

afvalwaterzuiverings-slib als meststof of grondverbeteringsmiddel

S. DE HAAN*

produktie, verwerking en afzet van zuiverings-slib

De gemiddelde Nederlander produceert per jaar ca. 60 m³ afvalwater, waarin zich als vaste stof ca. 40 kg organische en 30 kg anorganische bestanddelen bevinden. Bij het zuiveringsproces van het afvalwater worden de vaste bestanddelen zoveel mogelijk in de vorm van slib aan het water onttrokken. De zuivering verloopt meestal in enkele trappen. Bij de *eerste trap* bezinken de grovere bestanddelen. Er ontstaat primair slib, dat betrekkelijk arm is aan plantevoedende stoffen. Bij de *tweede trap* worden zwevende en opgeloste organische stoffen afgebroken door micro-organismen. Het slib dat hiërbij ontstaat (secondair of actief slib), bestaat voornamelijk uit micro-organismen en is betrekkelijk rijk aan met name stikstof en fosfaat. In de laatste tijd worden de eerste (mechanische) en tweede (biologische) trap steeds meer aangevuld met een *derde* (chemische) trap, bijvoorbeeld defosfatering met behulp van ijzerchloride of aluminiumsulfaat. Hierbij ontstaat tertiair slib. De verschillende slibsoorten kunnen afzonderlijk worden opgevangen en verwerkt. Meestal worden ze echter gezamenlijk verder verwerkt.

De eerste bewerking die het slib meestal ondergaat, is een stabilisatieproces, waarbij nog gemakkelijk afbreekbare organische bestanddelen, die stank kunnen veroorzaken, in beluchtingsbassins op aërobe of in gistingstorens op anaërobe wijze worden afgebroken. Het eerste proces vergt vrij veel energie, bij het tweede komt energie vrij, die voor verlichting en/of verwarming gebruikt kan worden.

Het (gestabiliseerde) slib heeft een drogestofgehalte van meestal niet meer dan 1 à 2%. Met behulp van indickers kan een drogestofgehalte van 5% of meer worden verkregen. In deze toestand wordt het slib vaak in de landbouw afgezet. Door het hoge vochtgehalte is een gelijkmatige verdeling over de grond gemakkelijk tot stand te brengen, maar de transportkosten zijn hoog. Dit heeft tot gevolg, dat de neiging ontstaat het slib zoveel mogelijk op percelen in de naaste

omgeving van de zuiveringsinstallaties af te zetten, hetgeen dan ophoping van bepaalde schadelijke bestanddelen in de grond tot gevolg kan hebben.

Als het slib niet in vloeibare vorm kan worden afgezet, moet het eerst worden gedroogd. Vaak gebeurt dit nog op natuurlijke wijze op zogenaamde droogvelden. Tijdens het verblijf op de droogvelden ondergaat het slib een rijpingsproces, dat in de eerste plaats daarin bestaat, dat het 'vrije' water (afhankelijk van de slibsoort ca. 30-70% van het totale water) met de daarin opgeloste stoffen naar beneden zakt. Van de rest van het water verdwijnt een deel door verdamping. Naast de ontwatering vindt een chemische rijping plaats, waarbij slijmachtige en colloïdale stoffen, die veel water vasthouden en de slibdeeltjes sterk aaneenkitten, worden afgebroken. Als het slib lang genoeg tijd heeft om te rijpen (minstens een jaar), ontstaat een produkt met zeer gunstige fysische eigenschappen. Door gebrek aan ruimte moeten de droogvelden in de praktijk echter vaak na enkele maanden al weer geruimd worden. Het slib is dan meestal nog te nat en laat zich moeilijk gelijkmatig in de grond verdelen. Bovendien is de zuurstofbehoefte dan nog zo groot, dat rondom de slibbrokken in de grond een zone met zuurstofgebrek kan ontstaan, waarin onder andere nitraat tot vrije stikstof gereduceerd kan worden.

In de laatste jaren gaat men steeds meer over tot kunstmatige slibontwatering, waarbij ter verbetering van de ontwaterbaarheid vaak een flocculant (polyelektroliet) aan het slib wordt toegevoegd of dit eerst chemisch (met ijzerchloride of kalk) of fysisch (door hitte) wordt 'geconditioneerd'. Het vrije water wordt daarna door druk met behulp van zeebandpersen, filterpersen, centrifuges enz. verwijderd. Het slib wordt daarbij samengeperst, wat voor een verdere chemische en fysische rijping zeer ongunstig is. Het rijpingsproces van dergelijk slib kan, afhankelijk van de laagdikte, jaren duren. Het kan door een juiste wijze van compostering worden versneld.

Soms wordt mechanisch ontwaterd slib nagedroogd met behulp van warmte. Er kan dan een korrelvormig produkt ontstaan, dat gemakkelijk strooibaar en vrij is van ziektekiemen en onkruidzaden. Soms zijn de korrels zo hard, dat ze moeilijk water opnemen en in de grond moeilijk verteren. In een enkel geval (Dordrecht) wordt slib verbrand.

In Nederland wordt momenteel het afvalwater van ca. 13 miljoen 'inwonerequivalenten'¹⁾ gezuiverd. Daarin is de industrie begrepen, voor zover die op openbare zuiveringsinstallaties is aangesloten. Het industriële afvalwater wordt op basis van zijn waterverontreinigend vermogen omgerekend op inwonerequivalenten. Te verwachten is, dat de hoeveelheid gezuiverd afvalwater in de eerstkomende tien jaar nog zal verdubbelen.

De slibhoeveelheid per inwonerequivalent bedraagt op drogestofbasis ca. 18 kg/jaar. Deze hoeveelheid is afhankelijk van het toegepaste zuiveringsstelsel. Invoering van de derde zuiveringstrap betekent een belangrijke toeneming van de

* Ir. S. de Haan is verbonden aan het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren (Gr.).

¹⁾ Onder inwonerequivalent (i.e.) wordt verstaan de gemiddelde inwoner in zijn hoedanigheid van watervervuiler. Per i.e. komt deze vervuiling overeen met een zuurstofbehoefte van het water van 54 g/dag.

slibhoeveelheid. Behalve op de hoeveelheid, is de wijze van waterzuivering respectievelijk slibverwerking ook van invloed op de hoedanigheid van het geproduceerde slib als meststof of grondverbeteringsmiddel. Goed uitgerijpt slib van droogvelden is een grondverbeteringsmiddel. Het kan zelfs zonder meer als cultuurgrond gebruikt worden, onder voorwaarde dat bepaalde bestanddelen niet in schadelijke concentraties voorkomen. Vloeibaar slib en gedroogd korrelvormig slib zijn in de eerste plaats organische meststoffen. Ook het gebruik van chemicaliën bij de waterzuivering respectievelijk slibverwerking is van invloed op de kwaliteit van het slib in landbouwkundige zin.

Ongeveer de helft van het geproduceerde slib vindt momenteel een bestemming van land- of tuinbouw of de recreatieve sector van het grondgebruik. De rest wordt ergens 'gestort' of wordt afgenomen door de tussenhandel, zonder dat precies bekend is wat er verder mee gebeurt.

de chemische samenstelling van zuiverings-slib in vergelijking met stalmest en stadsvuilcompost

Tabel 1 geeft de gemiddelde chemische samenstelling van zuiverings-slib in vergelijking met stalmest en stadsvuilcompost. De waarden voor stalmest zijn ontleend aan Kolenbrander en De la Lande Cremer (1967). De gehalten voor lood, chroom, cadmium, nikkel, kwik, arseen en antimoon zijn van Van Driel (niet-gepubliceerde gegevens). De waarden voor zuiverings-slib zijn gemiddelde gehalten van monsters die na 1970 onderzocht zijn. De gehalten voor zware metalen hebben betrekking op slib van zuiver of nagenoeg zuiver huishoudelijke herkomst. De afzonderlijke waarden kunnen bij zuiverings-slib zo sterk van de gemiddelde waarden afwijken, dat deze in het algemeen niet gebruikt kunnen worden om een uitspraak te doen voor een bepaalde slibsoort. Daarvoor moeten altijd analysegegevens van de desbetreffende slibsoort aanwezig zijn.

Zuiverings-slib bevat gemiddeld meer stikstof, fosfaat en kalk dan stalmest, maar minder kalium, magnesium, natrium en chloor. De gemakkelijk oplosbare zouten verdwijnen met het effluent in het oppervlaktewater. Voor deze elementen is zuiverings-slib beter vergelijkbaar met stadsvuilcompost, die echter belangrijk armer is aan stikstof en fosfaat. Wat de gehalten aan zware metalen betreft, is zuiverings-slib van huishoudelijke herkomst goed vergelijkbaar met stadsvuilcompost. In slib van installaties waar vrij veel afvalwater van metaalverwerkende industrieën wordt ontvangen, kunnen de gehalten aan zware metalen, met name de gehalten aan zink, chroom, koper, cadmium en nikkel, veel hoger zijn. Omdat nu voor de berekening van de vervuilingkracht van het industriële afvalwater de hoeveelheid geloosde zware metalen mede als uitgangspunt genomen wordt, is te verwachten dat de industrieën zelf maatregelen gaan nemen om deze hoeveelheid zo klein mogelijk te houden, waardoor de gehalten in het slib lager zullen worden.

pathogene organismen

In zuiverings-slib worden bijna altijd *Salmonella* of: -kiemen

aangetroffen en vaak ook wormeieren (*Strongyloides*). Het verdient daarom aanbeveling het slib te pasteuriseren of op andere wijze kiemvrij te maken, alvorens het in de land- of tuinbouw te gebruiken. Nog sterker geldt dit voor gebruik op sportvelden en plantsoenen. Het Zwitserse 'Milchregulativ' verbiedt het gebruik van ongepasteuriseerd slib op grasland tijdens de weideperiode (Geering, 1968). In de Sovjet-Unie mag alleen door hittebehandeling kiemvrij gemaakt slib aan de landbouw worden afgegeven (Turovskii, 1974).

pesticiden en kankerverwekkende stoffen

Soms wordt het landbouwkundig gebruik van zuiverings-slib afgeraden, omdat er pesticiden in voorkomen. We beschikken over onvoldoende gegevens wat betreft de gehalten aan pesticiden in Nederlandse slibsoorten. Valdmaa (1971) geeft voor slibsoorten in Zweden de in tabel 2 vermelde waarden.

De gehalten aan pesticiden kunnen in zuiverings-slib soms vrij hoog zijn. Met 10 ton droog slib/ha (= ca. 200 m³ vloeibaar slib) wordt echter gemiddeld slechts 2,82 g lindaan gegeven, terwijl bij een grondbehandeling tegen insecticiden ca. 700 g/ha gegeven wordt. Het gebruik van DDT, dieldrin en

tabel 1. Chemische samenstelling van zuiverings-slib, stalmest en stadsvuilcompost. Gehalten in procent of ppm van de droge stof.

		zuiverings-slib	stalmest	stadsvuilcompost
organische stof (glv.)	%	48,0	65,0	38,5
stikstof	%	3,08	2,51	1,00
fosfor (P ₂ O ₅)	%	4,39	1,58	0,85
kali (K ₂ O)	%	0,24	1,72	0,31
kalk (CaO)	%	4,62	1,91	2,90
magnesium (MgO)	%	0,35	0,79	0,38
natrium (Na ₂ O)	%	0,22	0,46	0,28
Cl	%	0,21	0,93	0,26
ijzer (Fe)	ppm	28700	860	44000
mangaan (Mn)	ppm	830	230	360
zink (Zn)	ppm	1650	70	1500
lood (Pb)	ppm	250	20	850
chroom (Cr)	ppm	130	20	200
koper (Cu)	ppm	420	14	600
cadmium (Cd)	ppm	8	1	5
nikkel (Ni)	ppm	30	4	100
kwik (Hg)	ppm	10	0,1	5
arsen (As)	ppm	10	1	10
antimoon (Sb)	ppm	10	1	10

tabel 2. Gehalten (mg/kg droge stof) in Zweedse slibsoorten (Valdmaa, 1971).

	aantal monsters	laagste	hoogste	gemiddelde waarde
DDT (inclusief DDE en DDD)	146	0,017	2,900	0,378
lindaan	77	0,010	1,600	0,282
dieldrin	45	0,014	52,000	3,973
PCB*)	146	0,029	2,600	1,511

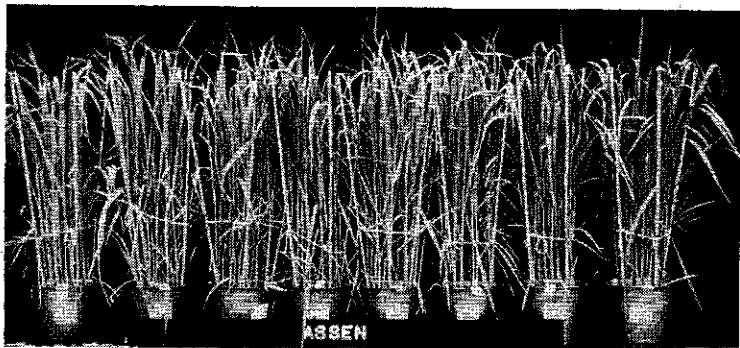
*) Polychloorbifenyl (PCB) is een persistente organische stof die o.m. een bestanddeel van smeerolie vormt.



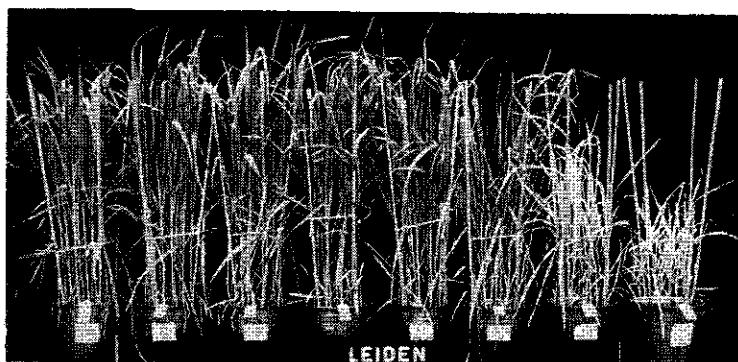
1. Negatief effect door een te hoog gehalte aan werkzame stikstof in zuiveringslib. Van links naar rechts: zandgrond voor respectievelijk 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, en 100 volumeprocent vervangen door voorgedroogd slib van een rioolwaterzuiveringsinstallatie te Almelo.



2. Negatief effect door een te laag gehalte aan werkzame stikstof in zuiveringslib. Van links naar rechts: zandgrond voor respectievelijk 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50 en 100 volumeprocent vervangen door voorgedroogd slib van een proef-rioolwaterzuiveringsinstallatie te Oss.



3. Van links naar rechts: zandgrond voor respectievelijk 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50 en 100 volumeprocent vervangen door uitgerijpt slib van huishoudelijke herkomst (Assen).



4. Idem industrieel gecontamineerd slib (Leiden).

aldrin is nu verboden. Het is daarom te verwachten, dat ze binnen afzienbare tijd niet meer in het slib zullen voorkomen.

De gehalten aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen (3,4 benzpyreen, 3,4 benzfluorantheen), waaraan kankerverwekkende eigenschappen worden toegeschreven, zijn in zuiveringslib evenals in stadsvuilcompost hoger dan in grond (Wagner en Siddiqi, 1970, 1971). De plant neemt deze stoffen ten dele op, maar is zelf ook in staat ze op te bouwen (Borneff et al., 1973). Terzijde zij opgemerkt, dat voedsel van nature al meer dan 100 kankerverwekkende stoffen bevat, waaronder zeer kwaadaardige (Henschler, 1975).

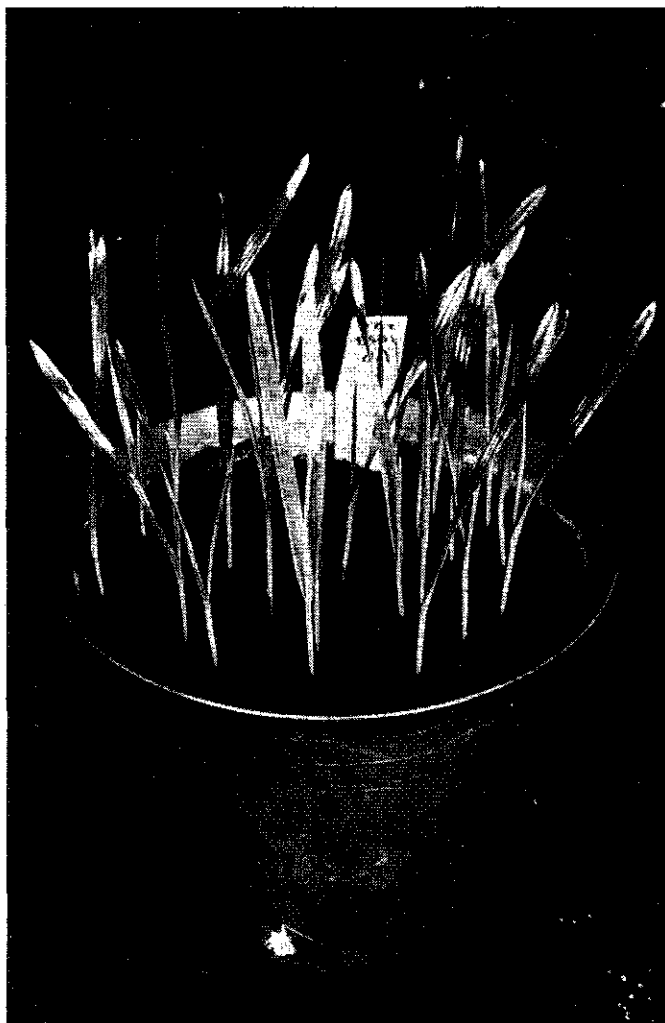
onderzoek naar de geschiktheid voor landbouwkundig gebruik van zuiveringslib met behulp van proeven met gewassen

Het is niet altijd mogelijk op grond van de chemische samenstelling van zuiveringslib een uitspraak te doen over de geschiktheid van het slib voor landbouwkundig gebruik. Aanvullend onderzoek met behulp van proeven met gewassen is vaak noodzakelijk. Het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid heeft in de laatste jaren ca. 50 slibsoorten op deze wijze onderzocht. Daarbij is uitgegaan van normale zandgrond. Deze is voor respectievelijk 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50 en 100 volumeprocent vervangen door slib, dat voor zover nodig eerst gedroogd, gemalen en daarna weer op een voor plantegroei vereist vochtgehalte gebracht werd. De slibhoeveelheden zijn zodanig gekozen, dat in één proef zowel het effect als meststof (1-5%), als grondverbeteringsmiddel (5-50%) en als cultuurgrond (100%) kan worden nagegaan. De hoogste giften hebben bovendien tot doel inzicht te verkrijgen in effecten, die op de lange duur bij frequente toediening van kleine giften kunnen optreden.

Het onderzoek wordt uitgevoerd in plastic potten, die met 1 liter van de grond/slibmengsels worden gevuld. Er worden minstens drie gewassen met een groeiduur van 4-8 weken per gewas na elkaar verbouwd. Bij het eerste gewas is meestal het stikstofeffect dominerend. In de regel is dit positief. Bij de hoogste slibgiften kan zoveel stikstof vrijkomen, dat er bijna of helemaal geen gewasgroei meer mogelijk is (fig. 1). Negatieve effecten tengevolge van te hoge gehalten aan zware metalen in het slib kunnen zich dan niet manifesteren. Soms is het stikstofeffect van het slib aanvankelijk negatief, bijvoorbeeld bij thermisch geconditioneerde slibsoorten. De gewasgroei is dan bij de hoogste slibgiften minimaal (fig. 2) en ook dan komen negatieve effecten door zware metalen niet tot uiting.

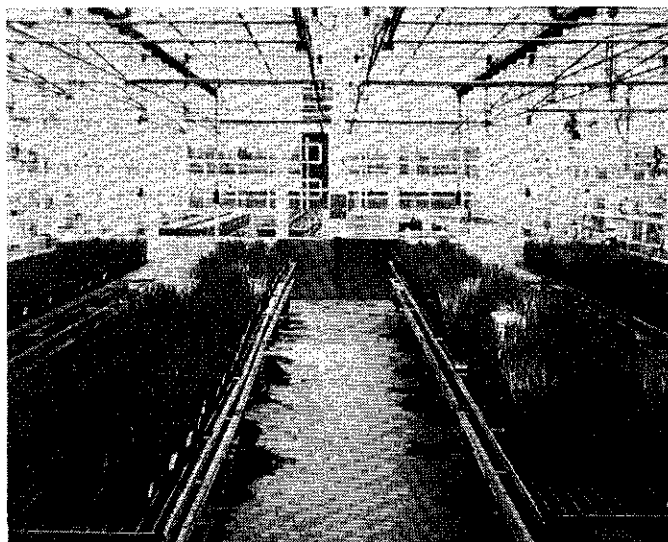
Omdat gewoonlijk in het begin te veel stikstof vrijkomt, worden de grond/slibmengsels na elk gewas doorgespoeld met 2 liter gedemineraliseerd water per pot waarbij de overmaat aan stikstof wordt verwijderd. Elk gewas ontvangt een normale PK-bemesting in de vorm van kunstmest, maar slechts de helft van een normale N-gift, om zowel een positief als een negatief stikstofeffect van het slib tot uiting te kunnen laten komen.

Als de stikstofeffecten niet meer domineren, is de groei van het gewas bij alle slibhoeveelheden nagenoeg gelijk wanneer



althans de gehalten aan zware metalen in het slib niet te hoog zijn, zoals in het slib van Assen (fig. 3). Is het gehalte wel hoog, zoals bij het slib van Leiden, dan treden bij de hoogste slibhoeveelheden negatieve effecten op (fig. 4). Het negatieve effect is hier vrijwel zeker veroorzaakt door nikkel. Figuur 5 laat de eerste stadia van de symptomen zien, die, voor zover bekend, typerend zijn voor een teveel aan nikkel. Het slib van Leiden bevatte behalve veel nikkel (934 ppm) ook hoge gehalten aan zink (5533 ppm), chroom (1693 ppm), koper (1084 ppm) en cadmium (135 ppm).

Figuur 6 geeft een overzicht van een proef met 15 slibsoorten van verschillende herkomst die lange tijd wordt voortgezet om na te gaan of zware-metaaleffecten bij gewassen in de loop van de tijd toe- of afnemen. Het eerste is tot dusverre het geval, vrijwel zeker tengevolge van verzuring van het substraat door kalkverliezen. Bij toediening van kalk verdwijnen de negatieve effecten. Figuur 7 laat dat zien voor slib van Leiden dat enkele jaren buiten op een hoop gelegen heeft, en in die tijd zuur is gaan reageren (pH-KC1 5,2). Zonder kalk begint het negatieve effect al bij 20 volumeprocent slib, met 8 g CaO/liter slib pas bij 100 volumeprocent. Uit ander onderzoek is gebleken, dat het negatieve effect geringer is naarmate het klei- of humusgehalte van de grond hoger is.



6. Overzicht van een onderzoek met 15 slibsoorten van verschillende herkomst. Lichte plekken in het gewas wijzen op schade door te hoge gehalten aan zware metalen in het slib.

5. Object 100 volumeprocent slib van fig. 4 twee weken na opkomst van het gewas (haver).

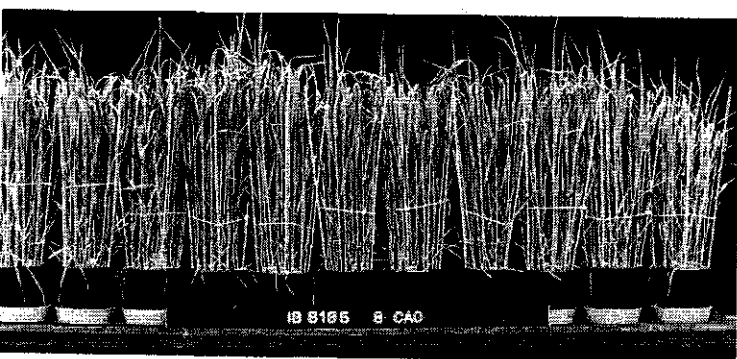
invloed van toediening van zuiverings-slib aan de grond op de chemische samenstelling van het gewas

Ook als tengevolge van een behandeling van de grond met zuiverings-slib het gewas uiterlijk geen schadesymptomen vertoont en de opbrengst normaal of hoger dan normaal is, kan de chemische samenstelling van het gewas toch al vrij sterk gewijzigd zijn. Dit blijkt uit figuur 8, waarin de gehalten aan diverse elementen in gras afkomstig van met zuiverings-slib van respectievelijk Eindhoven en Leiden behandelde grond zijn uitgedrukt in procenten van de gehalten van het gewas van de grond zonder slib. Voor dit onderzoek werd gebruik gemaakt van Mitscherlichpotten (inhoud ca. 5 liter). Van het gras zijn zeven sneden geoogst. De gesommeerde drogestofopbrengsten in g/pot zijn weergegeven in tabel 3.

Slib van Eindhoven heeft tot en met 100 volumeprocent een meeropbrengst gegeven ten opzichte van de grond zonder slib, ofschoon de maximumopbrengst bij een lager slibpercentage lag. Slib van Leiden gaf tot en met 50 volumeprocent een opbrengstvermeerdering ten opzichte van het 0-object. Gras is minder gevoelig voor een teveel aan zware metalen dan haver. Bij 100% slib van Leiden werd echter alleen bij de eerste snede nog enige opbrengst verkregen. In totaal werd van dit object onvoldoende materiaal geoogst voor een volle-



7. a. Van links naar rechts: zandgrond voor respectievelijk 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 en 100 volumepercent vervangen door enkele jaren oud slib van Leiden.
 b. Idem na toevoeging van kalk (8 g CaO/liter droog slib).



dige chemische analyse. Evenals in het slib van Leiden was ook in het slib van Eindhoven het gehalte aan zware metalen hoog (Zn 3326, Pb 1050, Cr 1294, Cu 2080, Cd 284 en Ni 274 ppm). Het kalkgehalte van het slib van Eindhoven was belangrijk hoger dan dat van Leiden.

Uit figuur 8 blijkt dat door het slib van Eindhoven vooral de gehalten aan Na en Cl zijn verhoogd. Van de metalen zijn vooral de gehalten aan Ni en Cd relatief sterk gestegen; door slib van Leiden zelfs tot respectievelijk het 145- en 35-voudige. Ook het kopergehalte (Eindhoven) en zinkgehalte (Leiden) geven een sterke stijging te zien. Het slib van Eindhoven veroorzaakte een sterke daling van het mangaangehalte, die niet verklaard kan worden door het mangaangehalte van dit slib. Dat was 1290 ppm en voor het slib van Leiden 844 ppm.

8. Invloed van industrieel gecontamineerde slibsoorten op de chemische samenstelling van het gewas. Gehalten in procent van O-object. Gehalten O-object: 3,12% N, 1,22% P₂O₅, 4,32% K₂O, 0,68% CaO, 0,30% MgO, 0,10% Na₂O, 0,06% Cl, 108 ppm Fe, 134 ppm Mn, 76 ppm Zn, 3 ppm Pb, 0,4 ppm Cr, 4,6 ppm Cu, 0,3 ppm Cd, 1,3 ppm Ni.

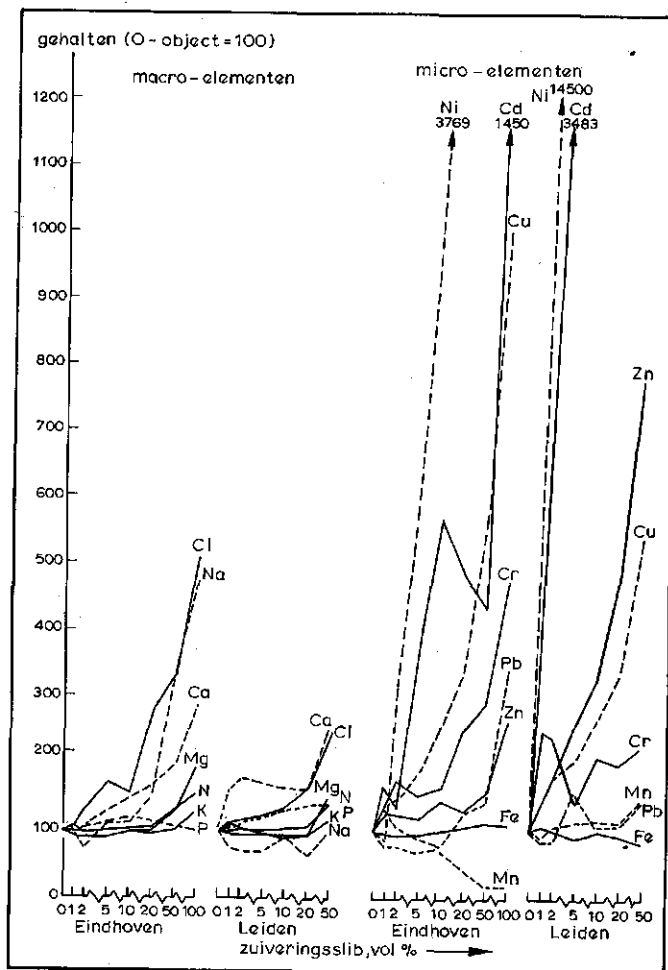
tabel 3. Gesommeerde drogestofopbrengsten in g/pot.

vol.% slib	0	1	2	5	10	20	50	100
Eindhoven	80,0	85,1	84,9	89,4	98,8	105,7	104,5	89,0
Leiden	80,0	87,2	88,9	94,0	98,5	100,9	90,4	4,2

tabel 4. Chemische samenstelling van drainwater uit slib van Leeuwarden in verschillende perioden. Gehalten in mg/liter.

	april - september 1972	april 1973	januari 1974
COD	1098	754	369
geleidbaarheid (μS*)	13040	11385	3283
N	1020	1051	258
P ₂ O ₅	14	12	14
K ₂ O	100	48	12
CaO	3262	2730	1320
MgO	1037	741	342
Na ₂ O	768	354	73
Cl	515	319	23
Fe	0,15	0,00	0,04
Mn	5,50	3,60	1,70
Zn	0,14	0,15	0,02
Pb	0,01	0,00	0,01
Cr	0,47	0,09	0,02
Cu	0,33	0,34	0,17
Cd	0,00	0,00	0,00
Ni	0,06	0,07	0,16

*) μS = microsiemens = 10⁻⁶ ohm⁻¹



de chemische samenstelling van drainwater uit zuiveringslib

Met enkele slibsoorten worden proeven genomen in vaten van 140 liter met de mogelijkheid tot opvang van het drainwater (fig. 9). Dit wordt periodiek geanalyseerd. Voor slib van Leeuwarden (100%) zijn de tot dusver verkregen resultaten weergegeven in tabel 4. Dit slib is van overwegend huishoudelijke herkomst. De chemische samenstelling was als volgt: organische stof 41%, N 1,98%, P_2O_5 5,75%, K_2O 0,34%, CaO 3,56%, MgO 0,66%, Na_2O 0,12%, Cl 0,04%, Fe 2,6%, Mn 1084, Zn 2394, Pb 538, Cr 193, Cu 933, Cd 3 en Ni 46 ppm.

Uit tabel 4 blijkt, dat het drainwater sterk verontreinigd is. De COD-waarde (chemisch zuurstofverbruik = maat voor de organische verontreiniging van het water) was voor een lichte zandgrond uit dezelfde proef respectievelijk 124, 60 en 70 en voor een zware kleigrond, respectievelijk 86, 48 en 63 mg O_2 /liter. De waarden voor geleidbaarheid (maat voor verontreiniging met oplosbare zouten) waren voor de zandgrond respectievelijk 372, 350 en 209 en voor de kleigrond 925, 786 en 352 microsiemens. Verantwoordelijk voor de geleidbaarheid van het drainwater uit het slib waren vooral stikstof (als nitraat), kalk, magnesium, natrium, en chloor. Fosfaat was betrekkelijk weinig mobiel evenals de zware metalen, met uitzondering van mangaan.

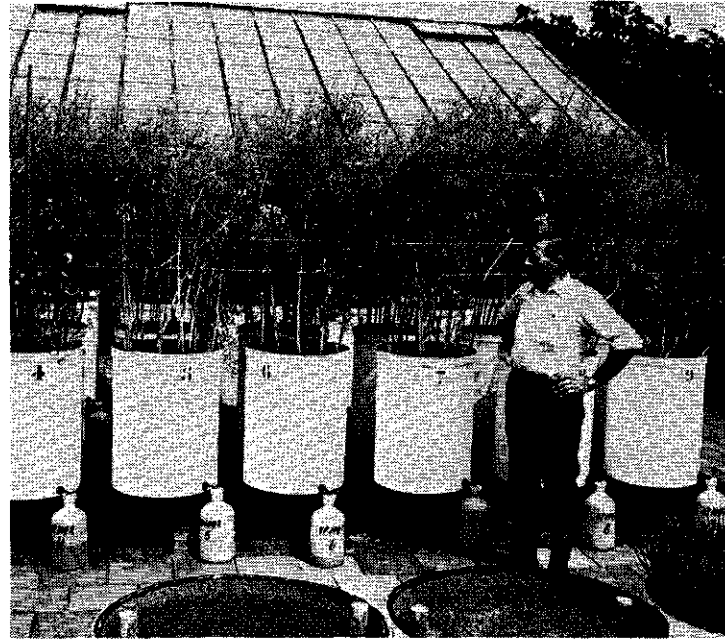
De vraag is hoe lang het duurt tot de samenstelling van het drainwater uit het slib gelijk is aan die uit normale grond. Uit tabel 4 blijkt een afnemende verontreiniging met verloop van de tijd. Hierbij dient bedacht te worden dat de hoeveelheden drainwater in de verschillende perioden niet gelijk waren (achtereenvolgens respectievelijk 15, 29 en 40 liter/pot).

advies inzake het gebruik van zuiveringslib in de landbouwpraktijk

Op korte termijn moet in de eerste plaats met het stikstof-effect rekening worden gehouden. In vloeibaar slib kan de stikstof wel voor een derde in minerale vorm voorkomen. Deze is uiteraard direct beschikbaar voor het gewas. De stikstofwerking van dergelijk slib kan voor het jaar van toediening wel op 50% van een overeenkomstige gift kunstmeststikstof gesteld worden. Bij ontwatering van het slib gaat de direct beschikbare stikstof grotendeels verloren en moet men het hoofdzakelijk hebben van de op korte termijn mineraliseerbare stikstof. Goed uitgerijpt slib bevat nog slechts weinig op korte termijn mineraliseerbare stikstof.

Naast stikstof bevat zuiveringslib vrij veel fosfaat, vooral bij toepassing van de derde zuiveringstrap. De werking van het fosfaat in dergelijk slib is nog in onderzoek. Voor 'normaal' slib kan de fosfaatwerking gelijk gesteld worden met die van de gangbare fosfaatmeststoffen. De kaliwerking van zuiveringslib kan in verband met het lage gehalte verwaarloosd worden.

Bij vaak herhaalde bemesting met zuiveringslib of bij te grote giften ineens kunnen de gehalten aan sommige sporelementen (Zn, Cu) of zware metalen zonder nuttig effect (Pb, Cr, Cd, Ni) te hoog worden. Het Consulentenschap voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw beveelt daarom aan



9. Onderzoek van slibsoorten op semi-praktijkschaal met drainwateronderzoek.

op bouwland niet meer dan gemiddeld 2 ton zuiveringslib van huishoudelijke herkomst gerekend als droge stof per ha per jaar te geven (Henkens, 1974). De grenswaarden voor de gehalten aan zware metalen in dergelijk slib zijn: Zn 2000, Pb, Cr en Cu 500, Ni, 50, Cd en Hg 10 ppm. Consequente doorvoering van dit advies gedurende een periode van honderd jaar betekent een belasting van de grond op drogestofbasis met maximaal 200 ppm Zn, 50 ppm Cu, 5 ppm Ni en 1 ppm Cd en Hg. Voor lichte gronden is hiermee de grens van de belastbaarheid wel bereikt. Gronden met een hoger gehalte aan afslibbare delen en/of humus zijn eventueel zwaarder belastbaar. Zoals aangetoond, speelt de kalktoestand daarbij ook een belangrijke rol. Er moet ook rekening worden gehouden met de bouwvoordikte. Voor grasland wordt de helft van de bovengenoemde hoeveelheid geadviseerd.

Met nadruk wordt erop gewezen, dat het noemen van grenswaarden voor de belastbaarheid van de grond geen aanbeveling is om op korte termijn zoveel slib te geven dat die grenswaarden bereikt worden. Daarvoor zijn er nog te veel onzekere factoren. Het onderzoek is nog vrij jong en het materiaal heterogeen en complex van aard. Het gebruik van zuiveringslib van onbekende herkomst of samenstelling moet worden afgeraden.

samenvatting

Bij de met het oog op de kwaliteit van ons oppervlaktewater noodzakelijke zuivering van het afvalwater ontstaat slib, dat door zijn gehalten aan stikstof, fosfaat en organische stof een zekere waarde heeft als meststof of grondverbeteringsmiddel. Een effect als grondverbeteringsmiddel kan alleen verwacht worden na herhaaldelijk gebruik als meststof of bij gebruik

van grote hoeveelheden ineens. In het laatste geval kunnen de gehalten aan stikstof en fosfaat beperkende factoren vormen. Bij geregeld gebruik als meststof en bij gebruik van grote hoeveelheden ineens kunnen ook de gehalten aan zware metalen een beperkende factor vormen. Aanbevolen wordt daarom van zuiverings-slib op drogestofbasis gemiddeld per ha per jaar niet meer te geven dan 2 ton op bouwland en 1 ton op grasland en in totaal nooit meer dan 200 respectievelijk 100 ton. Deze aanbeveling geldt voor zuiverings-slib van huishoudelijke herkomst, dat op drogestofbasis niet meer dan 2000 ppm zink, 500 ppm koper, lood en chroom, 50 ppm nikkel en 10 ppm cadmium en kwik bevat. Zijn op de openbare riolering metaalverwerkende industrieën aangesloten, dan kunnen de gehalten aan zware metalen in het slib belangrijk hoger worden. Dit slib is in het algemeen voor landbouwkundig gebruik niet geschikt. Negatieve effecten door zware metalen kunnen door bekalking sterk worden teruggedrongen.

literatuur

Anderson, M.S. Sewage sludge for soil improvement. *U.S., Dep. Agric., Circ. No. 972* (1955).

- Borneff, J., Farkasdi, G., Glathe, H. & Kunte, H. Führt die Verwendung von Siedlungsabfallkomposten zu einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit? *Müll Abfall* 5 (1973) 101-107.
- Geering, J. Richtlinien für die Verwendung von Abwasserklärslamm im schweizerischen Futter- und Ackerbau. *Mitt. Schweiz. Landwirtschaft.* 16 (1968) 1-16.
- Haan, S. de. Landbouwkundige en milieuhygiënische consequenties van het gebruik van zuiverings-slib als meststof, grondverbeteringsmiddel of stortmateriaal. *H₂O* 5 (1972) 325-328.
- Henkens, C.H. Beleid bij toediening van stedelijke afvalstoffen aan de grond. Consulentenschap voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw, Wageningen, S. 119/19-2-74 (1974).
- Henschler, H. Toxikologische Bedeutung von Fremdstoffen in der Nahrung. *Landwirtsch. Forsch., Sonderh.* 31/1 (im Druck).
- Kolenbrander, G.J. & De la Lande Cremer, L.C.N. Stalmest en gier. *Veenman, Wageningen*, 1967.
- Turovskii, I.C. (Voorlopige eisen aan thermisch gedroogd zuiverings-slib bij gebruik in de landbouw). Pamfilov Akademie voor Kommunale Wetenschappen, Moskou, 1974 (Russisch).
- Valdmaa, K. Avloppsamets användning inom jordbruket II. *K. Skogs-Lantbruksakad. Tidskr.* 110 (1971) 32-46.
- Wagner, K.-H. & Siddiqi, I. Der Stoffwechsel von 3,4 Benzpyren und 3,4 Benzfluoranthren im Sommerweizen. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 127 (1970) 211-218.
- Wagner, K.-H. & Siddiqi, I. Die Speicherung von 3,4 Benzfluoranthren in Sommerweizen und Sommerroggen. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 130 (1971) 241-243.