge stof)

Matig = 257 + 515 m<sup>3</sup>/ha (ca. 6 % droge stof)

Hoog = 386 + 772 m<sup>3</sup>/ha (ca. 6 % droge stof)

De eerste slibbemesting werd in het voorjaar 1965 als overbemesting toegediend, de tweede gift volgde in augustus d.a.v. ten behoeve van het gewas voor 1966. Evenals in de proeven van Kortleven blijkt bieten een zeer dankbaar gewas voor slibbemesting te zijn. Zelfs de zéér hoge doseringen worden nog ten nutte gemaakt. Men zou zelfs nog verder kunnen gaan. Er bestaat dan echter gevaar voor het daarop volgende gewas.

Schäfer bewandelt de gulden middenweg door als bemestingsadvies in het algemeen te stellen:

op granen (als overbemesting) 250 m<sup>3</sup>/ha

op bieten 400 m<sup>3</sup>/ha

In de meeste gevallen zal een aanvullende gift kali noodzakelijk zijn.

#### Grasland

Op grond van eigen onderzoek stelt Schäfer bij grasland-bemesting met vloeibaar slib doseringen van 400-500 m<sup>3</sup>/ha voor. Naar Nederlandse begrippen zijn dit enorme hoeveelheden. In de proefserie waren de volgende objecten genomen.

1. Onbemest. De grond beschikte over veel fosfaat en veel kali.
2. Kunstmest. 150 kg zuivere stikstof per jaar in twee giften.
3. Slib: 193 en 260.5 m<sup>3</sup>/ha.
4. Slib: 384 en 521 m<sup>3</sup>/ha.
5. Slib: 576 en 782 m<sup>3</sup>/ha.
6. Slib: 768 en 1040 m<sup>3</sup>/ha.

1e slibgift: eind maart 1965, 2e gift eind november 1965.

De opbrengsten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Droge stof opbrengsten 1965 en 1966. Graslandbemestings-proef (in 100 kg/ha)

Object	1965	1966
1	84.4	81.3
2	119.3	120.1
3	111.0	130.8
4	148.2	140.5
5	140.0	141.1
6	120.5	145.2

Coker [14] komt tot ongeveer gelijke resultaten. Hij paste lagere slibdoseringen toe, 40 en 70 m<sup>3</sup> en kon de opbrengstverhoging volledig door de stikstofwerking verklaren.

In Schäfers proeven meed het weidende vee gedurende het eerste jaar het object 6 en vertoonde het voorkeur voor de objecten 1 en 2. Het tweede jaar werd vooral het onbemeste perceel (object 1) gemeden en hadden de met slib bemeste objecten de voorkeur. De hoeveelheden door het gras opgenomen zware metalen variëren naar gelang de slibhoeveelheid die wordt gedoseerd. Er is echter geen sprake van evenredige toename. Vergelijking tussen de objecten 2 en 4 geeft voor 1966 het volgende beeld:

#### Onttrekking door gewas (in grammen per hectare)

	chromium	lood	koper	zink
Object 2 (kunstmest)	26	100	72	1190
Object 4 (521 m <sup>3</sup> slib/ha)	133	131	127	1380

Het slib zelf bevat vrij normale gehalten aan metalen b.v.

2500 mg kg droge stof aan totaal chromium	255 mg	aan totaal lood
1050 mg	aan totaal koper	
3320 mg	aan totaal zink	

De „werkingscoëfficiënten” d.w.z. de opname van deze stoffen door het gewas in procenten van de toegevoerde hoeveelheid bedroegen 0,14 - 0,56 - 0,27 en 0,30 voor de respectieve elementen. Helaas zijn geen onderzoekingen gedaan naar het gehalte aan cobalt, een voor herkauwers zeer belangrijk element bij de synthese van cobalamine (vitamine B 12).

De praktijk heeft vloeibaar slib, met een drogestof gehalte van minder dan 10 %, reeds leren waarderen als een goedkope en effectieve meststof. In Engeland bijvoorbeeld exploiteren beheerders van zuiveringsinstallaties eigen grasland bedrijven waarop het vloeibaar slib met tankauto's wordt verspreid, Maple Lodge [8] en Slough [9]. De stad München voert grote hoeveelheden slib af naar een ontginningsgebied [10]. Het Duitse Niersverband levert jaarlijks meer dan 200.000 m<sup>3</sup> nat slib franko per tankwagen af op percelen gras- en bouwland [11].

Ook in Nederland zijn reeds verschil-

lende kleine en grote installaties die hun slibafzetproblemen op deze wijze oplossen. Voorbeelden hiervan zijn o.a. Bussum, Hilversum, Holten, Enschede, Markelo, Vriezenveen en Alkmaar.

De slibcommissie NVA heeft zich uitvoerig doen inlichten over de wijze waarop de gemeente Alkmaar dit probleem heeft opgelost. De rioolwaterzuiveringsinstallatie aldaar levert met een capaciteit van 70.000 inwoner-ekwivalenten, ongeveer 9000 m<sup>3</sup> koud vergist slib per jaar. Het drogestof-gehalte bedraagt ca. 6 %. De aanwezige slibdroogbedden worden niet meer gebruikt. Voor de distributie van het slib beschikt men over twee tractors en twee tankwagens van 5 m<sup>3</sup>.

Met deze combinatie wordt gemiddeld 45 m<sup>3</sup> per dag afgevoerd. De rijafstand is maximaal 10 km. Het slib wordt uitgesproeid over het land geleverd voor f 1,50/m<sup>3</sup>. De uiteindelijke afvoerkosten

bedragen f 0,70 per m<sup>3</sup>, een fractie van de prijs die behandeling op droogbedden zou vergen. Het produkt wordt voornamelijk op grasland gebruikt in doseringen van 15 ton per keer bij beweiding en 25 ton bij beweiden en maaien per hectare. De Provinciale Gezondheidsdienst voor Dieren stelde daarbij als voorwaarde dat tot 14 dagen na de slibdosering niet mag worden beweid. De afnemers gebruiken het produkt, en blijven het gebruiken, omdat de erin aanwezige stikstof goedkoper is dan kunstmeststikstof. Bovendien is het kaligehalte in tegenstelling tot gier gunstig laag gelet op het gevaar voor kopziekte bij het vee. In natte perioden kan op de percelen structuur-bederf optreden ondanks de extra voorzieningen aan het transportmateriaal. In de winter neemt daarom de gemeentelijke plantsoendienst in Alkmaar grote hoeveelheden af. Ook wordt slib gebruikt om verstui-

ving van opgespoten bouwterrein etc. tegen te gaan. Er wordt vooraf afvalgraan met veel onkruid gezaaid. Dan wordt het slib toegevoegd en na korte tijd is het terrein begroeid en vrij van stuiven.

In de *tuinbouw* is het gebruik van zuiverings-slib al lang bekend. De afwezigheid van ballaststoffen en scherpe bestanddelen, als mede het hoge organische stofgehalte, maakten slib in de tuinbouw snel populair. Helaas echter in vele gevallen te populair. De jaarlijkse toegevoerde hoeveelheden werden zozeer opgevoerd dat schadelijke nevenwerkingen haast niet konden uitblijven. De naam van het zuiverings-slib raakte juist daardoor destijds in discredit. De laatste tijd begint de belangstelling weer toe te nemen o.a. in de bollensector en de vollegrond-tuinbouw.

#### Schadelijke bestanddelen

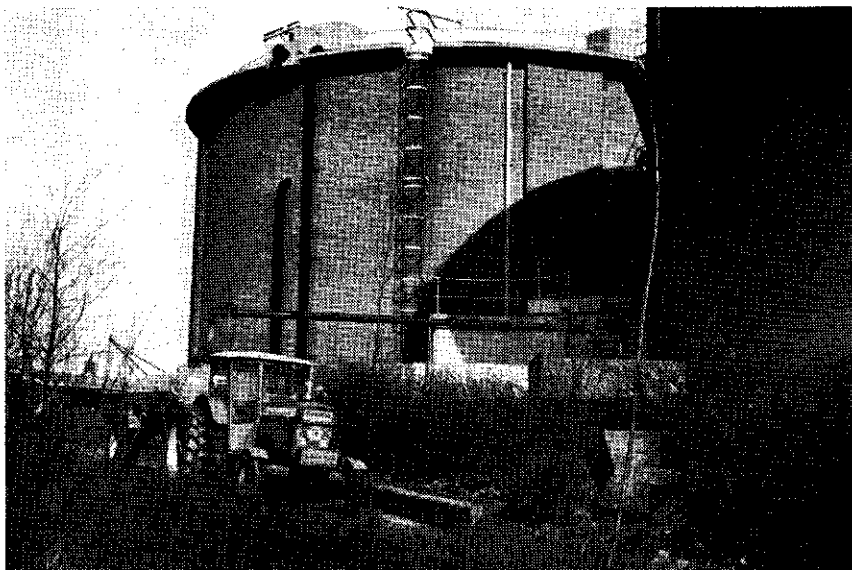
In zuiverings-slib van huishoudelijke oorsprong schuilt de schadelijkheid voornamelijk in de aanwezigheid van pathogene kiemen. Hierover werd in de mededeling 2 van de Commissie uitvoerig bericht [12].

Over het risico van hoge gehalten aan biologisch niet afbreekbare detergents is door Den Dulk [13] onderzoek verricht. Hij vond een zeer duidelijke schadelijkheid van deze stoffen bij afwezigheid van een humuscomplex in de grond. Werd echter mede een hoeveelheid organische stof toegevoegd aan de proefobjecten dan was van een schadelijke werking vrijwel niets meer te bemerken, zelfs niet bij in principe zeer gevoelige tuinbouwgewassen. Volgens Den Dulk wordt het detergent onwerkzaam door sterke adsorptie aan het slibhumuscomplex. Nu echter de produktie van „harde detergents” voor de binnenlandse markt in de loop van 1968 vrijwillig door de fabrikanten zal worden beëindigd, lijkt dit verder een probleem met een aflopend karakter.

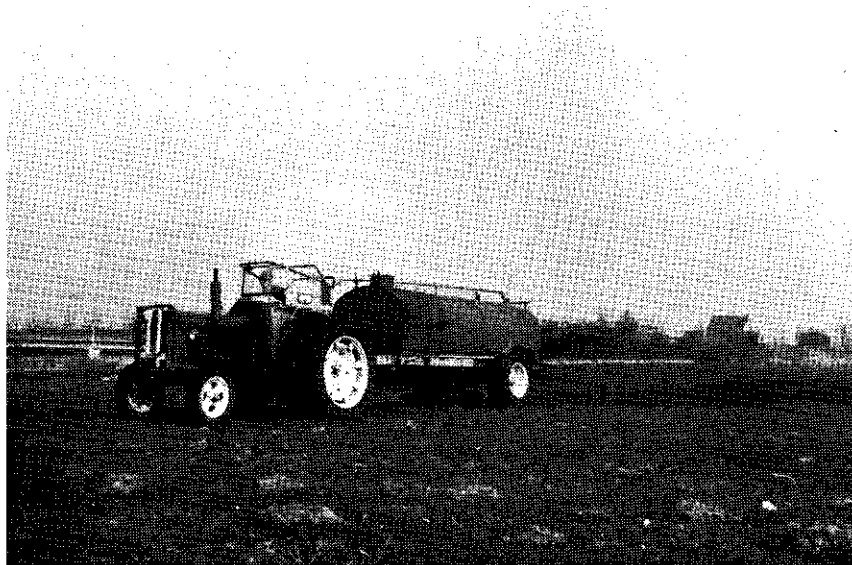
Moeilijker ligt de zaak voor slib van industriële herkomst. Voor zover dit agrarische en/of levensmiddelenindustrie betreft is globaal eenzelfde produkt als van huishoudelijke oorsprong te verwachten. Chemische industrie en bedrijven als metaalnijverheid, farmaceutische industrie etc. kunnen echter slib leveren dat voor gebruik in de landbouw niet geschikt moet worden geacht.

Voor gewassen of dieren giftige stoffen, zowel organische als anorganische, dienen voor een verantwoord gebruik afwezig te zijn of slechts aanwezig in onschadelijke concentraties. Wanneer slib wordt uitgegist wijst een geslaagd gistingproces alreeds op een niet te schadelijke samenstelling van de anaerobe mikro-organismen. Een meer betrouwbare test kan zijn de ontkieming en de groei van sterrekers, *Lepidium sativum* L., een zeer snelgroeiend tuinbouwgewas. Deze methode zal nader op gevoeligheid worden onderzocht en worden gestandaard-

*De tankwagen wordt met slib geladen (Alkmaar).*



*Slib sproeien in het veld (Alkmaar).*



seerd indien de bruikbaarheid is be-  
wezen.

Vaak wordt gewezen op het feit dat een te hoog gehalte aan zware metalen zuiverings-slib voor bemestingsdoeleinden onbruikbaar maakt. Als zodanig komen in aanmerking: zink, lood, koper en chroom. Nu is bekend dat bepaalde gehalten van deze elementen in het afvalwater reeds tot moeilijkheden bij biologische zuivering leiden. Ook de slibgisting wordt er vrij spoedig geheel of gedeeltelijk door ontregeld. In huishoudelijk slib kunnen de volgende gehalten als ongeveer normaal worden beschouwd [14].

zink 3.000 p.p.m. in de droge stof  
lood 2.000 p.p.m. in de droge stof  
koper 2.000 p.p.m. in de droge stof

Een jaarlijkse dosering van 10 ton steekvast slib per ha zou zodoende 6 kg lood en 9 kg zink aanvoeren. Een hectare bouwvoor bevat echter gemiddeld 120 kg lood en 240 kg zink. De toxiciteitsgrens kan voor niet te zure gronden worden gesteld op 4.000 kg per ha van deze elementen. De marges zijn dus nogal ruim en gevaar is alleen in werkelijk extreme gevallen te duchten. Overigens blijkt ook stadsvuilcompost niet onaanzienlijke hoeveelheden zware metalen te bevatten. Enige invloed van langdurige, zware compostbemesting op het gehalte aan bijv. lood in de grond was echter nauwelijks merkbaar [15]. Dit gold eveneens voor de op deze percelen verbouwde gewassen. Het onderzoek van Schäfer bevestigde het reeds bestaande vermoeden dat de opneembaarheid van deze elementen gering is.

#### Nabeschouwing en conclusies

In het algemeen kan worden gesteld dat het gunstiger is om regelmatig kleinere giften toe te dienen dan een ruime hoeveelheid in één keer. Voor bemesting van grasland met vloeibaar slib wordt graag de stikstofbehoefte van de grond als maatstaf genomen. Dit leidt in het

algemeen tot giften van 20 m<sup>3</sup> per hectare enkele malen per jaar toegediend. In Duitsland (Niersverband) en Engeland (Maple Lodge, Slough) doseert men meestal aanzienlijk meer in één gift, tot 200 m<sup>3</sup> per hectare toe. Ofschoon men ook hiermede goede resultaten bereikt [16] lijkt een meer geleidelijke toevoer aanbevelenswaardig. Op bouwland, en dan speciaal op zandgrond, zijn giften van 25 ton steekvast slib per hectare niet ongebruikelijk. Hiermee vergelijkbaar is een eenmalige gift van 100-200 m<sup>3</sup> vloeibaar slib. Men dient echter in zo'n geval de aanvullende kunstmestgiften terdege aan te passen om een overmaat aan stikstof en eventueel ook aan fosfaat en kali te voorkomen.

Voor de tuinbouw lijkt zelfs het geven van benaderende normen te riskant. In alle gevallen geldt wel dat het bemestingsadvies het beste kan worden gegeven door deskundigen van de Rijkslandbouvoorlichtingsdienst. Het beschikbaar zijn van een analyse van het slib in kwestie, vereenvoudigt de procedure aanzienlijk. Vooral wanneer ook de meststoffenvoorraad in de grond bekend is. Hiermede wordt het risico van onoordeelkundig gebruik vermeden.

Afzet van vloeibaar of steekvast slib aan de landbouw kan nooit een algemene oplossing van het slibprobleem op zuiveringsinstallaties geven. Immers de bemesting is seizoengebonden. Ook de transportafstanden in niet agrarische gebieden kunnen belemmerend werken. Tenslotte is er al dikwijls een overmaat aan organische mest in eigen bedrijf (bio-industrie [17]).

Anderzijds bewijzen praktijkvoorbeelden op kleine, middelgrote en zelfs op zeer grote zuiveringsinstallaties in binnen- en buitenland dat bij gunstige omstandigheden en actieve propaganda deze vorm van slibafzet voor bepaalde bedrijven een totale oplossing kan bieden. Bovendien een oplossing die in verhouding tot andere methoden vaak het minst kostbaar is en die last but not least nog een nuttige bestemming aan het slib geeft.

#### Literatuur

1. Verhaagen, J., *Water* 51 (1967) 101.
2. Anderson, M. S., *Sewage and Ind. Wastes* 28 (1956) 132.
3. Karst, H., *Z. f. Pflanzenern. Düng. Bodenk.* 44 (1949) 200.
4. *Landbouwgids 1968*.
5. *Rapport RAAD-proefinstallatie*. Rijkszuivel Agrarische Afvalwater Dienst, Arnhem (1965).
6. Schäfer, K., *Inaugural — Dissertation Bonn* (1967).
7. *Niet gepubliceerde verslagen van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid*, Groningen 1952-1962.
8. *Annual Report of the General Manager*. West Hertfordshire Main Drainage Authority. 1965-1966 en voorgaande.
9. Karnovsky, F., *Gas und Wasserfach*, 107 (1966) 962.
10. Jahresberichte Niersverband 1966 en voorgaande.
11. Scheltinga, H. M. J., *Water* 51 (1967) 205.
12. Den Dulk, P. R., *Neth. J. Agr. Sci.* 8 (1960) 139.
13. Coker, E. G. J., and *Proc. Inst. Sew. Purif.* (1965) 419.
14. Scheltinga, H. M. J., *Landbouwkundig Tijdschrift* 67 (1955) 153.
15. Triebel, W., *Gas und Wasserfach* 108 (1967) 495.
16. Scheltinga, H. M. J., *Water* 50 (1966) 198.