

Zuiveringslib als meststof

Gehalte aan zware metalen beperkt het gebruik

door ir. S. de Haan*

De laatste jaren zijn steeds meer landbouwers er toe overgegaan om zuiveringslib als organische meststof te gaan gebruiken. Er werd geadviseerd om, in afwachting van nader onderzoek, zeer voorzichtig te zijn met het gebruik van deze meststof. Het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren heeft vrij veel onderzoek verricht naar de landbouwkundige gebruiksmogelijkheden van dit zuiveringslib. Men is nu tot de conclusie gekomen dat zuiveringslib onder bepaalde voorwaarden in de akkerbouw kan worden gebruikt als organische

meststof met als regel een vrij hoog stikstof- en fosfaatgehalte. Het gehalte aan zware metalen maakt beperking van het gebruik noodzakelijk. Het advies luidt nu om van slib van huishoudelijke herkomst op droge-stof-basis niet meer te gebruiken dan twee ton per ha per jaar. Onder slib van huishoudelijke herkomst wordt dan verstaan slib met maximaal de volgende gehalten aan zware metalen in de droge stof: zink 2.000 dpm, koper, chroom en lood 500 dpm, nikkel 100 dpm en cadmium en kwik 10 dpm. (dpm = milligram per kilogram = 0,0001 procent).

Zuiveringslib ontstaat met een droge-stofgehalte van slechts enkele procenten. Door indiking kan dit worden opgevoerd tot 5 procent of meer. In deze toestand wordt het slib vaak aan de landbouw aangeboden. Het vloeibare produkt kan met behulp van vacuümtanks gemakkelijk over het land worden verspreid, maar de transportkosten zijn hoog. Dit bergt het gevaar in zich, dat te vaak wordt teruggekomen op percelen in de directe omgeving van de zuiveringsinstallaties.

Als het slib niet in vloeibare vorm kan worden afgezet moet het eerst worden gedroogd. Dit kan op natuurlijke wijze gebeuren op droogvelden, maar ook op kunstmatige wijze met behulp van andere persen, centrifuges en filters.

Het gedroogde produkt kan met behulp van stalmentstrooiers over het land worden verspreid. Voor een goede strooibaarheid moet het droge-stofgehalte dan minstens ongeveer 40 procent zijn. Dat wordt in de natuur en ook bij kunstmatige ontwa-

tering vaak niet bereikt. Soms wordt het slib met behulp van warmte in een trommeldroger gedroogd tot een droge-stofgehalte van 90 procent of meer.

Er wordt dan een korrelvormig produkt verkregen, dat met behulp van een kunstmeststrooier over het land kan worden verspreid.

TABEL 1 — CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN ZUIVERINGSSLIB IN VERGELIJKING MET RUNDVEEDRIJFMEST. GEHALTEN IN % OF DPM* VAN DE DROGE STOF

	zuiveringslib				rundveedrijfmest
	aantal	gemiddelde	laagste	hoogste	gemiddelde waarde
% organische stof	564	60,5	37,2	78,6	70,0
% stikstof (N)	573	4,41	1,93	7,89	5,60
% fosfor (P ₂ O ₅)	570	4,80	1,28	9,32	2,38
% kali (K ₂ O)	541	0,36	0,00	1,38	6,75
% kalk (CaO)	536	4,80	1,82	9,00	2,62
% magnesium (MgO)	439	0,43	0,10	1,00	1,25
% natrium (Na ₂ O)	79	0,51	0,05	1,50	1,26
% chloor (Cl)	170	0,46	0,05	1,67	3,25
% zwavel (SO ₂)	11	3,35	1,76	5,25	2,12
dpm arseen (As)	13	8,5	0,0	14,8	1,3
dpm borium (B)	32	82	27	142	18
dpm cadmium (Cd)	188	8	3	84	1
dpm chroom (Cr)	202	220	24	1.429	20
dpm cobalt (Co)	64	3,7	0,0	15,4	1,4
dpm koper (Cu)	321	492	140	1.287	44
dpm ijzer (Fe) ^{a/b}	147	1,59	0,48	3,85	0,09
dpm kwik (Hg)	37	2,2	0,5	16,0	0,1
dpm mangaan (Mn)	78	524	160	1.220	230
dpm molybdeen (Mo)	13	14	2	51	0,9
dpm nikkel (Ni)	202	80	10	357	4
dpm lood (Pb)	256	385	150	989	20
dpm zink (Zn)	337	1.647	639	4.770	160

* dpm = delen per miljoen = milligram per kilogram = 0,0001 %

Chemische samenstelling van zuiveringslib

De meest recente gegevens vindt u in tabel 1. Ze zijn afkomstig van meer dan 500 monsters, die in de periode oktober 1972-maart 1976 door het Bedrijfslaboratorium voor Gronden en Gewasonderzoek te Oosterbeek onderzocht zijn. Niet elk monster is op alle elementen onderzocht. Per element is het aantal monsters vermeld en de gemiddelde, laagste en hoogste waarde. Hierbij is 5 procent van de laagste en hoogste waarden buiten beschouwing gelaten omdat er monsters bij waren met extreem lage droge-stofgehalten. Bij de omrekening op droge stof kunnen dan grote fouten worden gemaakt. De omrekening op droge stof was noodzakelijk omdat er anders helemaal geen vergelijking mogelijk was. Ook nu blijken er nog enorme verschillen tussen de laagste en hoogste waarden te bestaan. Een gemiddelde waarde zegt dan heel weinig. De hoofdelementen zijn in tabel 1 opgegeven in procenten, de micro-elementen in delen per miljoen (dpm = milligram per kilogram = 0,0001 procent). In

* De heer S. de Haan is werkzaam bij het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren/Groningen

tabel I zijn ter vergelijking ook de meest recente cijfers voor rundveedrijfmest opgenomen. Zuiveringsslib en rundveedrijfmest kunnen elkaar tot op zekere hoogte aanvullen. Zuiveringsslib past in elk geval beter bij rundveedrijfmest dan bij varkensdrijfmest, omdat het laatste een hoog kopergehalte heeft, evenals zuiveringsslib.

Zuiveringsslib veroorzaakt geen verbranding

Uit tabel I blijkt dat zuiveringsslib wat betreft zijn organische stof- en stikstofgehalte veel overeenkomst vertoont met rundveedrijfmest. Zuiveringsslib bevat meer fosfor, maar veel minder kali dan rundveedrijfmest. Verder bevat zuiveringsslib meer kalk en zwavel, maar minder magnesium, natrium en chloor dan rundveedrijfmest. Het gehalte aan gemakkelijk oplosbare zouten is in het algemeen in zuiveringsslib laag. Met gevolg is dat zuiveringsslib op grasland ook bij toediening bij sterk drogend weer geen verbranding veroorzaakt.

Werkzaamheid hoofdelementen varieert sterk

De voornaamste plantenvoedende elementen in zuiveringsslib zijn stikstof en fosfor. De werkzaamheid van de stikstof in zuiveringsslib kan in vergelijking met kunstmeststikstof variëren van minder dan nul tot honderd procent. Volledig werkzaam is alleen de in water oplosbare stikstof. Het verdient aanbeveling deze steeds naast het totaalgehalte te laten bepalen. In vloeibaar slib kan de in water oplosbare stikstof wel meer dan 50 procent van het totaal uitmaken. Gedroogd slib bevat slechts weinig in water oplosbare stikstof. De rest zit in de organische stof en kan alleen door afbraak van deze organische stof door micro-organismen vrijkomen.

Is het totale stikstofgehalte lager dan twee procent van het organische stofgehalte dan kan het stikstofeffect van het slib aanvankelijk negatief zijn. Dit is ook het geval bij slib, dat ter verbetering van de ontwaterbaarheid een hittebehandeling heeft ondergaan, waarbij alle gemak-

kelijk beschikbare stikstof verloren gaat. Het tijdstip van toedienen is voor de werkzaamheid van de stikstof ook erg belangrijk.

Het fosfaatgehalte van zuiveringsslib is in het algemeen vrij hoog. Het is voor ongeveer gelijke delen afkomstig van de menselijke uitwerpselen en van wasmiddelen. Bij zuiveringsinstallaties, die zijn uitgerust met een zogenaamde derde zuiveringstrap kan het fosfaatgehalte in de droge stof wel 10 procent of méér bedragen. Bij de derde zuiveringstrap wordt opgelost fosfaat meestal met behulp van ijzer- of aluminiumzouten neergeslagen. Daarbij worden moeilijk oplosbare ijzer- of aluminiumfosfaten gevormd. Bij een door ons uitgevoerd onderzoek met gras als proefgewas werd van het fosfaat in deze vormen niets opgenomen. In het onderzoek waren 15 verschillende slibsoorten betrokken. Het fosfaateffect was erg verschillend. Gemiddeld was het niet groter dan 50 procent van het effect van superfosfaat.

Het kaligehalte van zuiveringsslib is in het algemeen zo laag, dat er bij de bemesting geen

rekening mee hoeft te worden gehouden. Het laatste geldt ook voor de overige elementen.

Micro-elementen; cadmium het gevaarlijkst

Met uitzondering van borium behoren de in tabel I genoemde micro-elementen allemaal tot de zware metalen. Tegenwoordig worden ze meestal ook zo genoemd en dan denkt men in de eerste plaats aan negatieve effecten. Een aantal van deze elementen (B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) is echter noodzakelijk voor de voeding van plant of dier, zij het ook in kleine hoeveelheden (sporen; vandaar ook de naam sporenelementen). Te hoge gehalten in het gewas kunnen schadelijk worden voor het gewas zelf of voor de consument van het gewas.

Er moet rekening mee worden gehouden, dat er in de toekomst wettelijke maatregelen kunnen komen voor maximaal toelaatbare gehalten aan elementen als arseen, cadmium, kwik en lood in leversmiddelen, dus ook voor vlees en melk.

Van de genoemde elementen is cadmium in zuiveringsslib het

meest gevaarlijk, omdat het vrij gemakkelijk door het gewas wordt opgenomen. Via het gras komt het in de koe dan vooral in organen als lever en nieren terecht. In het vlees komt veel minder terecht en nog weer veel minder in de melk. De genoemde organen werken in zekere zin als een zeef. Helemaal dicht is zo'n zeef echter nooit.

Het gehalte aan zware metalen in zuiveringsslib kan erg hoog zijn als metaalverwerkende industrieën op de openbare riole-ring zijn aangesloten en geen afdoende maatregelen worden genomen om de metalen uit het afvalwater terug te winnen. Het onderzoek van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid is de laatste jaren vooral gericht geweest op de vraag in hoeverre zware metalen in zuiveringsslib een belemmering kunnen vormen voor het landbouwkundig gebruik.

Hoog gehalte aan zware metalen geeft negatieve effecten

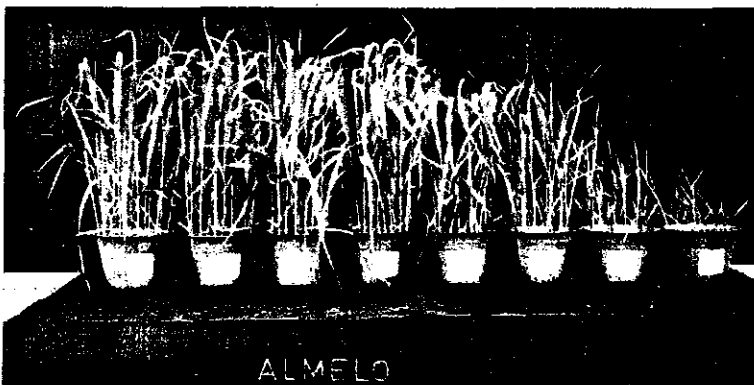
Er zijn in de laatste jaren meer dan 50 slibsoorten onderzocht op hun geschiktheid voor landbouwkundig gebruik door een zandgrond voor respectievelijk 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50 en 100 volumeprocent te vervangen door voorgedroogd slib. Met de laagste percentages werd het effect als meststof nagegaan, met de middelste het effect als grondverbeteringsmiddel en met het hoogste het effect als cultuurgrond. De grond bestaat dan dus uit enkel slib.

Voor routine-onderzoek worden potten gebruikt met een inhoud van één liter. Er werden enkele gewassen na elkaar verbouwd met een groeitijd van 4-6 weken. Haver bleek een heel geschikt proefgewas.

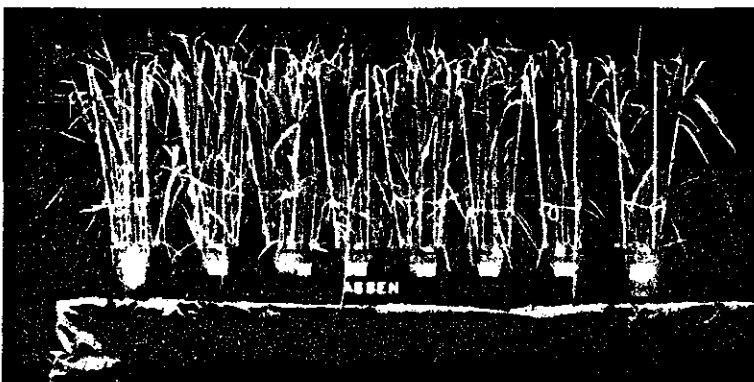
Bij het eerste gewas overheerste als regel het stikstofeffect. Bij de hogere volumepercentages kwam meestal zoveel stikstof vrij, dat er vrijwel niets meer groeide. Foto 1 laat dat zien voor slib van Almelo.

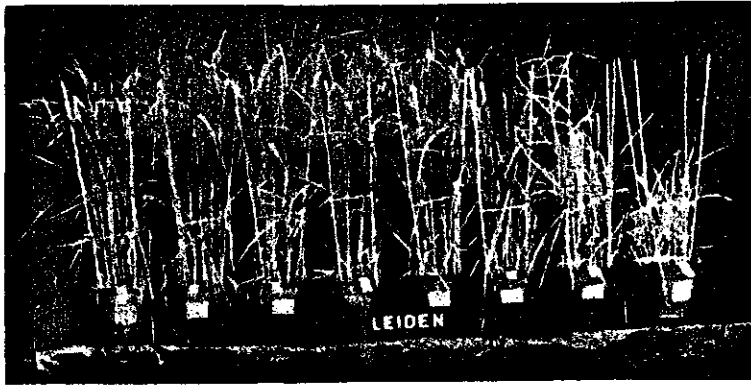
Het teveel aan stikstof werd verwijderd door de grond/slibmengsels na de oogst van het gewas door te spoelen met schoon water. Bij het tweede of derde gewas werd dan ook bij 100 procent slib een vrijwel normaal gewas verkregen als het gehalte aan zware metalen in het slib

1. Van links naar rechts 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50 en 100 volumeprocent voorgedroogd slib van Almelo. Eerste gewas. Stikstofovermaat

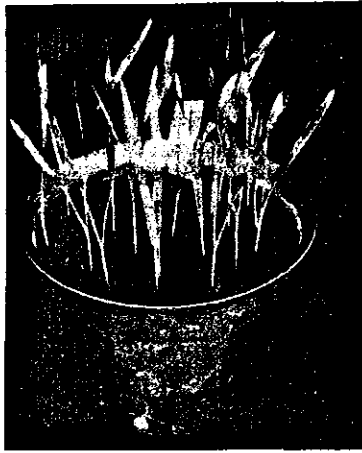


2. Van links naar rechts 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50 en 100 volumeprocent voorgedroogd slib van Assen. Derde gewas. Normaal



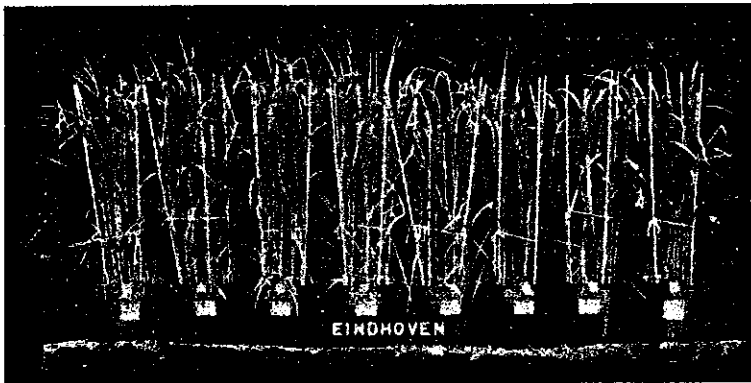


3. Van links naar rechts 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50 en 100 volumeprocent voorgedroogd slib van Leiden. Derde gewas. Overmaat zware metalen



4. Symptomen van nikkelovermaat

5. Onder: Van links naar rechts 0, 1, 2, 5, 10, 20 en 100 volumeprocent voorgedroogd slib van Eindhoven. Derde gewas. Uiterlijk normaal



6. Onderzoek van landbouwkundige gebruiksmogelijkheden van slibsoorten in grote potten met mogelijkheid voor drainwateronderzoek



laag was, zoals bij het slib van Assen (foto 2). Was het gehalte aan zware metalen hoog, zoals bij het slib van Leiden, dan traden bij de hoogste slibpercentages negatieve effecten op (foto 3). Aan het uiterlijk van het gewas was te zien dat het hier in de eerste plaats ging om nikkelovermaat (foto 4).

Niet bij alle slibsoorten met een hoog gehalte aan zware metalen traden negatieve effecten op. Op puur slib van Eindhoven bij voorbeeld groeide ondanks een hoog gehalte aan zware metalen in het slib een uiterlijk volkomen normaal gewas (foto 5). De vraag was dan wel, of een uiterlijk normaal gewas ook innerlijk, dat wil zeggen wat betreft chemische of minerale samenstelling, normaal was. Voor de beantwoording van deze vraag was een chemische analyse nodig en daarvoor was meer materiaal nodig dan van kleine potten kon worden verkregen.

Een aantal slibsoorten werd echter ook onderzocht in potten met een inhoud van 150 liter, waarbij het ook mogelijk was het drainwater op te vangen en te analyseren (foto 6). In dit onderzoek was behalve een lichte zandgrond ook een zware rivierkleigrond opgenomen. Het onderzoek begon in 1972. In dat jaar werd gele mosterd verbouwd, in 1973 gras, in 1974 snijmaïs, in 1975 suikerbieten en in 1976 aardappelen.

We zullen nu achtereenvolgens

de opbrengst en chemische samenstelling behandelen van aardappelen, suikerbieten en snijmaïs, verbouwd op puur slib van Assen, Leiden en Eindhoven in vergelijking met de zand- en kleigrond. Om een goed inzicht te krijgen in het wezen van zuiverings-slib is het goed puur slib te vergelijken met grond.

Aardappelen; hogere gehalten aan molybdeen en zink

De opbrengst en chemische samenstelling van aardappelen is weergegeven in tabel 2. De knolopbrengsten zijn omgerekend in tonnen per hectare. Men dient daarbij te bedenken, dat er van een pot per oppervlakte-eenheid altijd meer geoogst wordt dan in het veld. Er is ruimte tussen de potten en een deel van deze ruimte wordt door het gewas benut voor assimilatie. Het blijkt (zie tabel 2) dat de knolopbrengst op het slib van Assen en Eindhoven groter is geweest dan op de zand- en de kleigrond, maar op het slib van Leiden veel lager. Van de knollen van het slib van Assen was het droge-stofgehalte erg laag. Waarschijnlijk hangt dit samen met het hoge stikstofgehalte. Behalve het stikstofgehalte is ook het fosfaatgehalte van de knollen van de slibsoorten hoger dan van de grondsoorten. Het kaligehalte van de knollen van het slib van Assen en Eind-

TABEL 2 — OPBRENGST EN CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN AARDAPPELEN VAN EEN ZAND- EN EEN KLEIGROND EN VAN VOORGEDROOGD ZUIVERINGSSLIB VAN ASSEN, LEIDEN EN EINDHOVEN IN HET VIJFDE PROEFJAAR

	grond		zuiverings-slib		
	zand	klei	Assen	Leiden	Eindhoven
knolopbrengst					
ton/ha	66,8	89,1	99,3	6,8	123,0
% droge stof	24,2	26,3	20,3	27,1	23,6
	gehalten in % of dpm van de droge stof				
% N	1,04	0,89	2,28	1,30	1,71
P ₂ O ₅	0,52	0,64	1,00	0,93	0,63
K ₂ O	1,95	1,88	1,42	2,41	1,36
CaO	0,04	0,08	0,10	0,22	0,08
MgO	0,12	0,12	0,12	0,16	0,10
Na ₂ O	0,008	0,008	0,008	0,008	0,006
Cl	0,10	0,20	0,15	0,21	0,18
dpm B	5,9	5,2	4,0	6,3	4,7
Cu	5,6	5,4	7,2	5,6	7,7
Fe	20,2	16,3	19,3	15,3	13,3
Mn	10,1	5,4	7,3	8,0	3,8
Mo	0,25	0,11	1,59	0,48	13,2
Ni	0,3	1,9	1,2	17,1	6,0
Pb	0,2	0,0	0,0	0,3	0,1
Zn	19,4	13,4	30,6	30,5	34,7

Wat is zuiverings-slib?

Zuiverings-slib is het bezinsel, dat achterblijft bij de zuivering van afvalwater. Het gaat in dit geval over afvalwater, dat in de openbare riolering wordt geloosd. Dat is in de eerste plaats huishoudelijk afvalwater uit toilet, keuken en wasgelegenheid. Meestal komt ook het regenwater, dat op daken, straten enzovoort valt met de daarin opgeloste of meegevoerde stoffen in de openbare riolering terecht. Verder komt daarin ook het afvalwater van industrieën terecht, voorzover deze over een lozingsvergunning beschikken. Deze wordt als regel verleend als wordt voldaan aan de voorwaarde dat het zuiveringsproces er niet nadelig door wordt beïnvloed.

Het zuiveringsproces is voor een belangrijk deel een microbiologisch proces. Stoffen, die schadelijk zijn voor hogere organismen (planten, dieren), zijn dit in de regel ook voor micro-organismen. Het ongestoord verlopen van het zuiveringsproces is daarom in zekere zin een garantie voor de onschadelijkheid van het betreffende slib voor landbouwkundig gebruik. Afdoende is deze garantie echter niet. Micro-organismen kunnen aan bepaalde schadelijke invloeden beter aangepast zijn dan hogere organismen en in het slib kunnen bepaalde schadelijke stoffen zich ophopen.

TABEL 3 — OPBRENGST EN CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN SUIKERBIETEN

	grond		zuiverings-slib		
	zand	klei	Assen	Leiden	Eindhoven
bietopbrengst					
ton/ha	57,4	95,1	149,8	0,0	153,9
% droge stof	27,7	24,2	19,8		22,0
% suiker	18,04	16,86	13,19		14,45
amino-N mg/ 100 g suiker	131	98	491		383
gehalten in de droge stof					
% N	0,44	0,89	-0,67		0,73
P ₂ O ₅	0,16	0,38	0,69		0,36
K ₂ O	0,52	0,73	0,85		0,90
CaO	0,28	0,34	0,94		0,98
MgO	0,14	0,20	0,14		0,13
Na ₂ O	0,01	0,04	0,07		0,07
Cl	0,03	0,01	0,04		0,02
dpm B	11,6	10,9	11,4		12,5
Cd	0,5	1,0	0,5		3,2
Cr	0,04	0,03	0,03		0,04
Cu	3,6	6,4	11,0		12,3
Fe	24,0	24,8	17,3		13,7
Mn	51,7	61,2	72,6		11,0
Mo	0,01	0,02	0,10		0,73
Ni	0,5	1,7	0,6		4,5
Pb	0,7	0,3	0,3		0,5
Zn	83	79	145		62

TABEL 4 — OPBRENGST EN CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN SNIJMAÏS

	grond		zuiverings-slib		
	zand	klei	Assen	Leiden	Eindhoven
verse opbrengst					
ton/ha	86,8	110,1	126,0	60,0	107,7
% droge stof	29,7	32,0	33,8	26,3	29,4
gehalten in de droge stof in % of dpm					
% N	1,33	1,34	1,75	1,63	1,69
P ₂ O ₅	0,51	0,69	1,01	1,01	0,62
K ₂ O	1,28	1,24	0,64	1,29	1,01
CaO	0,27	0,35	0,81	1,18	0,66
MgO	0,18	0,21	0,39	0,19	0,28
Na ₂ O	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Cl	0,06	0,12	0,06	0,10	0,13
dpm Cd	0,7	1,8	2,3	41,8	12,2
Cr	2,5	1,6	1,8	2,2	4,8
Cu	3,1	4,1	8,4	9,4	9,3
Fe	94	110	86	130	91
Hg	0,04	0,02	0,04	0,06	0,03
Mn	43	31	100	157	15
Ni	1,8	1,3	1,9	38,2	2,5
Pb	3,9	4,1	5,1	7,6	4,9
Zn	68	66	200	383	111

hoven is lager, dat van die van het slib van Leiden hoger. Ook het kalkgehalte van deze knollen was erg hoog. Van de microelementen zijn de gehalten aan molybdeen en zink van de knollen van de slibsoorten duidelijk hoger dan van de grondsoorten. Bij het slib van Leiden en Eindhoven zijn bovendien de nikkelgehalten hoger. Het mangaangehalte van de knollen is bij het slib van Eindhoven laag. Nog niet bekend zijn de uitslagen van de gehalten aan arseen, cadmium, chroom en kwik. Waarschijnlijk is ook het cadmiumgehalte van de knollen van het slib van Eindhoven en Leiden sterk verhoogd.

Suikerbieten; lage drogestof- en suikergehalte

Het resultaat met het gewas suikerbieten is wat betreft de biet weergegeven in tabel 3. Van het slib van Leiden werd geen opbrengst verkregen en zijn dus ook geen gehalten bekend. De bietenopbrengst (tabel 3) was op het slib van Assen en Eindhoven hoger dan op de zand- en kleigrond. Het drogestof- en suikergehalte van de bieten was voor de slibsoorten lager dan voor de grondsoorten, het gehalte aan schadelijke stikstof (amino-N) hoger.

In de biet waren van de hoofdelementen alleen de gehalten aan fosfor en kalk voor de slibsoorten hoger dan voor de grondsoorten. Van de microelementen was dit het geval voor koper (beide slibsoorten), molybdeen (idem, cadmium (Eindhoven), nikkel (idem) en zink (Assen). De bieten van het slib van Eindhoven kenmerkten zich door een erg laag mangaangehalte.

Het resultaat verkregen met bietenloof laten we hier kortheidshalve achterwege. In het algemeen waren de effecten bij het loof veel sterker dan bij de biet.

Snijmaïs

Het resultaat met dit gewas is weergegeven in tabel 4. Het blijkt, dat snijmaïs het in vergelijking met aardappelen en suikerbieten op het slib van Leiden vrij goed gedaan heeft, ook al blijft de opbrengst ver achter bij die van de andere slibsoorten en grondsoorten.

In vergelijking met de grondsoorten is de chemische samenstelling van het gewas van het slib van Assen (tabel 4) niet sterk gewijzigd. Voor de hoofdelementen is de verandering eerder gunstig dan ongunstig. Het stikstof-, fosfaat-, kalk- en magnesiagehalte is gestegen, het kaligehalte gedaald. Bij de microelementen is er een lichte stijging van het cadmiumgehalte en een duidelijke stijging van het koper-, mangaan- en zinkgehalte.

Het gewas van het slib van Leiden onderscheidt zich vooral door een extreem hoog cadmium- en nikkelgehalte. Ook bij het slib van Eindhoven is het cadmiumgehalte van het gewas zeer hoog. Het mangaangehalte van dit gewas is erg laag. Het gedrag van zuiverings-slib ten aanzien van het mangaangehalte van het gewas is nog steeds een raadsel. De ene slibsoort verhoogt het gehalte in het gewas en een andere verlaagt het zonder dat het mangaangehalte van de slibsoorten verschilt.

Invloed vloeibaar slib op opbrengst en chemische samenstelling van het gewas

Zuiverings-slib wordt de landbouw in de praktijk meestal in vloeibare vorm aangeboden. Afzet in deze vorm is voor de producent van het slib het meest aantrekkelijk. Meestal is hij bereid het slib in deze vorm gratis op het land te brengen. Wij geven vanaf 1972 aan een zandgrond in vaten als op foto 6 jaarlijks 0, 150, 300 en 450 m³/ha vloeibaar slib van Alkmaar en Almelo op basis van een drogestofgehalte van 5 procent. Het eerste slib voldoet wat het gehalte aan zware metalen betreft aan de normen voor slib van huishoudelijke herkomst, het tweede bevat nogal wat cadmium en nikkel van industriële herkomst. De hoeveelheden zijn zo groot mogelijk genomen om zo snel mogelijk een antwoord te krijgen hoeveel slib in de loop van de tijd in totaal kan worden gegeven zonder gevaar voor de opbrengst en/of een nadelige verandering van de chemische samenstelling van het gewas. Tabel 5 geeft voor de potten zonder slib en met de hoogste slibgift opbrengst en chemische samenstelling van het gewas

aardappelen, dat in 1976 werd verbouwd. In 1977 werden groentegewassen verbouwd, maar daar is de chemische samenstelling nog niet van bekend. Van de aardappelen zijn ook de gehalten aan arseen, cadmium, chroom en kwik nog niet bekend. Verwacht kan worden, dat de gehalten aan arseen, chroom en kwik niet zijn veranderd, maar dat het cadmiumgehalte door het slib van Alkmaar iets en door het slib van Almelo vrij sterk is verhoogd.

Uit tabel 5 blijkt, dat de slibsoorten als meststof vrij goed gewerkt hebben. Ondanks het feit, dat niet met stikstof of fosfaat is bemest zijn de opbrengsten met slib hoger dan zonder slib.

De chemische samenstelling van het gewas is door het slib van Alkmaar niet sterk gewijzigd. Van de hoofdelementen zijn de gehalten aan stikstof, fosfaat, kalk en natrium iets gestegen. De gehalten aan micro-elementen zijn met uitzondering van het molybdeengehalte niet gestegen. Door het slib van Almelo zijn de gehalten aan verschillende micro-elementen verhoogd. Dit geldt met name voor nikkel en waarschijnlijk ook voor cadmium.

Vrij goede organische meststof

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat zuiverings-slib, over het algemeen als vrij goede organische meststof kan worden beschouwd, maar dat de gehalten aan zware metalen zo hoog kunnen zijn, dat het voor landbouwkundig gebruik moet worden ontraden. In extreme gevallen kan de opbrengst van het gewas schade lijden, in minder bijzondere gevallen alleen de chemische samenstelling van het gewas.

Tot dusver is schade aan de opbrengst van het gewas alleen geconstateerd bij slibsoorten met een hoog gehalte aan zware metalen, afkomstig van metaalverwerkende industrieën, en bij gebruik van dit slib als cultuurgrond of in zo grote hoeveelheden, dat de grond voor een belangrijk deel uit slib bestond. In de praktijk zal men in het algemeen niet met zulke grote hoeveelheden werken. Het is krachtens een uitspraak van de Hoge Raad zelfs verboden

een grond met zuiveringsslib op te hogen. De grond wordt dan als een vuilstortplaats beschouwd, waarvoor een Hinderwetvergunning nodig is. Volgens de Hoge Raad omdat in het slib ziektekiemen voorkomen. Dit hoeft echter niet altijd het geval te zijn. Een beter argument zou daarom m.i. zijn geweest het gevaar voor grondwaterverontreiniging. Dat dit gevaar bij het gebruik van zo grote slibhoeveelheden ineens niet denkbeeldig is, is duidelijk uit de resultaten van ons drainwateronderzoek gebleken.

Niet meer dan twee ton droge stof per ha per jaar geven

Bij gebruik van slib van huishoudelijke herkomst hebben wij tot dusverre geen schade aan de opbrengst van het gewas door zware metalen geconstateerd. Wel kan dan bij gebruik van zeer grote hoeveelheden ineens en op den duur waarschijnlijk ook bij geregeld gebruik van kleinere hoeveelheden de chemische samenstelling van het gewas in ongunstige zin gewijzigd worden. Met name de gehalten aan cadmium, koper, nikkel en zink kunnen te hoog worden. Tot dusver is met de chemische samenstelling bij de waardebeoordeling van akkerbouwproducten geen rekening gehouden, maar in de toekomst kan dit veranderen. Een wette-

lijke regeling voor maximaal toelaatbare gehalten aan arseen, cadmium, kwik en lood is in voorbereiding. Hiervan is in verband met de toepassing van zuiveringsslib eigenlijk alleen cadmium van belang. Het gehalte aan dit element moet in het zuiveringsslib zo laag mogelijk zijn.

Met het oog op het gevaar voor opbrengstderving of te hoge gehalten aan zware metalen in het gewas beveelt de Landbouwvoorlichtingsdienst aan alleen zuiveringsslib van huishoudelijke herkomst te gebruiken en hiervan op droge-stof-basis niet meer te geven dan twee ton per hectare per jaar. Men kan het slib dan het beste als fosfaatmeststof gebruiken. Gemiddeld geeft men met twee ton droge stof zo'n 100 kg P₂O₅, waarvan echter waarschijnlijk niet meer dan de helft werkzaam is in vergelijking met superfosfaat. De stikstofwerking is behalve van de slibsoort sterk afhankelijk van het tijdstip van toediening. Als het slib in de herfst wordt gegeven kan de stikstofwerking in het volgende jaar wel verwaarloosd worden. Geeft men vloeibaar slib in het voorjaar dan kan de stikstof voor ongeveer de helft als werkzaam beschouwd worden.

Ook slib van huishoudelijke herkomst is niet vrij van zware

metalen. Men rekent, dat het slib van huishoudelijke herkomst is als het gehalte aan zware metalen in de droge stof niet hoger is dan 2000 dpm (miligram per kilogram) voor zink, 500 dpm voor koper, chroom en lood, 100 dpm voor nikkel en 10 dpm voor cadmium en kwik. Met name het gehalte aan cadmium moet zo laag mogelijk zijn.

Zuiveringsslib niet toepassen voor teelt van groentegewassen

In zuiveringsslib komen praktisch altijd kiemen voor van Salmonella's (verwekkers van paratyphus) en vaak ook wormeieren. Als het slib wordt ondergeploegd zal men er in het algemeen geen last van hebben, maar men kan beter geen slib toepassen als het land gebruikt wordt voor de teelt van groentegewassen. Er zijn slibsoorten, die vrij zijn van ziektekiemen. Dit geldt voor gepasteuriseerd slib en voor slibsoorten, die ter verbetering van de ontwaterbaarheid of ter verkrijging van een droog korrelproduct een hittebehandeling hebben ondergaan. Pesticiden komen in slib van huishoudelijke herkomst in het algemeen niet in schadelijke concentraties voor.

Veldproeven met zuiveringsslib

Er is vorig jaar een zestal proefvelden met zuiveringsslib op akkerbouwpercelen in verschillende regio's aangelegd, maar daar zijn nog geen resultaten van bekend, die op dit moment voor publikatie geschikt zijn. Er is wel eens gesteld, dat eerst de resultaten van deze praktijkproefvelden afgewacht moeten worden alvorens een advies over het landbouwkundig gebruik van zuiveringsslib te kunnen geven. Dat is op zichzelf wel juist, maar in de regel is het zo, dat de opname van zowel nuttige als schadelijke stoffen door de plant in potten sterker is dan op proefvelden. Waarschijnlijk hangt dat samen met het feit, dat de plant in de praktijk met zijn wortels naar de ondergrond kan uitwijken, die in potten als regel ontbreekt. Speciaal ten aanzien van de zware metalen geldt m.i. dat het gevaar in de praktijk niet groter zal zijn, dan uit de resultaten van potproeven blijkt.

TABEL 5 — OPBRENGST EN CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN AARDAPPELEN NA 5 JAARLIJKSE GIFTEN VLOEIBAAR ZUIVERINGSSLIB VAN ALKMAAR EN ALMELO IN EEN HOEVEELHEID VAN 22,5 TON DROGE STOF PER HECTARE PER JAAR

zuiveringsslib	geen	Alkmaar	Almelo
bemesting met kunstmest in het proefjaar			
kg/ha N	150	0	0
P ₂ O ₅	150	0	0
K ₂ O	200	200	200
knolopbrengst ton/ha	71,7	83,4	103,4
% droge stof	25,1	24,5	22,7
gehalten in de droge stof			
% N	0,91	1,02	1,35
P ₂ O ₅	0,50	0,64	0,66
K ₂ O	1,79	1,52	1,54
CaO	0,03	0,08	0,06
MgO	0,14	0,11	0,11
Na ₂ O	0,007	0,012	0,011
Cl	0,18	0,25	0,31
dpm B	6,0	5,7	4,8
Cu	6,0	4,6	7,6
Fe	29,2	15,4	23,5
Mn	11,0	4,7	12,0
Mo	0,39	0,54	0,41
Ni	0,4	0,3	6,4
Pb	0,2	0,3	0,2
Zn	19,7	19,5	50,4