

stowa

STUDIE NAAR HET NUTTIG TOEPASSEN VAN SLIB
OF HAAR RESIDUEN ALS BOUWSTOF

WAT TE DOEN MET ZUIVERINGSSLIB?



RAPPORT

2005
27

WAT TE DOEN MET ZUIVERINGSSLIB?

STUDIE NAAR HET NUTTIG TOEPASSEN VAN SLIB
OF HAAR RESIDUEN ALS BOUWSTOF

2005

27

RAPPORT

ISBN 90.5773.315.3



stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3300 CC Zwijndrecht,
TEL **078 623 05 00** FAX 078 623 05 48 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een afleveradres.

COLOFON

Utrecht, 2005

UITGAVE STOWA, Utrecht

PROJECTUITVOERING

ir. E. Koornneef, DHV Water BV

ir. J.M. Janus, DHV Water BV

ir. D. Berkhof, DHV Water BV

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

ir. L.D. Korving, N.V. Slibverwerking Noord-Brabant

ir. J.H.B. te Marvelde, DRSH Zuiveringslib NV

ir. P.H.A.M.J. de Bekker, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

ir. C.P. Petri, Waterschap Rijn en Ijssel

ir. A.W.A. de Man, Waterschapsbedrijf Limburg

ir. C.A. Uijterlinde, STOWA

MET MEDEWERKING VAN

ir. C. van der Plas, Ecomineraal

ir. J.G. ten Wolde, Reststoffenunie BV

ing. L.A. van der Kooij, DHV Ruimte en Mobiliteit BV

dhr. J. Bouman, Dusaltec/XPRG

ir. R. Bleijerveld, VBM en A&G bouwstoffen(deponie maasvlakte)

DRUK Kruyt Grafisch Advies Bureau

STOWA rapportnummer 2005-27
ISBN 90.5773.315.3

TEN GELEIDE

De eindverwerking van zuiveringsslib is in Nederland in principe geregeld, maar vanuit de Waterschappen gezien is een duurzame oplossing, die minder kost dan de huidige verwerking wenselijk. Naast kostenreducties door verminderen van slibhoeveelheden en de verwerking op de rwzi's zelf, kunnen de slibverwerkingskosten worden gereduceerd door de kosten voor de eindverwerking te reduceren. Dit laatste is alleen mogelijk als er een andere nuttige toepassing voor de verwerking van slib of verbrandingsas kan worden gevonden, die voordeliger is dan de huidige toepassing.

Op basis van een in 2002 door STOWA en NVA georganiseerd congres met als titel "Krijgt slib een tweede kans?" is slib weer als onderwerp op de onderzoeksagenda van de STOWA gezet. Na een inventarisatieronde heeft dit ertoe geleid dat er een aantal projecten is gestart om meer duidelijkheid te krijgen op het gebied van slibproductie en verwerking.

De voorliggende studie naar het nuttig toepassen van slib of haar residuen als bouwstof is één van de projecten die hier uit voortgekomen is. Het resultaat van de studie beschrijft de mogelijkheden voor slib en as na een inventarisatie van de markt. Uit de studie is duidelijk naar voren gekomen dat er op korte termijn geen nieuwe toepassingen verwacht kunnen worden. De oplossingen liggen met name op het gebied van de verwerking van slib(residuen) als grondstof in vulstoffenindustrie of het kunnen gebruiken van enkele specifieke componenten (bijvoorbeeld fosfaat) uit de het slib of de as.

Omdat de eindverwerking van slib niet bij de Waterschappen zelf ligt, maar bij enkele bedrijven, zal het verder zoeken naar alternatieven voor de huidige verwerking alleen mogelijk zijn door samenwerking in de slibverwerkingsketen. Hierbij dienen zowel de (eind)verwerkers van slib als de eventuele gebruikers van het product te worden betrokken.

Utrecht, juli 2005

De directeur van de STOWA
ir. J.M.J. Leenen

SAMENVATTING

In Nederland wordt momenteel per jaar ruim 350.000 ton drogestof aan zuiveringsslib geproduceerd. Anno 2005 is capaciteit aanwezig om deze hoeveelheid te verwerken en residuen af te zetten. De belangrijkste verwerkingsroutes zijn:

- Slibverbranding, waarbij het residu wordt afgezet in de asfaltindustrie en mijnbouw.
- Slibdroging, waarbij het gedroogde slib wordt gebruikt als brandstof en vulstof in de cementindustrie of als brandstof in elektriciteitscentrales of afvalverwerkingsinstallaties.
- Slibcompostering, waarbij het gecomposteerde materiaal wordt gebruikt als grondverbeteringsproduct of wordt meegestookt in elektriciteitscentrales.

Gezien de hoge investeringen voor de bestaande verwerkingsinstallaties ligt de verwerking van zuiveringsslib in Nederland op hoofdlijnen in de komende jaren vast.

Vernieuwende technieken om het slib te verwerken, waarbij de toepassingsmogelijkheid van de reststoffen is meegewogen in de besluitvorming zullen vooralsnog de komende jaren op grote schaal niet tot uitvoer komen. De verwachting is dat pas op langere termijn de huidige slibdrogers en monoverbrandingsinstallaties zullen worden vervangen.

In deze studie is daarom voornamelijk gekeken naar afzetroutes van de nu geproduceerde reststoffen.

Dit zijn :

- vliegas na monoverbranding
- gedroogds zuiveringsslib (te beschouwen als vliegas plus organisch materiaal)
- gecomposteerd zuiveringsslib (te beschouwen als vliegas plus organisch materiaal plus restwater)

Om nieuwe afzetroutes in beeld te brengen is geïnventariseerd wat er al is onderzocht en/of getest in binnen- en buitenland. Hierbij zijn de volgende toepassingen in beschouwing genomen:

- Als vulstof in de keramische industrie
- Als vulstof in de cementindustrie
- Als vulstof in de betonindustrie
- Als vulstof in de asfaltindustrie
- Als kunstgrind
- Als vulstof in afdichtingen van stortplaatsen
- Het opvullen van oude mijnen
- Als grondstof bij de productie van glas
- Als grondstof voor metaal- en fosfaatterugwinning.

De huidige situatie is dat (gedroogd) slib of as wordt ingezet in bestaande processen als vervanger van andere grondstoffen. Bij deze toepassingen brengt de as of het gedroogde slib zowel een financieel als een technisch voordeel met zich mee. Bij de ontwikkeling van nieuwe processen wordt de as vaak vooral gezien als een geldbron, zonder dat het slib of de as een toegevoegde technische waarde bieden. Bij het zoeken naar nieuwe toepassingen voor slib en as is het daarom belangrijk om een juiste balans te vinden tussen de financiële en technische voordelen van het gebruik. Zonder een duidelijke toegevoegde technische waarde zal de toepassing al snel minder duurzaam blijken te zijn dan de huidige verwerking.

Bij veel van de onderzochte en/of geteste verwerkingsroutes kan worden geconcludeerd dat toepassing in de praktijk voorlopig niet of nauwelijks zal plaatsvinden, omdat de verwachte verwerking (aanzienlijk) duurder is dan de huidige verwerking. Oorzaken hiervoor zijn:

- hogere energiekosten;
- aanbod van grondstoffen voordeliger dan gebruik slib(residuen);
- nog geen gegarandeerde afzet van het product.

Uit de inventarisatie zijn weinig veelbelovende verwerkingsmethoden voor as naar voren gekomen. Het fosfaat in de as is het meest waardevolle element, omdat de wereldvoorraad daarvan eindig is. Dit maakt op termijn de vraag naar fosforbevattende stoffen groter. Stimuleringsregelingen vanuit de overheid (zoals bijvoorbeeld in Zweden) versnellen het onderzoek en realisatie van (test)installaties.

Voor de verwerking van (gedroogd) slib zijn er geen echt vernieuwende technieken naar voren gekomen. Behalve als energiedrager in combinatie met vulstof, zoals bij de cementindustrie, is een andere toepassing in producten niet te verwachten.

Naast het meestoken kan slib mogelijk worden toegepast in combinatie met de verwerking van (verontreinigde) baggerspecie door middel van verglazingstechnieken. Deze optie wordt pas actueel als bepaalde categorieën baggerspecie niet meer gestort mogen worden, waardoor er meer mogelijkheden komen voor verwerking.

Om ook in toekomst over een gegarandeerde afzet van slib(residuen) te beschikken is het zaak om nu verder onderzoek te doen naar alternatieve verwerkingsmethoden. Hierbij moet de aandacht niet op voorhand worden gericht op een nieuw proces of een nieuw product, maar moet vooral worden gezocht naar aansluiting bij bestaande processen.

Bij het zoeken naar nieuwe afzetmogelijkheden voor slib en as ligt het innovatieve aspect in de toepassing van slib of as in de vervanging van een grondstof. Het is dus zaak om via de grondstoffenmarkt de connectie te leggen met die industriebranches, waar het slib of de as potentieel kan worden gebruikt. Wel zal de afnemer eisen stellen aan de kwaliteit van slib of as en ook vanuit de proceskant zal aan bepaalde voorwaarden moeten worden voldaan.

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

WAT TE DOEN MET ZUIVERINGSSLIB?

INHOUD

| | | |
|----------|--|----------|
| | TEN GELEIDE | |
| | SAMENVATTING | |
| | LEESWIJZER | |
| | STOWA IN HET KORT | |
| 1 | INLEIDING | 1 |
| | 1.1 Projectomschrijving | 1 |
| | 1.2 Doel | 1 |
| | 1.3 Leeswijzer | 2 |
| 2 | KARAKTERISERING UITGANGSMATERIAAL | 3 |
| | 2.1 Inleiding | 3 |
| | 2.2 Slibkwantiteitsgegevens | 3 |
| | 2.3 Slibkwaliteitsgegevens | 3 |
| | 2.4 Eigenschappen ontwaterd en gedroogd slib | 4 |
| | 2.5 Eigenschappen van slibresiduen | 5 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3 | VERWERKING VAN (RESIDUEN VAN) SLIB IN NEDERLAND | 9 |
| 3.1 | Inleiding | 9 |
| 3.2 | Huidige slibverwerkingsmethoden in Nederland | 9 |
| 3.2.1 | Slibdroging | 10 |
| 3.2.2 | Slibverbranding | 10 |
| 3.2.3 | Slibcompostering | 11 |
| 3.2.4 | Natte oxidatie (Vartech) | 12 |
| 3.3 | Aandachtspunten bij de huidige verwerking | 12 |
| 3.3.1 | Aandachtspunten van de waterschappen | 12 |
| 3.3.2 | Aandachtspunten van de Eindverwerkers | 12 |
| 3.4 | Ontwikkeling slibverwerking in Nederland | 13 |
| | | |
| 4 | WET EN REGELGEVING | 15 |
| 4.1 | Inleiding | 15 |
| 4.2 | Europese Wet en regelgeving | 15 |
| 4.3 | Nationale Wet en Regelgeving | 15 |
| 4.4 | Bouwstoffenbesluit | 16 |
| | | |
| 5 | TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN SLIB(AS) | 19 |
| 5.1 | Inleiding | 19 |
| 5.2 | Toepassingsmogelijkheden | 20 |
| 5.2.1 | Keramische industrie | 20 |
| 5.2.2 | Cementindustrie | 22 |
| 5.2.3 | Betonindustrie | 23 |
| 5.2.4 | Asfaltindustrie | 24 |
| 5.2.5 | Kunstgrind | 24 |
| 5.2.6 | Afdichtingen van stortplaatsen | 26 |
| 5.2.7 | Mijnbouw | 27 |
| 5.2.8 | Productie van glas | 28 |
| 5.2.9 | Metaal- en fosfaatruigwinning | 31 |
| 5.3 | Nabeschouwing | 33 |
| | | |
| 6 | EVALUATIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 37 |
| 6.1 | Inleiding | 37 |
| 6.2 | Uitgangspunten / overwegingen | 38 |
| 6.3 | Evaluatie en conclusies | 39 |
| 6.4 | Aanbevelingen | 40 |
| | | |
| 7 | BRONVERMELDING | 43 |
| 7.1 | Literatuuroverzicht | 43 |
| 7.2 | Bronnen via internet | 44 |

1

INLEIDING

1.1 PROJECTOMSCHRIJVING

Het in Nederland geproduceerde zuiveringsslib van communale afvalwaterzuiveringsinstallaties wordt op diverse manieren verwerkt, veelal met methoden die in de jaren negentig operationeel zijn geworden.

Het Landelijk afvalbeheerplan (LAP) beschrijft het beleid voor het beheer van alle afvalstoffen waarop de wet milieubeheer van toepassing is (lit. 1). Eén van de voornaamste doelstellingen van het LAP is het stimuleren van nuttige toepassingen voor de verwerking van afvalstoffen. In dit plan wordt voor de niet-gevaarlijk afvalstoffen, die nog niet nuttig kunnen worden toegepast, aangegeven dat deze beter kunnen worden ingezet als brandstof dan ze te storten. Zuiveringsslib wordt als afvalstof beschouwd en dus geldt het LAP ook voor zuiveringsslib. Sectorplan 5 uit het LAP gaat over afval van waterzuiveringinstallaties en geeft de minimumstandaard aan voor de verwerking van zuiveringsslib. Deze minimumstandaard is thermische verwerking, al dan niet na voordrogen. De intentie moet zijn om, indien mogelijk, boven de minimumstandaard uit te komen en zuiveringsslib nuttig toe te passen.

In de voorliggende inventariserende studie is de huidige productie en verwerking van zuiveringsslib samengevat, evenals de huidige wet- en regelgeving op dit gebied. Tevens is geïnventariseerd wat er al is onderzocht, getest en gerealiseerd op het gebied van nuttig toepassen van slib(residuen) in binnen- en buitenland. Op basis van de samenstelling van het uitgangsmateriaal is ook gezocht naar nieuwe toepassingen en een methode om het vinden van nieuwe toepassingen te stimuleren.

1.2 DOEL

Dit onderzoek heeft ten doel een overzicht van mogelijkheden voor de verwerking van slib(residuen) als (component van) bouwstoffen te geven. Tevens is onderzocht op welke wijze de markt kan worden benaderd om nieuwe afzetroutes te vinden.

In deze studie is slib als energiedrager buiten beschouwing gelaten, aangezien dit aspect in de STOWA "slibketenstudie" is meegenomen (lit. 2).

1.3 LEESWIJZER

Naast hetgeen hiervoor al is genoemd is gaat dit rapport ook in op de hoeveelheid slib, de samenstelling van het slib en de van belang zijnde regelgeving. Het rapport is op de volgende wijze ingedeeld:

- Hoofdstuk 2 gaat in op de hoeveelheid slib die jaarlijks in Nederland vrijkomt en de gemiddelde samenstelling hiervan.
- Hoofdstuk 3 beschrijft verschillende methoden voor de verwerking van zuiveringsslib in Nederland.
- In hoofdstuk 4 is de wet- en regelgeving beschreven, die van toepassing is op de verwerking en afzet van (residuen van) zuiveringsslib.
- In hoofdstuk 5 zijn de reeds bestaande en nieuwe toepassingen voor zuiveringsslib en asresten genoemd, waarbij een korte beschrijving is gegeven en voor- en nadelen van de genoemde toepassing.
- Hoofdstuk 6 bevat een evaluatie tezamen met de conclusies en aanbevelingen

Omdat ook informatie via internetsites is verkregen, is een aantal geraadpleegde sites ook als bronvermelding in hoofdstuk 7 genoemd. In de tekst zijn deze sites vermeld als ib (internetbron).

2

KARAKTERISERING UITGANGSMATERIAAL

2.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste gegevens samengevat over het slib, zoals dat in Nederland bij de zuivering van communaal afvalwater wordt geproduceerd, zowel qua hoeveelheid als qua samenstelling. Deze gegevens zijn van belang bij het verkennen van de mogelijkheden voor een verdere verwerking van het slib.

2.2 SLIBKWANTITEITSGEGEVENS

Tabel 1 geeft een overzicht van de hoeveelheden slib die op de rwzi's in Nederland geproduceerd zijn in de periode 1981-2003. Na een aanvankelijke stijging van de hoeveelheid nat slib, is er na 1990 een afname hiervan te zien. Het drogestofgehalte in het natte slib is in die periode toegenomen van 5% in 1981 tot 23% in 2003. Deze toename in drogestofgehalte wordt veroorzaakt door toepassing en verbetering van de indikkings- en ontwateringstechnieken. De hoeveelheid slibdrogestof is in ruim 20 jaar bijna verdubbeld. In een andere STOWA studie (lit. 3) is ingegaan op de toekomstige stijging van de slibhoeveelheden. De verwachting is dat de slibhoeveelheid in de komende 15 jaar nog circa 7 % zal toenemen.

TABEL 1 SLIBHOEVEELHEDEN RWZI'S IN TON PER JAAR [LIT. 3 EN CBS-GETALLEN]

| Parameter | 1981 | 1985 | 1990 | 1995 | 2002 | 2003 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nat slib | 3.622.102 | 3.749.735 | 4.859.804 | 2.135.432 | 1.535.000 | 1.494.000 |
| Drogestof hoeveelheid | 179.616 | 227.127 | 315.266 | 359.843 | 353.853 | 343.621 |

2.3 SLIBKWALITEITSGEGEVENS

Zuiveringsslib van communale rioolwaterzuiveringsinstallaties bestaat uit water en drogestof. De twee hoofdbestanddelen van de drogestof zijn een anorganische fractie en een organische fractie. De verhouding tussen deze twee fracties hangt onder andere af van de locatie in het land, het type rioolstelsel, de aard van het afvalwater en het toegepaste zuiveringsproces. In het algemeen bedraagt het gehalte aan organisch materiaal 55-70%, maar lagere en hogere percentages komen ook voor. Naast het op de rwzi geproduceerde hoeveelheid organisch materiaal bevat de organische fractie ook de met het afvalwater meegevoerde microverontreinigingen.

De anorganische stof fractie van zuiveringsslib kan naast zand, kalk, fosfaat-zouten en andere inerte componenten ook een groot aantal verontreinigingen bevatten, die in kleine hoeveelheden voorkomen, zoals zware metalen.

Zoals uit tabel 2 blijkt is het organisch stofgehalte vanaf 1995 toegenomen van ca 55 % tot 62 %. Dit is voornamelijk het gevolg van verdere uitbreiding van aërobe (ultra)laagbelaste rwzi's ten opzichte van hoogbelaste rwzi's met een slibgisting en de overgang van fysisch-

chemische fosfaatverwijdering naar biologische fosfaatverwijdering. Ook speelt de overgang van anorganische vlokhelpmiddelen naar organische vlokhelpmiddelen bij de slibontwatering hierbij een rol.

Zuiveringsslib heeft in het algemeen een redelijk gelijkmatige samenstelling, maar kan per regio en periode in het jaar enigszins verschillen. In tabel 2 is de gemiddelde samenstelling van zuiveringsslib weergegeven gedurende de jaren 1995-2003. De waarden van 1995 -2002 komen uit de jaarverslagen van de waterkwaliteitsbeheerders en zijn samengevat in (lit. 3), terwijl de waarden van 2003 zijn aangeleverd door de slibverbranders (lit. 5 en 6).

TABEL 2 GEMIDDELDE SAMENSTELLING VAN ZUIVERINGSSLIB OP HOOFDCOMPONENTEN [LIT. 3, 5, 6]

| Parameter | Eenheid | 1995 | 2000 | 2002 | 2003 |
|-------------|----------|------|------|------|------|
| Droge stof | % ds | 17 | 24 | 23 | 23 |
| Organisch | % van ds | 55 | 62 | 61 | 62 |
| Anorganisch | % van ds | 45 | 38 | 39 | 38 |
| N-totaal | g/kg ds | 46 | 47 | 51 | 50 |
| P-totaal | g/kg ds | 29 | 22 | 25 | 18 |
| Cu | mg/kg ds | 390 | 389 | 390 | 426 |
| Cr | mg/kg ds | 55 | 51 | 43 | 57 |
| Zn | mg/kg ds | 949 | 949 | 985 | 1016 |
| Pb | mg/kg ds | 176 | 153 | 142 | 121 |
| Cd | mg/kg ds | 1,9 | 1,6 | 1,5 | 1,5 |
| Ni | mg/kg ds | 30 | 33 | 30 | 35 |
| Hg | mg/kg ds | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| As | mg/kg ds | 7,8 | 9,0 | 9,2 | 9,0 |

Naast de samenstelling op hoofdparameters, zoals in tabel 2 zijn genoemd, bevat het slibdiverse andere microverontreinigingen. In tabel 3 zijn de verzamelde gegevens uit diverse studies en informatie van eindverwerkers gepresenteerd [lit. 3, 4, 5, 6, 7]. Hierbij dient vermeld te worden dat de genoemde waarden vaak gebaseerd zijn op een beperkt aantal metingen.

TABEL 3 GEGEVENS VAN ZUIVERINGSSLIB (BRON, INCL JAARTAL GEBRUIKTE GEGEVENS)

| Parameter | eenheid | MER-LAP 2001 | STOWA 2002 | SNB 2003 |
|---------------------------|----------|--------------|------------|----------|
| Droge stofgehalte | % | 25 | 24 | 23 |
| Anorganisch stofgehalte | % van ds | 35 | 36 | 38 |
| Koolstofgehalte van de ds | % | 30 | | 30 |
| Stookwaarde van het slib | MJ/kg | 1,6 | 1,35 | 1,6 |
| Stookwaarde van de ds | MJ/kg | 13,3 | 13,3 | 13,3 |
| Zwavel | % van ds | 1 | | 1 |
| Chloor | % van ds | 0,17 | | 0,17 |
| PAK's | mg/kg ds | | 4,4 | |

2.4 EIGENSCHAPPEN ONTWATERD EN GEDROOGD SLIB

ONTWATERD SLIB

In tabel 2 en 3 staat de samenstelling van ontwaterd slib. Veelal hanteren de afnemers van ontwaterd slib grenzen ten aanzien van drogestof en organisch stofgehalte, zowel naar boven als ook naar beneden. Naarmate het slib een hoger anorganisch stofgehalte bevat is de stookwaarde lager en mag het drogestofgehalte hoger zijn.

Recente waarden voor fysische eigenschappen van ontwaterd slib zijn niet beschikbaar, omdat slib als product niet wordt gebruikt op een andere wijze dan voor droging of verbranding en bij deze processen worden geen eisen gesteld aan de fysische eigenschappen van het slib. Oude gegevens hebben vooral betrekking op afschuifweerstand bij gebruik op stortplaatsen e.d. Deze gegevens zijn niet van belang voor deze studie en dus verder ook niet opgenomen in deze rapportage.

GEDROOGD SLIB

Ook van gedroogd slib zijn relatief weinig gegevens bekend. De drogerinstallaties produceren slibgranulaten (kleine slibkorreltjes) met bepaalde afmetingen en vorm, afhankelijk van het droogproces. Qua chemische samenstelling komt gedroogd slib overeen met ontwaterd slib (tabel 2 en 3), alleen het drogestofgehalte is hoger. Afhankelijk van de thermische eindverwerking dient het gedroogde slib aan bepaalde eisen te voldoen.

Zo moet het bij ENCI aangeboden slib naast een maximum gehalte aan bepaalde chemische componenten met name voldoen aan bepaalde deeltjesafmetingen. In de cementoven moet het materiaal als poeder ingebracht worden, hetgeen betekent dat de gedroogde slibgranulaten eerst worden gemalen. Dit malen van slib wordt door Biomill BV verzorgd (een joint venture van ENCI en Waterschapsbedrijf Limburg). Tijdens het malen worden de slibgranulaten met een doorsnede van 0,5 tot 4 mm verkleind tot deeltjes kleiner dan 90 micron (lit. 25). In tabel 4 zijn de acceptatie-eisen opgesomd van Biomill en ENCI (lit. 28).

TABEL 4 SAMENSTELLINGSEISEN GEDROOGD SLIB

| Parameter | Eenheid | Biomill | ENCI |
|-----------------|-----------|---------|-----------|
| Fijnheid | µm | < 6.000 | 85 % < 90 |
| Temperatuur | °C | < 40 | - |
| Vochtgehalte | % | < 10 | < 5 |
| Asgehalte | % van ds | < 45 | < 45 |
| Vluchtige delen | % van ds | > 45 | > 45 |
| stookwaarde | GJ/ton | > 12,5 | > 12,5 |
| zwavel | % | < 2 | < 2 |
| kwik | mg/ kg ds | < 2 | < 2 |

2.5 EIGENSCHAPPEN VAN SLIBRESIDUEN

Bij verbranding van slib blijven de meeste anorganische componenten in de verbrandingsas achter. In tabel 5 is een overzicht gegeven van de hoofdsamenstelling van de as die na verbranding overblijft. De gegevens zijn afkomstig van de twee slibverbrandingsinstallaties in Nederland (lit. 5, 6).

Aangezien de meeste componenten in hun oxide vorm voorkomen na verbranding, zijn deze waarden weergegeven. In de laatste kolom staat de bandbreedte, waarbinnen de waarden van de verschillende componenten kunnen variëren. Alleen voor kwik is de hoeveelheid in de as laag ten opzichte van de hoeveelheid die in het slib voorkomt. Dit komt omdat kwik voor een groot deel in de rookgassen terecht komt. Met een speciale rookgasreinigingsstap wordt het kwik uit de rookgassen verwijderd. Een dergelijke rookgasreinigingsstap is altijd noodzakelijk bij de verbranding van slib.

TABEL 5 HOOFDSAMENSTELLING AS NA VERBRANDING (LIT. 4, 5, 6)

| Parameter | Eenheid | SNB 2004 | DRSH 2004 | Bandbreedte |
|--------------------------------|---------|----------|-----------|-------------|
| Al ₂ O ₃ | % (m/m) | 11 | 9,4 | 9 - 16 |
| CaCO ₃ | % (m/m) | 3 | | 0,5 - 2 |
| CaO | % (m/m) | 22 | 14,4 | 17 - 22 |
| Fe ₂ O ₃ | % (m/m) | 15 | 17,7 | 9 - 18 |
| K ₂ O | % (m/m) | | 2,2 | < 3 |
| MgO | % (m/m) | | 2,6 | < 3 |
| MnO | % (m/m) | | | < 1 |
| Na ₂ O | % (m/m) | | 0,8 | < 2 |
| P ₂ O ₅ | % (m/m) | 19 | 24 | 15 - 25 |
| SiO ₂ (berekend) | % (m/m) | < 24 | 25,9 | 20 - 40 |
| SO ₃ | % (m/m) | 5 | 1,1 | 1 - 5 |
| TiO ₂ | % (m/m) | | | < 1 |
| ZnO | % (m/m) | | | < 1 |

Behalve de in tabel 5 genoemde hoofdcomponenten komen nog andere metalen in de as voor. Tabel 6 geeft hiervan een overzicht. Bij het bestuderen van de gegevens dient rekening te worden gehouden met het feit dat de gepresenteerde waarden slechts gebaseerd zijn op een beperkt aantal metingen. De in de laatste kolom weergegeven range geeft de te verwachten variaties weer.

Bij het verwerken van verbrandingsas dient met meer aspecten rekening te worden gehouden dan alleen de chemische samenstelling. In tabel 7 zijn daarom enkele fysische eigenschappen van de as weergegeven (lit. 6).

TABEL 6 OVERZICHT SAMENSTELLING AS NA VERBRANDING (LIT. 4, 5, 6)

| Component | Eenheid | SNB 2004 | DRSH 2004 |
|--------------------------------------|-----------|--------------|-----------|
| Regelmatig gemeten parameters | | | |
| As | Arseen | mg/kg ds | < 24 |
| Cd | Cadmium | mg/kg ds | 3,8 |
| Cr | Chroom | mg/kg ds | 118 |
| Cu | Koper | mg/kg ds | 986 |
| Hg | Kwik | mg/kg ds | < 0,10 |
| Ni | Nikkel | mg/kg ds | 66 |
| Mo | Molybdeen | mg/kg ds | 27 |
| Pb | Lood | mg/kg ds | 261 |
| Sb | Antimoon | mg/kg ds | 9 |
| Zn | Zink | mg/kg ds | 2262 |
| Sporadisch gemeten parameters | | | |
| Ba | Barium | mg/kg ds | 650 |
| Be | Beryllium | mg/kg ds | < 1 |
| Br | Broom | mg/kg ds | 44 |
| Co | Kobalt | mg/kg ds | 19 |
| Mn | Mangaan | mg/kg ds | |
| Sc | Scandium | mg/kg ds | 3 |
| Se | Seleen | mg/kg ds | < 25 |
| Sn | Tin | mg/kg ds | 65 |
| Sr | Strontium | mg/kg ds | 600 |
| Te | Telluur | mg/kg ds | |
| Tl | Thallium | mg/kg ds | < 10 |
| Ti | Titanium | mg/kg ds | |
| V | Vanadium | mg/kg ds | 48 |
| W | Wolfram | mg/kg ds | < 250 |
| Zr | Zirkonium | mg/kg ds | < 10 |
| PAK16 | | mg/kg ds | < 0,5 |
| PCB's | | mg/kg ds | < 0,01 |
| PCDD/PCDF (NATO/CCMS) | | ng TEQ/kg ds | 0,3 |

TABEL 7 FYSISCHE EIGENSCHAPPEN VAN AS NA VERBRANDING (LIT. 6)

| Parameter | Eenheid | Waarde |
|----------------------------|-------------------|--------|
| Dichtheid | kg/m ³ | 2750 |
| Stortgewicht (gemiddeld) | kg/m ³ | 700 |
| Gloeiverlies | % (m/m) | 2,0 |
| Watergehalte | % (m/m) | 0,1 |
| Zeeffrest < 63 µm | % (m/m) | 52 |
| Zeeffrest > 2000 µm | % (m/m) | 0 |
| Gemiddelde deeltjesgrootte | µm | 110 |
| Wateroplosbaarheid | % (m/m) | 4,2 |
| Zoutzuuroplosbaarheid | % (m/m) | 62 |
| Bitumengetal (na malen) | - | 50 |

3

VERWERKING VAN (RESIDUEN VAN) SLIB IN NEDERLAND

3.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige slibverwerkingsmethoden in Nederland, inclusief de randvoorwaarden en beperkingen bij deze verwerkingsmethoden. Verder is in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van de knelpunten bij de verwerking van slib(residuen). Aan het eind van dit hoofdstuk zijn de verwachte ontwikkelingen op het gebied van slibverwerking in Nederland kort samengevat. Nieuwe technieken en resultaten van onderzoeken zijn in hoofdstuk 5 opgenomen.

3.2 HUIDIGE SLIBVERWERKINGSMETHODEN IN NEDERLAND

Momenteel wordt in Nederland de helft van het slib verbrand in twee slibverbrandingsinstallaties (SNB te Moerdijk en DRSB te Dordrecht). Voor de bij de verbranding geproduceerde as zijn twee verwerkingsroutes beschikbaar. De as wordt gebruikt in de vulstoffenindustrie (o.a. voor asfalt) en als versterkingsmateriaal in de mijnbouw in Duitsland.

Verder wordt ca 40 % van het slib na droging meegestookt in energiecentrales of in de cementindustrie (ENCI). Ook bij deze opties geldt dat er as overblijft. Deze as wordt bij de cementindustrie gebruikt als vulstof, zie ook hoofdstuk 5. De gevormde as bij het meestoken in energiecentrales of afvalverbrandingsovens wordt in de voorliggende rapportage niet uitgebreid in beschouwing genomen, omdat het niet meer als een zuiver residu van de slibverwerking wordt beschouwd.

Het overig deel van het slib wordt (na compostering) ingezet als grondverbeteringsmateriaal in o.a. Duitsland en Frankrijk.

In tabel 8 staat een overzicht van de huidige slibverwerking in Nederland. In de eerste kolom staat de slibverwerker, de tweede kolom geeft het verwerkingsproces weer en de derde kolom de hoofdbestemming van het slib of de restanten (as) van het slib, waarbij het volgende onderscheid is gemaakt:

- Cement staat hier voor verwerking in de cementindustrie, waarbij het organisch materiaal als brandstof dient en het anorganisch materiaal als vulmiddel in cement;
- E-centrale staat voor het meestoken in elektriciteitscentrales en afvalverbranders. De as die via deze manier wordt verwerkt valt buiten de scope van deze studie;
- Recult. staat voor het toepassen als grondverbeteringsmiddel in het buitenland (recultivering);
- Asfalt staat voor het toepassen van verbrandingsassen in de asfalt industrie (seizoensgebonden afzet);
- Mijnen staat voor het toepassen als vulmateriaal in goedkope betonmortel om de mijnen in Duitsland te versterken ('Versatzbau').

In de laatste twee kolommen staan de verwerkte hoeveelheden in de jaren 2002 en 2003 bij de verschillende (eind)verwerkers. Aangezien de slibdrooginstallaties Garmerwolde en Heerenveen pas in de loop van 2003 in bedrijf zijn gekomen, zijn de genoemde getallen niet representatief voor de hoeveelheid die daar verwerkt gaat worden.

TABEL 8 OVERZICHT VERWERKTE HOEVEELHEDEN PER VERWERKINGSMETHODE EN LOCATIE [LIT. 3, 4]

| Installatie | soort proces | eindbestemming slib/as | Hoeveelheid slib verwerkt (kton ds) | |
|---------------------------------|----------------|---------------------------|--|------|
| | | | 2002 | 2003 |
| DRSH Zuiveringsslib Dordrecht | verbranding | asfalt en mijnen | 79 | 76 |
| SNB Moerdijk | verbranding | asfalt en mijnen | 95 | 88 |
| Slibdroger Garmerwolde | droging | cement | - | 6 |
| Slibdroger Heerenveen | droging | cement | - | 16 |
| Slibdroger Beverwijk | droging | cement | 20 | 22 |
| Slibdroger rwzi Amsterdam-Oost* | droging | E-centrale, recult. | 26 | 24 |
| SITA ReEnergy Roosendaal* | droging | ? | 4 | 2 |
| Slibdroger Hoensbroek | droging | cement | 3 | 3 |
| Slibdroger Venlo | droging | cement | 9 | 10 |
| Slibdroger Susteren | droging | cement | 7 | 11 |
| GMB Slibverwerking Tiel | compostering | E-centrale, recult. | 20 | 20 |
| GMB Slibverwerking Zutphen | compostering | E-centrale, recult. | 31 | 29 |
| Vartech Apeldoorn* | natte oxidatie | recult. | 22 | 20 |
| Overig | storten | stortplaats | 38 | 16 |
| Totaal | | | 354 | 343 |

* zijn gestopt of stoppen op korte termijn

3.2.1 SLIBDROGING

Slibdroging heeft tot doel het slibwater dat na ontwatering nog in het slib aanwezig is grotendeels uit het slib te verwijderen zodat het slibvolume daalt, het beterhanteerbaar worden het slib geschikt wordt voor een aantal eindverwerkingstechnieken.

Het slib van de drogers in Limburg, Garmerwolde, Heerenveen en Beverwijk gaat voor het grootste deel naar de cementindustrie (ENCI Maastricht). Begin 2005 heeft ENCI bekend gemaakt de locatie in Maastricht op termijn te sluiten (uiterlijk 2009). Een consequentie hiervan is dat het slib in de toekomst naar een andere cementindustrie of naar een andere eindverwerker moet worden getransporteerd.

Het gedroogde slib van rwzi Amsterdam-Oost ging voornamelijk naar Duitsland (energiebron en grondverbeteringsproduct). Het ontwaterde slib van de nieuwe rwzi Amsterdam-West zal in de naastgelegen afvalverbrandingsinstallatie van het Afval Energie Bedrijf Amsterdam worden meeverbrand. Hiervoor zijn enkele straten van de verbrandingsinstallatie aangepast. Als ook de andere straten van de verbrandingsinstallatie zijn aangepast kan vrijwel al het slib van Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht in ontwaterde vorm in de afvalverbrandingsinstallatie van het Afval Energie Bedrijf Amsterdam worden meeverbrand.

3.2.2 SLIBVERBRANDING

Een veelgebruikte eindverwerkingsmethode voor slib is verbranden. De verbranding kan worden gerealiseerd op de volgende vier manieren:

- in een installatie die uitsluitend slib verwerkt, zoals DRSH en SNB
- in een installatie waarin tegelijk ook huishoudelijke of niet-gevaarlijke bedrijfsafvalstoffen worden verbrand;

- in een installatie, die voor het opwekken van energie slib kan meestoken;
- in een installatie, die voor de productie van cement slib kan meestoken.

Het type verbrandingsinstallatie is bepalend voor de wijze waarop het slib kan worden verwerkt. In een aantal gevallen is de aanvoer van ontwaterd slib voldoende, zoals bij de twee mono-slibverbranders, terwijl bij andere installaties alleen met gedroogd slib kan worden gewerkt.

Ook de verbrandingstemperatuur hangt af van het type installatie. Zo is de temperatuur bij de twee slibverbranders ca. 850-900°C, terwijl bij de productie van cement temperaturen worden gerealiseerd van ca. 1450°C. Het zal duidelijk zijn dat de verschillende temperaturen van invloed zijn op de emissie van bepaalde stoffen uit het slib. De samenstelling van de rookgassen en de rookgasreiniging is voor de diverse verbrandingsovens dan ook niet identiek.

Wel geldt voor alle installaties dat bij het verbranden van zuiveringsslib de organische stof wordt omgezet in CO₂ en via de rookgasreiniging door de schoorsteen verdwijnt. Bij SNB wordt een deel van het CO₂ uit de rookgassen gebruikt door een naburige producent van hoogwaardige kalkproducten.

De meeste zware metalen in het aangevoerde slib worden omgezet in de oxidevorm en blijven achter in de as. Een uitzondering hierop is kwik. Dit metaal verdampt bij de heersende temperaturen in de verbrandingsoven en dient uit de rookgassen verwijderd te worden. Afhankelijk van het soort verbrandingsinstallatie gelden nu nog verschillende normen voor de emissie van kwik.

De bij de verbranding geproduceerde warmte wordt gebruikt als energiebron. Afhankelijk van de installatie en het uitgangsmateriaal kan deze energie nuttig worden aangewend voor de eigen installatie (verdamping van water uit het ontwaterde slib) of om elektriciteit op te wekken (energiecentrales). Bij de twee mono-slibverbranders is de energieproductie uit slib in het algemeen in balans met de energie die nodig is voor de waterverdamping.

Bij de installaties, die alleen slib verbranden, is het restproduct van de verbranding voornamelijk as. Deze as gaat voor een groot deel naar de vulstofindustrie (als onderdeel van de vulstoffen in asfalt, ca. 72%). Dit is echter een seizoensgebonden activiteit, zodat met name in de zomer- en wintermaanden een alternatief nodig is (zie ook § 3.3.2). Momenteel gaat het resterend deel van de as voornamelijk naar de mijnindustrie in Duitsland als vulmiddel in langzaam drogende betonmortel (ca. 26%). Een klein deel (ca. 2%) wordt gebruikt als materiaal om testen mee uit te voeren.

3.2.3 SLIBCOMPOSTERING

Het gecomposteerde zuiveringsslib wordt op verschillende manieren gebruikt. Zo wordt compost toegepast als brandstof in elektriciteitscentrales (Duitsland) en levert daarmee een bijdrage aan de besparing op het gebruik van fossiele brandstoffen. Maar ook wordt de compost gebruikt als afdekmateriaal en voor een gecontroleerde toepassing in de landbouw (Duitsland en Frankrijk). Bij dit laatste wordt vooral een verbetering van de bodemstructuur beoogd als gevolg van het hoge gehalte aan stabiel organisch materiaal.

Het slib van de Nederlandse composteerinstallaties voor zuiveringsslib wordt nu deels als brandstof gebruikt in elektriciteitscentrales in Duitsland, deels als grondverbeteringsproduct in Duitsland en Frankrijk en voor een klein deel in afvalverbrandingsinstallaties in Nederland.

Per 1 juni 2005 geldt er in Duitsland een verbod op het storten van ontwaterd slib (zie ook hoofdstuk 4). De verwachting is dat door het stortverbod er meer ontwaterd slib op een andere wijze moet worden verwerkt dan nu het geval is, hetgeen kan resulteren in een beperking van de verwerking van slib uit het buitenland als brandstof of grondverbeteringsproduct.

3.2.4 NATTE OXIDATIE (VARTECH)

De Vartech installatie is momenteel uit bedrijf als gevolg van technische problemen en zal niet meer in bedrijf komen. De stand van zaken rond de Vartech begin 2005 is dat de VAR voornemens is om de huidige slibverwerkingslocatie te handhaven, maar het slib op een andere wijze te gaan verwerken (drogen). Momenteel wordt het slib ontwaterd en verder verwerkt op diverse locaties.

3.3 AANDACHTSPUNTEN BIJ DE HUIDIGE VERWERKING

Bij de verwerking van slib moeten zowel de aanbieders als verwerkers van slib rekening houden met een aantal aandachtspunten. In de navolgende paragrafen zijn de aandachtspunten vanuit de verschillende betrokkenen weergegeven.

3.3.1 AANDACHTSPUNTEN VAN DE WATERSCHAPPEN

Vanuit de waterschappen bezien is een afzet van (ontwaterd) slib tegen lage kosten het uitgangspunt voor de slibverwerking, waarbij het eindproduct nuttig (duurzaam) moet worden aangewend. Enkele aandachtspunten die hierbij een rol spelen zijn:

- In het algemeen geldt dat de eindwerkingskosten voor zuiveringsslib hoog zijn. Uit een bedrijfsvergelijking (lit. 27) is gebleken dat gemiddeld ca 25 % van de totale zuiveringsheffing opgaat aan slibverwerking (het totaal van indikken, ontwateren en eindverwerking al of niet na droging, inclusief de kapitaalslasten). Hiervan is circa de helft voor de eindverwerking.
- Continuïteit van de afzet moet gewaarborgd zijn, ook bij storingen of onderhoud van de (eind)verwerkingsinstallaties;
- Wat gebeurt er als bijvoorbeeld compost niet meer kan worden afgezet volgens de huidige route. Afhankelijk van het contract bestaat de kans dat het gecomposteerde slib in de toekomst bij de oorspronkelijk producenten terug zal komen, met name als de afzet naar het buitenland afneemt.
- Wat zijn de (kosten)consequenties als een eindverwerker wegvalt en welke alternatieven zijn er dan.
- Waar moet het slib heen als er meer slib wordt geproduceerd dan volgens het contract kan/mag worden verwerkt bij de eindverwerker.
- Wat zijn de (kosten)consequenties als het drogestofgehalte hoger/lager is dan de volgens het contract is toegestaan.

De bovenstaande aandachtspunten tellen niet voor alle waterschappen even zwaar. Zo hebben de waterschappen, die aandeelhouder zijn bij een eindverwerker meer invloed op de slibverwerkingsroute dan waterschappen, die alleen een contract hebben voor de levering van slib.

3.3.2 AANDACHTSPUNTEN VAN DE EINDVERWERKERS

Het is van belang om voldoende opslagcapaciteit in Nederland te hebben, zowel voor ontwaterd slib, gedroogd slib, als voor verbrandingsassen. Dit voorkomt een overspannen verwerkingsmarkt in het geval van een storing bij een van de verwerkingsinstallaties of bij

een van de eindafnemers van slib of as in binnen- of buitenland. Enkele voorbeelden in dit kader zijn:

- De afname van as in de wegenbouw is een seizoensgebonden activiteit, waarbij vooral in het voorjaar en de herfst behoefte bestaat aan vulstoffen in het asfalt. Gedurende de zomer- en winterperiode kan de afzet van as in het gedrang komen.
- Bij groot onderhoud aan een verwerkingsinstallatie of langdurige storing dient er ontwaterd of gedroogd slib opgeslagen te worden. Voorzieningen zijn hiervoor nog niet bij alle (eind)verwerkers toereikend. Een noodplan bij totale uitval is in dit kader wenselijk.
- Op de lange termijn zal een andere oplossing moeten worden gevonden voor de verwerking van (een deel van) de geproduceerde as, omdat de afzet naar de Duitse zoutmijnen eindig is. Dit aspect is onderdeel van de voorliggende studie.
- Voor eventuele (eind)verwerking in het buitenland moet veelal een tijdrovende procedure worden doorlopen om een vergunning te verkrijgen. Zo is voor de afzet van as in de Duitse zoutmijnen langdurig strijd gevoerd (t/m het Europese hof), omdat de Nederlandse overheid geen exportvergunning wilde afgeven.
- Ook voor de eventuele export van gedroogd slib dient een vergunningstraject doorlopen te worden.

3.4 ONTWIKKELING SLIBVERWERKING IN NEDERLAND

Zoals in hoofdstuk 2 en de vorige paragraaf al is genoemd is de natte oxidatie van slib bij de Vartech gestopt en is de afzet naar Duitsland onzeker. Ook zal de sluiting van ENCI in Maastricht binnen 2 tot 4 jaar een feit kunnen zijn. Door dit tekort aan eindverwerkingscapaciteit dienen zich mogelijkheden aan voor uitbreiding bij de bestaande eindverwerkers of verwerking bij nieuwe marktpartijen.

In de navolgende opsomming is kort aangegeven wat de concrete mogelijkheden zijn:

- DRSH breidt niet verder uit. Wel zal door optimalisatie ruimte in de verbrandingscapaciteit ontstaan, die kan worden opgevuld met de verwerking van ander slib.
- SNB kan en wil verder uitbreiden door het bijbouwen van een vijfde verwerkingslijn, mits er partijen zijn die zich voor een langere tijd willen binden aan de SNB, bijvoorbeeld als aandeelhouder.
- De VAR is gestopt met de Vartech-installatie, maar wil op de bestaande of naburige locatie doorgaan met een drogerinstallatie. De capaciteit van de geplande droger is nog niet bekend, maar zal naar verwachting maximaal 30.000 ton ds per jaar bedragen (is gelijk aan de huidige vergunning).
- In Gelderland (Velddriel) staat een droger, die oorspronkelijk is gebouwd voor het drogen van champignonvoetjes, maar waarmee ook slib kan worden gedroogd. De capaciteit van de droger is circa 40.000 ton waterverdamping per jaar, die kan worden vergroot met een factor 4 door het op locatie bijbouwen van nog drie drogerinstallaties. Tevens worden plannen uitgewerkt om bij de droger ook een verbrandingsinstallatie te realiseren.
- Als de ENCI-Maastricht stopt, bestaat de mogelijkheid om gedroogd en eventueel alleen ontwaterd slib bij andere cementovens aan te bieden.
- Het slib van de rwzi's in het beheersgebied van Amstel, Gooi en Vecht zal worden meegestookt bij het Afval Energie bedrijf Amsterdam. Op dit moment is nog niet bekend hoeveel (extra) zuiveringsslib hier in de toekomst verwerkt kan worden.
- Dusaltec (kunstgrind productie, zie hoofdstuk 5) / Peat International Inc. (plasma technologie, zie hoofdstuk 5) hebben een terrein aangekocht om een slibverwerkingsinstallatie te realiseren voor het verwerken van baggerslib in combinatie met zuiveringsslib. De

grootte van de installatie hangt onder andere af van het aanbod van slib (zowel bagger- als zuiveringsslib). In de loop van 2005 zal hierover meer bekend worden.

Behalve bovengenoemde bestaande en nieuwe verwerkingsmogelijkheden voor slib, is er nog een aantal verbrandingsinstallaties waar zuiveringsslib in (beperkte mate) meegestookt kan worden. Deze installaties zijn niet in dit overzicht opgenomen, omdat het veelal om beperkte hoeveelheden gaat.

In de praktijk is gebleken dat de verwerkingscapaciteit in Nederland niet altijd toereikend is om het hele jaar door ontwaterd of gedroogd slib te kunnen verwerken. Er vindt dan export van gedroogd of ontwaterd slib plaats.

4

WET EN REGELGEVING

4.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt de wet- en regelgeving beschreven aangaande de verwerking en verwijdering van zuiveringsslib en verbrandingsresten van zuiveringsslib. Europese richtlijnen en regelgeving bepaalt in belangrijke mate de regelgeving op nationaal niveau. In een separaat STOWA rapport (lit. 12) wordt uitgebreider ingegaan op de wet- en regelgeving voor de slibverwerkingsketen. In dit voorliggende hoofdstuk is daarom alleen de relevante regelgeving genoemd, zonder er uitgebreid op in te gaan. Tot slot van dit hoofdstuk wordt in een aparte paragraaf het bouwstoffenbesluit toegelicht.

4.2 EUROPESE WET EN REGELGEVING

Op het gebied van de verwerking en verwijdering van zuiveringsslib zijn de volgende richtlijnen van toepassing (lit. 12, ib 4):

- 1975/442/EEG (kaderrichtlijn afvalstoffen);
- 1999/31/EG (storten van zuiveringsslib);
- 259/93/EEG (export van zuiveringsslib);
- 86/278/EEG (gebruik zuiveringsslib in de landbouw);
- 2000/76/EG (verbranden van afval).

TOELICHTING

richtlijn storten (99/31/EG)

In Nederland heeft deze richtlijn al geresulteerd in een stortverbod voor zuiveringsslib. Vanaf 1 juni 2005 is er ook in Duitsland een stortverbod van kracht voor ontwaterd slib. Omdat in Duitsland nog relatief veel slib naar stortplaatsen wordt getransporteerd, zal de druk op de bestaande verwerkingscapaciteit in Duitsland toenemen, zodat de afzetmogelijkheden voor Nederlands slib mogelijk beperkter zullen worden.

Verordening overbrenging afvalstoffen (259/93/EEG)

Afgekort als EVOA. Op 30 juni 2003 heeft de Europese commissie een voorstel gepubliceerd voor wijziging van de EVOA. De belangrijkste wijzigingen zijn dat alle kennisgevingen via de bevoegde autoriteit van verzending moeten verlopen en dat de afvaalexport geweigerd kan worden als het land van uitvoer voldoende milieuverantwoorde capaciteit voor nuttige toepassing heeft.

4.3 NATIONALE WET EN REGELGEVING

In het Nationaal Milieubeleids Plan van de rijksoverheid staat duurzame ontwikkeling centraal. De belangrijkste milieuwet hierbij is de Wet milieubeheer (Wm). De belangrijkste Europese richtlijnen die betrekking hebben op de verwerking van zuiveringsslib zijn geïmplementeerd in de volgende nationale plannen en besluiten:

- Landelijk Afvalbeheerplan 2002-2012 (LAP), met name sectorplan 5 en 6;
- BEES, BVA;
- Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen.

TOELICHTING

Sectorplan 5: afval van waterzuivering en waterbereiding

In sectorplan 5 is aangegeven dat de minimumstandaard voor slib van waterzuiveringen thermische verwerking is, al dan niet na voordrogen. Verbranding in verschillende typen installaties al dan niet in combinatie met biologische dan wel thermische voordroging is toegestaan, evenals vergassen gevolgd door nuttige toepassing van het verkregen gas. Natte oxidatie en pyrolyse/smelten zijn, op basis van de op dit moment beschikbare gegevens niet toegestaan, maar een heroverweging is mogelijk als kan worden aangetoond dat processen op basis van nieuwe ontwikkelingen vergelijkbaar zijn met eerder genoemde processen.

Naast deze minimumstandaard is gebruik van zuiveringsslib als hulpstof bij de verwerking van AVI-vliegas in hydrostab toegestaan.

In- en uitvoer van reststoffen van waterzuivering ten behoeve van storten is in beginsel niet toegestaan. In- en uitvoer voor verbranden als vorm van verwijdering is toegestaan. Zuiveringsslib is een oranje-lijst-afvalstof, waarvoor geldt dat uitvoer voor nuttige toepassing is toegestaan. Dit betreft onder andere de inzet van slib met een voldoende hoge calorische waarde (>11,5 MJ/kg) met als hoofdgebruik brandstof in energiecentrales en cementovens.

Sectorplan 6: reststoffen van afvalverbranding

Bij het toepassen in de mijnbouw dient er een onderscheid gemaakt te worden tussen verschillende methoden van berging. Bij de "Versatzbau" heeft de mijn de plicht om de mijn op te vullen om verzakking van de mijn tegen te gaan. Deze toepassing is erkend als nuttige toepassing. Als de mijn gevuld wordt zonder dat er een opvulplicht is, is er sprake van een "Untertagedeponie" en is dit geen nuttige toepassing. Daarnaast is er nog een verschil tussen kolen- en zoutmijnen. Zoutmijnen hebben het voordeel gegarandeerd droog te zijn, waardoor er geen metalen naar het grondwater kunnen lekken. De reststoffen van SNB en DRSH gaan naar een zoutmijn met een "Versatzbau"-plicht.

4.4 BOUWSTOFFENBESLUIT

In het Bouwstoffenbesluit (Bsb) zijn regels opgenomen voor het gebruik van steenachtige bouwstoffen - bijvoorbeeld asfalt, bitumineuze dakbedekkingen, baggerspecie, dakpannen, tegels, nieuwe bakstenen, beton- en menggranulaat - die in contact kunnen komen met regen-, grond- of oppervlaktewater. Het besluit moet voorkomen dat deze bouwstoffen de bodem of het grond- en/of oppervlaktewater vervuilen.

Een bouwstof mag alleen worden toegepast als die is voorzien van een erkende kwaliteitsverklaring. Alleen aangewezen certificeringsinstellingen mogen zo'n verklaring afgeven. Ook hebben de ministeries van VROM en Verkeer & Waterstaat keuringsinstanties (monsternemers en laboratoria) erkend in het kader van het Bsb.

Aangezien er de nodige knelpunten in het huidige Bsb naar voren zijn gekomen wordt het besluit grondig herzien. De verwachting is dat het nieuwe Bsb in januari 2007 gereed is. Om een deel van de knelpunten alvast op te kunnen lossen zullen tot aan 2007 diverse aspecten worden geregeld via aparte regelingen. Het gaat hierbij om bijvoorbeeld situaties waarover het Bsb niet eenduidig is of om situaties die volgens betrokkenen milieuvriendelijker kunnen worden opgelost dan het Bsb voorschrijft. Sinds april 2004 is een adviescommissie actief die

de knelpunten behandelt en, indien nodig, aan het ministerie van VROM adviezen uitbrengt. De verwachting is dat er voor de huidige toepassing van residuen van zuiveringsslib als bouwstof voornamelijk weinig knelpunten zijn, omdat voor deze residuen al een verwerking wordt toegestaan (as als grondstof voor vulstof in asfalt).

Welke bouwstoffen?

Bouwstoffen in de zin van dit besluit kenmerken zich door de aanwezigheid van een of meer (chemische) elementen die in steenachtige grondstoffen van natuurlijke oorsprong worden aangetroffen. Deze elementen, silicium, calcium en aluminium, kunnen in diverse soorten bouwstoffen in verschillende chemische verbindingen voorkomen, zoals bijvoorbeeld siliciumoxide in kwartszand of aluminiumoxide en siliciumoxide/silicaten in klei en calciumcarbonaat in kalk. Indien de totaalgehalten aan silicium, calcium of aluminium, met uitzondering van metallisch aluminium, in een bouwstof tezamen meer dan 10% m/m van de totale bouwstof bedragen, betreft het een bouwstof in de zin van dit besluit. Materialen die slechts één of twee van de hiervoor genoemde elementen bevatten, vallen, indien die stoffen voor meer dan 10% deel uitmaken van die materialen, ook onder het besluit. In het algemeen zullen de onder het besluit vallende bouwstoffen voor meer dan 80 % uit (verbindingen van) genoemde elementen bestaan.

De bouwstoffen worden in vier kwaliteitscategorieën ingedeeld, gebaseerd op de aanwezigheid van verontreinigende stoffen in de bouwstof en/of de uitloogbaarheid van de verontreinigende stoffen.

Het bouwstoffenbesluit is complex vanwege de vele formules en uitzonderingen, waardoor het beoordelen of een bepaalde toepassing aan het bouwstoffenbesluit voldoet niet eenvoudig is.

Als hulpmiddel om te beoordelen in hoeverre het bouwstoffenbesluit van toepassing is op een bepaalde stof is een computerprogramma op de markt, genaamd BOKS, een acroniem voor Bouwstoffenbesluit Ondersteunend Kennisgebaseerd Systeem. Aan de hand van door BOKS gegenereerde vragen geeft BOKS informatie op maat ten aanzien van de regelingen van het Bsb die op een bepaalde potentiële bouwstof van toepassing zijn. Ook kunnen wetsteksten, gedoogregelingen, vrijstellingen en onderzoeksprotocollen worden geraadpleegd via BOKS.

Tendensen

In het nieuwe bouwstoffenbesluit verdwijnt in ieder geval de uitzonderingsregeling voor bodemslakken van AVI's. Verder zullen er waarschijnlijk grenswaarden worden opgenomen voor de aanwezigheid van bepaalde componenten in een bouwstof. Hierbij wordt onder andere gedacht aan grenswaarden voor koper en sulfaat.

5

TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN SLIB(AS)

5.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden besproken voor het gebruik van residuen van slib ter vervanging van grondstoffen of om in te zetten als (component van) bouw materiaal. Dergelijke nuttige toepassingen van stoffen passen geheel in het beleid van de overheid. De samenstelling van slib en as, zoals gepresenteerd in hoofdstuk 2, is in belangrijke mate bepalend voor de toepasbaarheid als bouwstof.

In paragraaf 5.2 is een aantal verschillende technieken/toepassingsmogelijkheden opgesomd, waarbij per techniek een korte beschrijving van de techniek, inclusief de eventuele voor- en nadelen van deze techniek zijn gepresenteerd. Bij de beschrijving is aangegeven voor welke afvalstof (ontwaterd of gedroogd slib of as) de techniek geschikt is en wat de ervaring in Nederland en/of het buitenland is. Indien bekend is ook ingegaan op de (geteste) schaalgrootte van de techniek.

Aan het eind van het hoofdstuk is een tabel gepresenteerd, waarin de gegevens zijn samengevat.

De sectoren waarbinnen slib(as) in het buitenland wordt verwerkt, komen in grote lijnen overeen met die in Nederland. Bij de meeste toepassingen wordt slib(as) als vulstof/grondstof voor stenen en cement gebruikt. Een probleem bij toepassingen die alleen in het buitenland voorkomen, is het veelal ontbreken van een economische evaluatie, die kan worden vertaald naar de Nederlandse situatie. Tekorten aan bepaalde bouwmaterialen, subsidies op bepaalde processen worden vaak niet beschreven in de artikelen, zodat een vergelijking met de Nederlandse situatie meestal niet eenvoudig is.

Ook voor nieuwe technieken geldt dat het moeilijk is een goede economische afweging te maken, omdat bij het opschalen van de techniek nog de nodige aspecten moeten worden uitgezocht en opgelost.

In deze studie is ook geanalyseerd in hoeverre de residuen van andere bedrijfstakken overeenkomsten hebben met de residuen van zuiveringsslib. Hierbij is met name gedacht aan de as die vrijkomt bij de verbanding van (huis)vuil (AVI-vliegas) en de vliegas van kolengestookte energiecentrales. De vliegas van laatstgenoemde toepassing is over het algemeen schoner dan de as van de slibverbranders en wordt voornamelijk in de gipsindustrie gebruikt. AVI-vliegas is in vergelijking met as van de mono slibverbranders minder constant van samenstelling en minder schoon. Mengen van as uit de slibverbranding met de andere vliegasen wordt daarom ook niet beschouwd als een reële mogelijkheid.

5.2 TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN

Voor het toepassen van (residuen van) zuiveringsslib zijn verschillende technieken beschikbaar. De verschillende (zowel bestaande als nieuwe) technieken zijn in de navolgende paragrafen nader toegelicht. Hierbij is van de volgende indeling uitgegaan:

- Keramische industrie
 - o inzet van verbrandingsassen als grondstof
 - o inzet van ontwaterd of gedroogd slib als grondstof
- Cementindustrie
 - o slib als brandstof en vulstof
 - o as als vulstof in cement
- Betonindustrie
 - o as als vulstof in betonmortel
 - o as als vulstof in zwavelbeton
 - o slib als vulstof in beton
- Asfaltindustrie
 - o as als vulstof in asfalt
- Kunstgrind
 - o slib als bouwstof met behulp van koude immobilisatie
 - o slib/as als bouwstof met behulp van thermische immobilisatie
- Afdichtingen van stortplaatsen
 - o slib als vulstof in afdichting van stortplaatsen
- Mijnbouw
 - o as als vulstof bij Dammbau
 - o as als vulstof bij Versatzbau
 - o as als vulstof bij Untertagedeponie
- Productie van glas
 - o as als vulstof bij de (vlak)glasindustrie
 - o as als vulstof bij schuimglas
 - o as als vulstof bij de glas- en steenwolproductie
 - o slib/as als brandstof/vulstof bij de 'glass aggregate technology'
 - o slib/as als brandstof/vulstof bij 'plasma thermal destruction and recovery'
- Metaal- en fosfaatterugwinning
 - o terugwinning van metalen uit slib/as
 - o terugwinning van fosfaat uit slib/as

5.2.1 KERAMISCHE INDUSTRIE

Bij de productie van stenen en andere keramieken zoals dakpannen, zijn verschillende grondstoffen nodig om een goede eindkwaliteit te realiseren. Deze grondstoffen kunnen worden vervangen door zowel ontwaterd slib, gedroogd slib als as van de slibverbranding. De kwaliteit van het product hangt af van de hoeveelheid toegepast materiaal en de eigenschappen van het materiaal.

INZET VAN VERBRANDINGSASSEN

De as van zuiveringsslib bezit bepaalde keramische eigenschappen, met name door de aanwezigheid van ijzer, kalium en fosfaat. Vanwege deze eigenschappen is de as een goede vervanger van zand en klei. Andere voordelen van gebruik van as boven ontwaterd slib zijn dat de as biologisch inert, reukloos en eenvoudig te hanteren is.

Met behulp van labtesten is aangetoond dat een toevoeging van 5-10 % as ter vervanging van de zandfractie mogelijk is, zonder de (uiterlijke) eigenschappen van het product te veranderen. In Japan, Duitsland en de USA zijn testen gedaan waarbij 30-50% as is gebruikt (ib. 5). De limiterende factor is vooral de verslechtering van de persing door een verminderde binding. In Japan worden zelfs stenen gemaakt uit 100% as, maar hierbij wordt een wezenlijk ander productieproces toegepast. De kosten hiervoor zijn een veelvoud van de hiervoor genoemde productie van stenen.

In tabel 9 is een overzicht gegeven van de verschillende soorten keramiek met de bijbehorende temperatuurtrajecten waarbij de producten worden gebakken. Ook is aangegeven in hoeverre een bepaalde toepassing door de onderzoekers als kansrijk is aangemerkt (lit. 16).

TABEL 9

TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN AS IN KERAMIEK OP BASIS VAN LABTESTEN

| fijnkeramiek | | | grofkeramiek |
|---------------|------------|---------------|--------------|
| | binnenmuur | buitenmuur | |
| 1050-1250 °C | 990 °C | 1060 °C | 1120 °C |
| niet kansrijk | kansrijk | niet kansrijk | kansrijk |

De toepassing van as in de baksteenindustrie heeft de volgende voordelen (lit. 16) :

- De as werkt als 'afmageringsmiddel' tot ca. 1600°C. Het aandeel kwarts is bij gebruik van as beduidend lager dan bij gebruik van zand. De kans op koelscheuren is daardoor minder;
- De stevigheid van het ongebakken materiaal neemt toe;
- De as geeft een verbeterde verglazing, zodat lagere temperaturen kunnen worden toegepast om dezelfde eigenschappen te bereiken (verlaging van de sintertemperatuur);
- De wateropname daalt bij het gebruik van de assen in het hele temperatuurtraject;
- De isolatie en de vuurbescherming van het product nemen toe.

De toepasbaarheid van as in binnenmuren en straatstenen met een toevoeging van maximaal 5% is kansrijk.

Hoewel een constante kwaliteit van het materiaal een vereiste is, kan deze in het gedrang komen door het variërend aanbod van slib van verbrandingsovens. Het sulfaataandeel in de as is een negatief aspect voor het gebruik in de keramische industrie, omdat sulfaat uitslag op stenen kan veroorzaken. Daarom wordt in het algemeen de eis gesteld dat het eindproduct maximaal 0,12 % sulfaat mag bevatten.

Verder is in de keramische industrie een constante korrelgrootte van belang, evenals de maximale grootte van de korrels. Voor het merendeel van de industrieën moet 100% van de korrels <1 mm zijn.

Een ander probleem bij het inzetten van as bij het bakken van de stenen is de hoge zoutconcentratie. Hierdoor ontstaat zogenaamd drogerschuim, waardoor de stenen wit uit slaan. Dit probleem kan verholpen worden door het toevoegen van chemicaliën, zoals lignosulfaat.

Op basis van de uitgevoerde testen is gebleken dat de inzet van as binnen de keramische industrie goed mogelijk is. Dit wil echter nog niet zeggen dat het ook wordt toegepast. Zo heeft in de periode na 1996/97 DRSH samen met het centrum voor de keramische industrie gezocht naar een bedrijf dat de verbrandingsas wilde gaan gebruiken bij de productie van stenen. Er bleek echter geen bedrijf bereid te zijn om een praktijkproef uit te voeren.

Zelfs niet als DRSH garant zou staan voor de afname en afvoer van de geproduceerde stenen. Het onderzoek is daarom gestopt.

INZET VAN ONTWATERD OF GEDROOGD SLIB

Bij de productie van keramiek kan een deel van de grondstoffen ook vervangen worden door ontwaterd of gedroogd slib. De grondstoffen worden in een bepaalde verhouding gemengd, waarna het eindproduct gevormd wordt, bijvoorbeeld bakstenen. Na de vormgeving van het product wordt het in een oven gebakken.

Voordelen van ontwaterd slib als additief in de ongebakken producten zijn de toevoer van vochtigheid bij het productieproces en de energie die vrijkomt bij het verbranden in de oven. De verwerking van slib leidt tot betere waterabsorptie eigenschappen (lit. 19). Stenen waarbij maximaal 30% slib is verwerkt, voldoen aan de gangbare technische specificaties.

Eén van de nadelen aan het gebruik van ontwaterd/gedroogd slib is de inconsistentie van het slib, waardoor het keramische eindproduct ook in samenstelling zal variëren. Een tweede nadeel is de geur die bij het bakproces vrijkomt. Dit probleem kan opgelost worden door geurbehandelingsapparatuur te plaatsen bij de productielijn, maar dit vergt een aanzienlijke investering omdat een grote hoeveelheid lucht moet worden behandeld (lit. 10). Een derde nadeel is de gasinsluiting in het eindproduct, waardoor afwijkingen en bobbeling ontstaan. Een vierde nadeel is de verplichte rookgasreiniging in verband met het reduceren van de kwikemissie.

Met name door de wisselende slibkwaliteit en de hoge kosten voor geurbehandeling zal de toepassing van ontwaterd of gedroogd slib geen haalbaar alternatief zijn als nuttige toepassing.

5.2.2 CEMENTINDUSTRIE

Bij de productie van cement wordt een mengsel van mergel en metaaloxiden gebakken bij 1500 °C. De 'klinker' die uit de oven stroomt, wordt gemengd met gips om Portland cement te produceren. Om de hoge temperaturen te bereiken is een grote hoeveelheid brandstof nodig. De cementindustrie gebruikt hiervoor allerlei organische (droge) afvalstromen, die op de markt verkrijgbaar zijn. Daarnaast is er in cement ook vulstof nodig. Door het kiezen van de juiste brandstoffen kan meteen worden voldaan aan de benodigde behoefte aan vulstoffen. Al dan niet gedroogd zuiveringsslib wordt in Nederland op grote schaal gebruikt voor de productie van cement (zie hoofdstuk 3).

SLIB ALS BRANDSTOF EN VULSTOF

Het gedroogde slib kan ingezet worden als brandstof, waarbij de anorganische fractie als vulstof dient. De toepassing van gedroogd slib als brandstof bij de cementproductie is gebruikelijk in Europa, Japan en de USA (ib. 5). Uit onderzoek, uitgevoerd in verschillende landen, is gebleken dat bij een vervanging van 20% van de grondstoffen voor cement door as slechts beperkte veranderingen in de structuur eigenschappen van het cement op treden (lit. 11). De veranderingen van de fysische eigenschappen zijn acceptabel en de uitloging van toxische stoffen is niet significant, mits het aandeel fosfaat in het slib beperkt is. Hoewel 20% van de grondstoffen voor cement kunnen worden vervangen door as, is dit percentage in de praktijk lager. In het algemeen wordt 2 tot 2,5 massaprocent van de cementgrondstoffen vervangen door as bij gebruik van gedroogd slib als brandstof. De kritische factor hierbij is de concentratie fosfaat in het slib, omdat dit boven een bepaalde waarde een negatief effect heeft op de

cementkwaliteit. Als de fosfaatconcentratie in het slib structureel onder de kritische grens ligt, kan veel meer slib worden ingezet als secundaire brandstof. ENCI mag 100.000 ton slib ds verwerken volgens de vergunning. Op een jaarproductie van ca 1.000.000 ton cementklinker en een anorganische fractie van het slib van 32 % is dit een aandeel van 3,2 %. In de praktijk wordt echter minder slib verwerkt.

Behalve de kwaliteit geldt ook dat slib in principe (financieel) concurrerend moet zijn met andere afvalstromen, zoals diermeel etc.

AS ALS VULSTOF

De verbrandingsas van zuiveringsslib kan worden ingezet in de cementindustrie als vervanger van mergel. As heeft onder andere pozzolane eigenschappen, waardoor het geschikt is als vervanger van mergel. Toepassing van de as als vervangende grondstof voor de productie van cement in de Nederlandse cementindustrie, is vanuit technisch oogpunt slechts gedeeltelijk mogelijk. Uitgaande van de meest kritische component in de asrest, te weten fosfaat, en een aanname betreffende het toelaatbare fosfaatgehalte in portlandcement, is bekend dat jaarlijks maximaal ongeveer 25.000 ton as kan worden verwerkt. Hierbij is ter plaatse van de cementfabriek een opslag en doseerinstallatie noodzakelijk (lit. 15). Bij een verlaging van het P-gehalte in (slib)as kan meer as (of slib) worden toegepast in cement.

Een voordeel van het gebruik van as boven gedroogd zuiveringsslib is de goede toepasbaarheid door een kleinere kans op stofexplosies. Voor toepassing is het essentieel dat de kwaliteit en de kwaliteitscontrole van de 'productie' van de asrest wordt gewaarborgd middels de route van attesteren, gevolgd door certificatie (productcertificaat). ENCI heeft echter aan de slibverbranders laten weten onder de huidige (financiële) omstandigheden geen belangstelling te hebben voor de as.

5.2.3 BETONINDUSTRIE

Bij de productie van beton is naast cement een vulstof nodig in de vorm van zand. Ter vervanging van zand kan as worden gebruikt.

AS IN BETONMORTEL

Toepassing van de asrest als vulstof voor betonmortel c.q. de betonwarenindustrie lijkt op grond van een oriënterend technisch vooronderzoek mogelijk. Beproefd is een vervanging van maximaal 5% van het portlandcement. Dit percentage mag verhoogd worden binnen de huidige (beton)norm. De eigenschappen van mortel waarbij as is verwerkt hangt vooral af van de verhouding aluminiumoxide en siliciumoxide in de as. Bij toepassingen waarbij meer dan 20% cement wordt vervangen door as, neemt de betonsterkte af en neemt de waterabsorptie toe. Door toepassing van as kan de resistentie tegen chloride gerelateerde corrosie toenemen. In testen in de USA is aangetoond dat mixen van cement met 30% as nog een goede kwaliteit betonmortel opleveren.

Het direct bijmengen van as bij de productie van beton kent echter een praktisch bezwaar. Om de as van de bestaande twee slibverbranders nuttig toe te passen in beton is een marktaandeel van ca 45 % van de Nederlandse betonindustrie noodzakelijk. Gezien de grote spreiding van de betonproductie-locaties is er een goede afstemming met meerdere potentiële marktpartijen noodzakelijk (lit. 15) om deze toepassing succesvol te maken.

Verder geldt dat de samenstelling van as niet altijd voldoet aan de eisen die worden gesteld aan fijne aggregaten. Het gaat hierbij om de deeltjesgrootte en aard van het materiaal.

Een ander probleem bij het gebruik van as in beton is de verkleuring van het beton. As geeft roodbruine vlekken in beton.

AS IN ZWAVELBETON

DRSH en SNB hebben in 2004 door TNO MEP laten onderzoeken in hoeverre verbrandingsas als vulstof kan worden gebruikt in zwavelbeton. Een eerste verkenning van de mogelijkheden van de toepassing van verbrandingsas van slib in zwavelbeton laat zien dat deze toepassing milieuhygiënisch (uitloging) mogelijk lijkt. Daarentegen levert deze toepassing materiaal-kundig en civiel-technisch geen verbetering van het materiaal op. Daarnaast kan de toegepaste as mogelijk een bedreiging vormen voor de duurzaamheid van zwavelbeton. Dit onderzoek wordt vooralsnog niet voortgezet.

SLIB ALS VULSTOF IN BETON

Naast de verbrandingsas kan ook het gedroogde slib als vulstof ingezet worden. Bij deze optie wordt het slib direct gemengd met de grondstoffen voor beton. Een groot nadeel is echter dat het slib bij deze toepassing geen hoge temperatuurstap ondergaat. Dit betekent dat eventuele bacteriën uit het zuiveringsslib ook in het eindproduct aanwezig kunnen zijn. Daarom wordt deze techniek niet toegepast in Nederland.

5.2.4 ASFALTINDUSTRIE

AS ALS VULSTOF IN ASFALT

Bij de productie van asfalt is naast bitumen ook vulstof nodig. Momenteel wordt als vulstof veelal zand, vermalen puin of oud asfalt gebruikt. Als vervanger van deze vulstoffen kan ook as worden ingezet. Toepassing van as in asfalt is echter niet zonder meer mogelijk. Hiervoor dient de as eerst geschikt te worden gemaakt door het toevoegen van andere componenten.

Het produceren van de juiste vulstofkwaliteit gebeurt in de vulstoffenindustrie. De slibverbranders leveren daarom niet direct aan de asfaltindustrie maar aan de vulstoffenindustrie, waarbij levering van as alleen mogelijk is als aan bepaalde chemische en fysische eisen wordt voldaan. De geproduceerde vulstof wordt met KOMO-certificaat geleverd aan de asfaltcentrales.

Momenteel wordt ca. 70% van de verbrandingsas afgezet in de vulstoffenindustrie ten behoeve van de productie van asfalt (lit. 5 en 6).

De markt voor de afzet van asfaltvulstoffen krimpt momenteel onder de invloed van 'warm' hergebruik van asfalt.

5.2.5 KUNSTGRIND

Kunstgrind is een aggregaat van gebakken slib. Het is het product van het mengen, drogen, vormgeven, oxideren en sinteren van verschillende grondstoffen tot grind. De productie van kunstgrind kan worden verdeeld in twee technieken, te weten:

- Koude immobilisatie;
- Thermische immobilisatie.

De fysische eisen waaraan kunstgrind moet voldoen zijn afhankelijk van de gewenste toepassing. Deze eisen hebben betrekking op zaken als korrelvorm, korrelverdeling, sterkte, dichtheid, weerstand tegen verbrijzeling, oppervlakteruwheid, porositeit. Het product moet voldoen aan het bouwstoffenbesluit.

KOUDE IMMOBILISATIE

Een voorbeeld van een kunstgrindproductiemethode is het PROVAG proces. Het is gebaseerd op de fabricage van lichtgewicht grind uit slib door het slib te mengen met bindmiddelen (cement) en samen te persen.

De verwerking van de as is op praktijkschaal uitgevoerd, maar de afzet van de korrels gaf meer problemen dan voorzien was. PROVAG kon geen continue afzet van de korrels realiseren. Hierdoor is het PROVAG proces na 1,5 jaar gestopt en is PROVAG failliet gegaan.

THERMISCHE IMMOBILISATIE

Bij het Dusaltec-proces vindt oxidatie plaats in het temperatuurtraject van 300 tot 900°C. Bij deze temperatuur vervluchtigen en verbranden de organische componenten waaronder verontreinigingen als PAK's, minerale olie en dioxinen, vervluchtigen de vluchtige metalen en metalloïden zoals kwik en lood en oxideren de resterende metalen grotendeels. Het sinteren vindt plaats in het temperatuurtraject van 600 tot circa 1150 °C. Sinteren is het aaneengroeien van deeltjes als het gevolg van chemische reacties, diffusie, (re)kristallisatie en verglazing van gesmolten materiaal. Na afkoeling resteert een verhard gebakken product. Tijdens het sinter- en afkoelingsproces worden de niet vervluchtigde zware metalen vastgelegd. Een ruw onderscheid is te maken tussen metalen die onderdeel gaan uitmaken van de matrix en niet beschikbaar zijn voor uitloging en metalen die geadsorbeerd zijn aan de matrix en slecht uitloogbaar zijn. Tijdens het sinterproces gaat de koolstof, dat als brandstof wordt gebruikt, over in gasvormige componenten als koolmonoxide en kooldioxide, waarmee de korrels worden opgeblazen tot een lichtgewicht kunstgrind.

In Nederland zijn processen, zoals het Dusaltec-proces, al eerder in praktijk gebracht onder verschillende namen. Enkele voorbeelden hiervan zijn de productie van ecogrind en het VASIM-proces.

Uit een economische haalbaarheidsstudie (lit. 14) is gebleken dat er nog geen economische basis is voor een nieuwe kunstgrindfabriek. Enkele aspecten die hier aan ten grondslag liggen zijn:

- De grote concurrentie op de markt voor menggranulaten door het aanbod van bouw- en sloopafval;
- Het grind is niet sterk genoeg voor alle grindtoepassingen, o.a. vanwege de vochtopname door het grind;
- Bij de productie van kunstgrind zijn vele partijen betrokken, die zich allemaal moeten committeren aan het leveren van grondstoffen tegen vooraf afgesproken prijzen en in de afgesproken hoeveelheden om het project levensvatbaar te maken. In de praktijk lijkt het niet mogelijk om dit voor elkaar te krijgen.

In 1996 zijn er gesprekken geweest tussen SNB/DRSH en Minergy/Insulinde over een mogelijke bouw van een verwerkingsinstallatie bij de SNB. Dit is toentertijd niet verder uitgewerkt, omdat er nog geen full-scale installatie in bedrijf was om een goede evaluatie voor de Nederlandse situatie te kunnen maken (zie ook glass aggregate technology). Later hebben o.a. SNB en DRSH een haalbaarheidsstudie laten uitvoeren naar de bouw van een kunstgrindfabriek op basis van het VASIM-proces. Uit deze studie kwam naar voren dat het te betalen tarief voor de verwerking van as nauwelijks interessanter was dan de huidige toepassingen en het bovendien alleen haalbaar was bij een grootschalige toepassing. Ook dienden de andere benodigde afvalstoffen gelijktijdig beschikbaar te zijn om de gewenste productkwaliteit te kunnen halen.

Een andere kunstgrindproductiemethode is via het gepatenteerde TREFOIL-proces grondreinigings-residu, vliegas en zuiveringsslib worden geïmmobiliseerd tot hoogwaardig lichtgewicht grind. Om de economische en milieutechnische haalbaarheid van dit proces aan te tonen is een studie uitgevoerd in het kader van het SKB Trefoil-project (lit. 23). Een onderdeel van dit project was de productie van het grind in een pilot-installatie. Naast het productieonderzoek liep een onderzoek naar de markt voor lichtgewicht grind. Tevens is uitgebreid onderzoek gedaan naar de kwaliteit van het geproduceerde grind, waarbij tevens toetsing aan huidige normen in het Bouwstoffenbesluit en emissienormen heeft plaatsgevonden. De hoofdconclusie van het rapport luidt dat het Trefoil lichtgewicht grind in principe voldoet aan de eisen die de overheid en de markt in Nederland aan het product stellen en dat het product zodanig geprijsd kan worden dat het ook daadwerkelijk gekocht zal worden. Er blijft echter nog een aantal vragen over, met name op het gebied van de specifieke gebruikerseisen en het marktpotentieel in de genoemde segmenten, de te verwachten wijzigingen in het Bouwstoffenbesluit en de prijsconsequenties die de verplicht toe te passen rookgasreiniging met zich meebrengt. Dit zal in een eventueel vervolgproject aan de orde moeten worden gesteld. De aanbeveling luidt dan ook om te onderzoeken of in alle gevallen aan het Bouwstoffenbesluit kan worden voldaan, of er reeds in een beginstadium gekozen kan en moet worden voor de betere grondstoffen en hoe hoog de kosten zullen zijn voor een verplichte rookgasreiniging. Om thermische verwerking van de grond te krijgen is een commitment nodig van potentiële leveranciers van grondstoffen (as, slib etc). Producenten van slib en as zijn op basis van de beschikbare resultaten niet bereid om bestaande afzetkanalen op te zeggen en deel te gaan nemen aan een nieuw te bouwen installatie.

5.2.6 AFDICHTINGEN VAN STORTPLAATSEN

Hydrostab is een mogelijk alternatief voor kunststof afdichtingen bij stortplaatsen. De functie van deze afdichtlagen is het beperken, dan wel opheffen van de uitloging van materialen die gestort zijn. Bij de productie van Hydrostab wordt as gemengd met waterzuiveringsslib, hergebruiksgrond (zoals verontreinigde grond, etc.) en waterglas tot een kleiachtige substantie. Het mengsel wordt in een laag van 60 cm op een stortplaats gebracht als bovenafdichtingsconstructie. Hiermee wordt de inzet van zandbentoniet als afdichting vermeden.

Van kunststoflagen is de levensduur 50-100 jaar gegarandeerd, maar uit een onderzoek van Alterra (lit. 23) blijkt dit voor Hydrostab niet zonder meer mogelijk te zijn. De onderbouwing van de duurzaamheidsstermijn van Hydrostab dient daarom nader onderzocht te worden.

Zaken die in het kader van haalbaarheid van belang zijn:

- De uitloging van de afdichtingslaag;
- De uitloging van het gestorte materiaal;
- Mogelijkheid voor afvoer en zuivering van percolaatwater.

De uitloging van de afdichtingslaag is van belang omdat dit kan leiden tot vervuiling van de bodem en het grondwater. De uitloging van het hydrostab materiaal kan van invloed zijn op de steunlaag op de stort. Dit kan leiden tot een instabiele afdeklaag, waardoor de afdichtende werking minder wordt. Zolang het percolaatwater van de stort wordt afgevoerd is de kwaliteit van het percolaatwater minder van belang (lit. 23).

Voor de actuele discussie rond de toepassing van as in Hydrostab acht GeoDelft het zinvol om meer inzicht te krijgen in reacties tussen bentonietmatten en as. Het instituut gaat daarom onderzoeken of er inderdaad sprake is van aantasting en zo ja, hoe snel dit dan plaatsvindt en bij welke soorten as. Ook zal worden gekeken naar mogelijke preventieve maatregelen, zoals het aanbrengen van een laagje bitumen of zand tussen de as en de bentonietmat.

Voor de wat langere termijn is het van belang dat as niet meer als bijzondere bouwstofcategorie geldt, zodat het secundaire grondstof inzetbaar is als deze volledig voldoet aan de eisen van het Bouwstoffenbesluit. GeoDelft onderzoekt nu met welke technieken de hoeveelheid vrij voorkomende zware metalen in de as terug te dringen is. (lit. 22).

Hydrostab wordt in België al wel toegepast op stortplaatsen. Zolang het onderzoek van GeoDelft loopt en toepassing nog niet is toegestaan volgens het Bouwstoffenbesluit zal het toepassen van Hydrostab in Nederland nog niet mogelijk zijn.

5.2.7 MIJNBOUW

Met mijnbouw wordt het gebruik van as bedoeld, waarmee in Duitsland mijnen worden opgevuld. Afhankelijk van het soort mijn en de wijze waarop de mijnen worden opgevuld kunnen drie soorten mijnbouw worden benoemd, te weten:

- Dammbau
- Versatzbau
- Untertagedeponie

DAMMBAU

Om de wanden op te bouwen in de gangen die ontstaan in de mijnbouw, wordt een mengsel van cement en kalksteenmeel gebruikt. Ter vervanging van deze materialen kan as gebruikt worden dat vrijkomt bij de verbranding van zuiveringsslib. Het aandeel as dat gebruikt wordt is afhankelijk van de samenstelling van de as. De kolenmijnen waar deze vorm van Dammbau wordt toegepast zijn op natuurlijke wijze geïsoleerd van de omgeving. Emissies vanuit de kolenmijn naar de omgeving zijn hierdoor in principe niet mogelijk. Het mengproces van as met cement en kalkmeel leidt tot een zekere vorm van immobilisatie. Na het uitharden is er geen contact meer met water, waardoor in principe geen uitloging meer optreedt. Bij deze wijze van mijnbouw wordt de betonmortel buiten de mijn aangemaakt met water uit de omgeving. Behalve de bouwstof wordt dus ook steeds nieuw water gebruikt.

VERSATZBAU

Een andere vorm van toepassing in de mijnbouw is het opvullen van buiten gebruik zijnde mijnen onder bebouwde gebieden om verzakking hiervan te voorkomen. De mijnen worden opgevuld met een soort betonmortel dat onder andere as van de Nederlandse slibverbrandingsinstallaties bevat. Het voordeel van as in de betonmortel is dat het slib minder snel uithardt en dus over grotere afstanden kan worden verpompt. Bij dit proces wordt de as tezamen met diverse afvalstoffen die als bouw materiaal geschikt zijn in een menginstallatie vermengd met water. De aldus ontstane slurry wordt de zoutmijnen ingepompt. In de mijn bezinkt het as en hardt het mengsel uit. Het surplus aan water wordt weer opgepompt en opnieuw gebruikt. Ook kunnen de indampresten (zouten) van de Nederlandse slibverbrandingsinstallaties voor deze verwerkingsmethode naar Duitsland worden getransporteerd.

UNTERTAGEDEPONIE

Untertagedeponie is het volstorten van oude mijnen met als enige doel om van de as af te komen. Hiervoor mag de as van de Nederlandse slibverbrandingsinstallaties niet gebruikt worden.

Dammbau en Versatzbau zijn vormen van mijnbouw, die worden toegestaan (=nuttige toepassing van as). Bij de mijnen in Nederland is deze wijze van mijnbouw (nog) niet toegestaan. De as die wordt afgezet naar de mijnbouw wordt daarom geëxporteerd naar Duitsland ten behoeve van de Versatzbau.

Aangezien dit opvullen een eindige verwerking is, wordt het niet gezien als duurzame toepassing voor de lange termijn.

5.2.8 PRODUCTIE VAN GLAS

Bij de productie van glas kan onderscheid worden gemaakt in de productie van materialen bestaande uit een bepaald soort glas en de productie van glasaggregaten.

In het eerste geval gaat het om het maken van een bepaald product, dat bestaat uit een glasachtig materiaal. Hierbij kan worden gedacht aan het maken van vlakglas, verpakkingsglas, glaswol e.d. In het tweede geval gaat het om de immobilisatie van afvalstoffen met behulp van verglazingstechniek, waarbij een glasachtig product gemaakt wordt, dat onder andere kan worden toegepast in de bouw ter vervanging van grind.

DE (VLAK)GLASINDUSTRIE

Glas is een product dat op vele fronten wordt toegepast, zoals vensterglas, glas voor beeldbuizen en verpakkingsglas. De bulkgrondstoffen worden op de commerciële markt gekocht en zijn qua samenstelling vrijwel constant. De meest gebruikte grondstoffen voor de productie van glas zijn:

- Silicaat (zand)
- Dolomiet (= $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, kalksteen)
- Kalk
- Soda
- Natriumsulfaat
- Afvalscherven
- Hoogovenslakken

Afhankelijk van het soort glas kan de grondstofkeuze enigszins verschillen.

Het aantal producenten van (vlak)glas in Europa is beperkt. Vaak zijn dit grote organisaties met productielocaties in verschillende landen. De productielijn bij de vlakglasindustrie bestaat vaak per locatie maar uit één lijn, die continu draait gedurende een groot aantal jaren (ca. 15 jaar).

De grondstoffen voor het glas worden gemengd en in de oven gebracht. De oven met een inhoud van ca. 2,5 keer de dagproductie wordt op 1600 °C gehouden. Het vloeibare glas wordt uitgegoten op een tinbad, waarop het kan afkoelen om vervolgens gesneden en getransporteerd te worden naar de afnemers, die er eindproducten van maken, zoals dubbele beglazing, autoruiten, gecoate ruiten e.d. In tabel 10 staat de samenstelling van vlakglas.

TABEL 10

GLOBALE SAMENSTELLING VAN VLAKGLAS

| Component | Percentage van totaal |
|-----------------|-----------------------|
| Silicaat (zand) | 72 |
| Calciumoxide | 8-9 |
| Natriumoxide | 14 |
| Magnesiumoxide | 4 |
| Aluminium | 0,8 |
| IJzeroxide | 0,08 |

Funest bij de productie van glas zijn kleine steentjes of aggregaten van bijvoorbeeld aluminiumoxide. Als deze groter zijn dan 0,5 tot 1,0 mm, smelten ze niet in één stap en komen dan in het glas terecht. Afhankelijk van het soort glas bestaan er eisen aan het aantal insluitsels. Hoe hoger de kwaliteit hoe kleiner het aantal insluitsels mag zijn. De hoogste kwaliteit glas is bestemd voor de productie van beeldbuizen, daarna komt vlakglas en vervolgens verpakkingsglas.

Andere problemen bij de productie van glas kunnen zijn:

- kleuring van het glas door zware metalen in het glas;
- insluitsels van zware metalen door verontreiniging van het tinbad met druppels metalen (metalen vormen druppels op koelere plaatsen).

Het toepassen van assen in de consumptie-, vlak- of beeldbuisglasindustrie zal in Nederland en de rest van Europa overigens niet of nauwelijks plaats gaan vinden, omdat de samenstelling van glas zeer nauw luistert. Enkele storende elementen zijn o.a. broom en koper. Tevens zal de verwerking van assen op de locatie nog voor de volgende problemen zorgen:

- De huidige vergunningen bij de smeltovens voorzien niet in een toename in de emissies van zware metalen (onder andere kwik). Dit heeft als consequentie dat extra investeringen nodig zijn voor de rookgasreiniging, hetgeen kostenverhogend werkt;
- Door de deels open ovens en de zeer hoge temperaturen in de glassmelterijen ten opzichte van slibverbrandingsinstallaties dienen de ovens, bij gebruik van slib, te worden aangepast om de ARBO-omstandigheden in de bedrijfshallen van de glasindustrie te kunnen handhaven;
- Afnemers van (consumptie)glas zijn zeer kritisch ten aanzien van wijzigingen in de glasmengsamenstelling, helemaal als het om extra verontreinigingen door zware metalen gaat. Acceptatie van een mindere kwaliteit glas is niet te verwachten.

SCHUIMGLAS

Een nieuwe toepassing van glas is schuimglas. Schuimglas is een isolatiemiddel dat hard, waterdicht, drukbestendig en zeer resistent is tegen agressieve middelen (zuren en dergelijke). Het is echter ook zeer kostbaar. De afdeling glastechnologie van de technische universiteit Eindhoven heeft samen met TNO testen uitgevoerd om AVI vliegglas te gebruiken voor de productie van dit schuimglas. Op zich is dit mogelijk maar omdat de ministeries van VROM en EZ de verdere uitwerking van dit traject niet wilden subsidiëren is dit project (voorlopig) stopgezet.

Het hoe en waarom van het stopzetten van de subsidie en het niet voortzetten van het onderzoek door de AVI's heeft in ieder geval te maken met het feit dat de overheid (subsidieverlener) er geen groot belang in ziet. In hoeverre deze techniek ook voor de as van de slibverbranders kan worden gebruikt is niet bekend. Ook is er nog geen marktverkenning uitgevoerd om te onderzoeken welke hoeveelheden as er in dit segment kunnen worden afgezet.

GLAS- EN STEENWOLPRODUCTIE

De producent van Rockwool isolatiemateriaal gebruikt normaal basalt als uitgangsmateriaal voor de productie van steenwol en heeft aluminium en fosfor nodig voor de binding van de diverse componenten in het product. Er zijn testen uitgevoerd om te onderzoeken in hoeverre en in welke hoeveelheden as van de slibverbrandingsinstallaties kan worden toegepast bij de productie, zonder dat de kwaliteit van het product afneemt. Uit deze testen is gebleken dat ca. 5 % van de normale grondstoffen kan worden vervangen door as. Het positieve van deze toepassing is dat de hoofdcomponenten van verbrandingsas (Si, Al en P) kunnen worden toegepast in het product.

Momenteel wordt er onderhandeld met de producent over de leveringsvoorwaarden, zoals de prijs voor het leveren van as. Een verdere toename van de hoeveelheid af te zetten as via deze route is mogelijk als het ijzer wordt vervangen door aluminium. De financiële en technologische consequenties hiervan dienen te worden doorgerekend om te bepalen of deze verwerkingsroute haalbaar is voor een groter slibaandeel

GLASS AGGREGATE TECHNOLOGY

Diverse glasfabrieken in Noord-Amerika, passen het door Minergy's gepatenteerde "Glass Aggregate Technology" toe. Volgens de producent van deze techniek biedt de techniek mogelijk een lange termijn oplossing voor het recyclen van zuiveringsslib.

Het proces bestaat uit een aantal stappen. Het aangevoerde slib wordt eerst gedroogd tot een droge stofpercentage van 90%. Daarna wordt het in een glasoven gebracht. Hier wordt de organische stof uit het slib gebruikt om hoge temperaturen te bereiken die nodig zijn om het gedroogde slib te smelten naar glas. Het anorganische materiaal smelt en stroomt de oven uit als vloeibaar glas. De zware metalen die in het slib aanwezig zijn, worden ingekapseld in een amorfe glas matrix. Het vloeibare glas wordt opgevangen en snel afgekoeld om glasaggregaten te vormen, die kunnen worden gebruikt als bouwstof. Er zijn verschillende toepassingen voor deze aggregaten, te weten:

- vulstof in asfalt;
- vulstof in beton;
- vulstof in keramiek (tegels en dakpannen).

In principe komt deze techniek neer op de al langer in Japan toegepaste verglazingstechniek. Met name door de beperkte economische uitgangspunten bij de beschreven technieken is een vertaling naar de Nederlandse markt niet eenvoudig te maken. Vanuit het LAP is bekend dat technieken als smelten en verglazen over het algemeen duurder en minder duurzaam (meer energie nodig) zijn dan de reeds bestaande technieken en daarom niet de voorkeur verdienen.

Inmiddels is een full-scale installatie al meerdere jaren in bedrijf (sinds 1998 in Fox Valley, USA), die weliswaar niet op zuiveringsslib van rwzi's draait, maar op papierslib. Met behulp van de gegevens van deze installatie kan mogelijk wel worden onderzocht in hoeverre een dergelijk proces voor de Nederlandse markt interessant kan zijn.

PLASMA THERMAL DESTRUCTION AND RECOVERY (PTDR) TECHNIEK

Een andere techniek om residuen van slib te verwerken tot glasachtige aggregaten is de plasma thermal destruction and recovery (PTDR) techniek. Deze techniek is geschikt voor het verwerken van zowel zuiveringsslib als verbrandingsas. Het principe van de techniek is het geleiden van elektriciteit tussen elektroden door een geïoniseerd gas. Door de extreem hete plasmaboog die hierdoor gecreëerd wordt, vindt een volledige moleculaire dissociatie van de ingebrachte stoffen plaats, waarbij losse atomen ontstaan. De in het afval aanwezige anorganische componenten kunnen worden omgezet in een glasachtig niet uitloogbaar product, metalen of legeringen, afhankelijk van de ingebracht componenten. Het glasachtige product kan gebruikt worden als bouwstof ter vervanging van grind. Metalen en legeringen vinden hun weg in de metallurgische industrie. Vluchtige metalen zoals cadmium, lood, zink en kwik komen geheel of gedeeltelijk in het synthesegas terecht. De in het gas aanwezige zuren en metalen moeten op conventionele wijze uit het synthese gas verwijderd worden.

De kosten voor het verwerken van een bepaalde afvalstroom worden in hoofdzaak bepaald door de omvang van de verwerkingscapaciteit van de installatie, lokale afzetmogelijkheden voor de eindproducten, de waarde van de eindproducten en het tarief voor de verwerking van de betreffende afvalstroom. Als organische brandstof kan (gedroogd) slib worden gebruikt in de reactor. Praktijkervaring is nog niet opgedaan met slib(residuen) van rwzi's, maar in Taiwan draaien al wel enkele installaties op (gevaarlijke) afvalstromen uit ziekenhuizen. Momenteel wordt door PEAT International, Inc. een studie uitgevoerd voor het realiseren van een praktijkinstallatie in Nederland voor het verwerken van baggerslib, al of niet in combinatie met zuiveringsslib. De studie richt zich op de economische haalbaarheid van het proces in Nederland.

5.2.9 METAAL- EN FOSFAATTERUGWINNING

In het zuiveringsslib zijn metalen en andere elementen aanwezig, die theoretisch kunnen worden gewonnen.

METAALTERUGWINNING

In (slib)as komen diverse metalen voor, zie hiervoor hoofdstuk 2. Het terugwinnen van specifieke metalen uit een mix van andere metalen is al jarenlang een interessant onderzoeksveld op universiteiten en instituten. Vooralsnog heeft dit niet geleid tot het beschikbaar komen van technieken om specifieke metalen terug te winnen op commerciële schaal (zie ook de nat-chemische fosfaatroute).

FOSFAATTERUGWINNING

Aangezien de voorraden fosfaaterts (30-40 % P) eindig zijn, wordt er overal op de wereld onderzoek gedaan naar mogelijkheden om fosfaat terug te winnen. Zo is in 2001 al een STOWA rapport verschenen over hergebruik van fosfaatreststof uit rwzi's (lit. 20). In een aantal landen zijn al beleidsdoelstellingen geformuleerd om fosfaat terug te winnen. Zo heeft De Zweedse overheid aangegeven voor 2015 jaar 60 % van het geloosde fosfaat terug te willen winnen.

De fosfaat terugwinning kan grofweg in 2 hoofdroutes worden ingedeeld, namelijk:

- thermische route
- nat-chemische-route

THERMISCHE ROUTE

Bij de thermische route wordt de fosfaatgrondstof sterk verhit in een reducerende omgeving onder toevoeging van een slakvormer (grind). Het fosfor wordt via fosfordamp gewonnen. Dit proces vraagt grote hoeveelheden energie.

Voor het terugwinnen van fosfaat via de thermische route is een aantal uitgangspunten van belang (lit. 8):

- Het droge stofgehalte van het gedroogde slib moet minimaal 75 % drogestof zijn;
- Het gehalte aan fosfaat in het gedroogde slib moet ca 7 % P zijn;
- Na verbranding is ca. 15 -17 % P over in de as;
- Als slib te hoge concentraties ijzer, koper en zink bevat, kan het slib niet worden gebruikt voor fosfaatterugwinning.
- Slib uit een zuivering met biologische fosfaatverwijdering, heeft een hoger gehalte fosfaat en een lager gehalte metaal in het slib en is hierdoor beter voor het terugwinnen van fosfaat.

TABEL 11

SAMENSTELLING AS TEN BEHOEVE VAN THERMISCHE P-TERUGWINNING (LIT. 8)

| | P ₂ O ₅ g/kg as | Zn g/kg as | Fe g/kg as |
|--------------------------------------|--|---------------|---------------|
| Primair en secundair slib van rwzi's | 190 | 3,5 | 100 |
| Bio-P slib (secundair slib) | 360 | 3,1 | 16 |
| Eisen van de P-verwerkende industrie | > 250 | < 0,1 | < 10 |

Op basis van de gegevens in tabel 11 kan worden geconcludeerd dat slib(as) nooit een volledige grondstof voor de fosfaatindustrie kan worden. Indien ook andere (schone) grondstoffen worden gebruikt kan slib(as) van Bio-P-installaties wel worden gebruikt als fosfaatbron. Anno 2005 wordt er door SNB, DRSB en Thermphos gesproken over de mogelijkheden om in één verbrandingslijn voldoende ijzerarm en fosfaatrijk slib te verbranden van alleen bio-P slib installaties.

NAT-CHEMISCHE ROUTE

In de nat chemische route wordt de asrest van zuiveringsslib behandeld met zuur, waardoor fosfor en metaal in oplossing komen en teruggewonnen kunnen worden.

Afhankelijk van de herkomst kan 30-50% van het fosfor teruggewonnen worden. Met zwavelzuur bij een pH <1,5 kunnen naast fosfor ook metalen (koper, zink, chroom en nikkel) worden teruggewonnen. Na extractie met zwavelzuur en een geleidelijke verhoging van de pH is het mogelijk om fosfor en sommige metalen afzonderlijk te precipiteren.

Kemira heeft dit proces ook in Nederland toegepast, maar is hiermee gestopt, omdat de kosten voor het verwerken van de bij het proces vrijkomende sulfaat te hoog werden.

In Zweden zijn laboratoriumtesten uitgevoerd naar slibfractionering met behulp van zuren en basen. De afgifte van fosfaat bij verschillende pH waarden is geanalyseerd. Uit de testen kwam naar voren dat bij een lage pH waarde een hoge afgifte van fosfaat bereikt kan worden, zonder verdere verhitting of drukopbouw (lit. 20).

Ook andere groepen zijn bezig met onderzoek op het gebied van terugwinning van metalen. Al deze onderzoeken lopen bij instituten en universiteiten en hebben voornamelijk tot doel om te onderzoeken of er hier mogelijkheden zijn:

- Zo wordt in Duitsland onderzoek gedaan naar de productie van fosforijzer, waarbij as van slibverbrandingsinstallaties als grondstof wordt gebruikt. Fosforijzer is een ijzer met een laag smeltpunt en kent een beperkt aantal specifieke toepassingen (geleidende contacten tussen grafietelektroden, remschoenonderdelen voor treinen) (lit. 26). Gezien de beperkte toepassingen en het beperkt aantal productielocaties kan hier slechts een beperkte hoeveelheid as van slibverbrandingsinstallaties worden verwerkt.
- Een ander in een ontwikkelingsstadium verkerend proces is het proces, waarbij door het toevoegen van chloriden bij hoge temperaturen (1000°C) de metaalchloriden kunnen worden gewonnen en de as vrij van metalen is. Het in de as aanwezige fosfor komt hierbij in een biologisch beschikbare vorm vrij, zodat de as als meststof gebruikt kan worden. Er is subsidie bij de EU aangevraagd om de (on)mogelijkheden van dit proces te onderzoeken. Meerdere Europese partijen (ook de SNB) hebben hun medewerking toegezegd aan dit onderzoek dat ongeveer tweeënehalf jaar moet gaan duren.

5.3 NABESCHOUWING

Het is onmogelijk om van alle in de voorafgaande paragraaf in beschouwing genomen technieken een uitgebreide evaluatie en onderlinge vergelijking te geven ten aanzien van de specifieke voor- en nadelen per techniek of per soort uitgangsmateriaal (ontwaterd of gedroogd slib of as). Veelal omdat dit van de verschillende technieken niet bekend is en het buiten de scope van dit onderzoek valt om dit verder uit te zoeken.

In tabel 12 is een overzicht gepresenteerd van de beschreven technieken, waarbij kort is aangegeven wat de status van de toepassing is. Onder de tabel is voor sommige technieken iets dieper ingegaan op de kansen/problemen voor het toepassen van een bepaalde techniek.

Zoals uit de tabel blijkt gelden voor de meeste opties beperkingen voor toepassing op grote schaal. In een groot aantal gevallen is het ontbreken van ervaringen op full-scale met slib(residuen) een probleem. Zonder langdurige contracten voor de levering van grondstoffen en zicht op een goede afzetmarkt voor de gevormde producten zijn er weinig investeerders, die een grote investering willen doen om een bepaalde techniek toe te passen.

Het kostenaspect is erg belangrijk voor de partijen die hun slib moeten afzetten (waterschappen) en voor de partijen die dit slib verwerken. Nieuwe slibverwerkingstechnieken moeten concurreren met de bestaande verwerkingsmogelijkheden voor (gedroogd) slib en as. Van belang hierbij zijn de te kiezen schaalgrootte en de eventuele samenwerking met andere partijen. Verder zal de nieuwe techniek gelijk of beter moeten scoren dan de bestaande technieken op basis van continuïteit van de slibverwerking, kosten, duurzaamheid

TABEL 12

OVERZICHT VAN HAALBARE VERWERKINGSTECHNIKEN

| Toepassing | Toelichting/opmerking |
|---|--|
| Keramische industrie | |
| • inzet van verbrandingsassen | Veel getest, maar geen praktijkinstallatie operationeel in Europa |
| • inzet van ontwaterd of gedroogd slib | Teveel variatie in kwaliteit door wisselende samenstelling slib |
| Cementindustrie | |
| • slib als brandstof en vulstof | Wordt toegepast in NL (ENCI) |
| • as als vulstof | Niet toegepast; as minder waarde dan gedroogd slib in NL |
| Betonindustrie | |
| • as in betonmortel | Mogelijk, maar markt is te klein/versnipperd voor verwerking alle as |
| • as in zwavelbeton | Nog in onderzoeksstadium, problemen met kwaliteit |
| • slib als vulstof in beton | Niet toegestaan vanwege teveel risico organisch materiaal |
| Asfaltindustrie | |
| • as als grondstof voor vulstof in asfalt | Wordt toegepast in NL |
| Kunstgrind | |
| • koude immobilisatie | Niet meer toegepast door te grote problemen met stabiliteit product |
| • thermische immobilisatie | Kan worden toegepast, maar kosten hoger dan huidige verwerking |
| Afdichtingen stortplaatsen (Hydrostab) | |
| | In NL in onderzoek; In België toegepast |
| Mijnbouw | |
| • Dammbau | Toegepast in Duitsland, niet voor as uit NL |
| • Versatzbau | Toegepast met as van SNB/DRSH |
| • Untertagedeponie | Niet toegestaan met slib of as uit andere landen dan Duitsland |
| Productie van glas | |
| • de (vlak)glasindustrie | Niet toepasbaar in EU i.v.m. hoge kwaliteitseisen (zware metalen) |
| • schuimglas | Nog in onderzoeksstadium |
| • glas- en steenwolproductie | Mogelijkheden voor praktijkschaal worden onderzocht |
| • glass aggregate technology | Mogelijk, maar nog geen praktijkervaring in EU met slib/as, kosten? |
| • plasma thermal destruction and recovery | Mogelijk, maar nog geen praktijkervaring in EU met slib/as, kosten? |
| Metaal- en fosfaatterugwinning | |
| • terugwinning van metalen | Nog in onderzoeksstadium |
| • terugwinning van fosfaat | Kan worden toegepast, maar kosten hoger dan gebruik fosforeerts |

Een aantal technieken, zoals de productie van glas kan alleen maar concurrerend zijn als op eenvoudige wijze kan worden meegelift met bestaande processen.

Boven op de concurrentie met de bestaande technieken komt nog het feit dat het vergelijken van de haalbaarheid uit diverse buitenlandse studies met de Nederlandse situatie een lastig aspect blijft, omdat de economische randvoorwaarden in de betreffende landen nauwelijks in de literatuur worden genoemd.

Om de haalbaarheid van een bepaalde toepassing te kunnen aantonen, is het verkrijgen van ervaringen van belang. Bij de meeste toepassingen is ervaring opgedaan, zowel in onderzoek als in full-scale toepassing, maar lang niet altijd is deze ervaring opgedaan met slib(residuen) van rwzi's. Om een bepaalde nieuwe techniek te introduceren voor het verwerken van slib(residuen) is geld (subsidies of toenemende grondstofprijzen) en/of dwang (aanpassing regelgeving) nodig van de overheid.

Zo wordt het terugwinnen van fosfor interessant door de stijgende grondstofprijzen, de subsidies die de overheid uitdeelt en de dwang om binnen een aantal jaren een werkende techniek gerealiseerd te hebben.

Het toepassen van (slib)as als vulstof is geaccepteerd in de grootschalige verwerkingsmethoden, zoals in de asfalt- en cementindustrie, waarbij op basis van de receptuur van de diverse grondstoffen de samenstelling vrij constant kan worden gehouden.

Op het moment dat (slib)as als vulstof wordt toegepast voor de productie van specifieke producten (stenen, glas e.d), spelen de verontreinigingen in de grondstof een veel grotere rol. Wisselende samenstelling van de grondstof levert afwijkingen in het product op.

De algemene mening van de overheid is dat het nuttig toepassen van slib(residuen) vooral geregeld moet worden door de partijen die hierbij betrokken zijn en dat de overheid hier geen sturende rol in hoort te spelen. Dit betekent, dat waterschappen, slibverbranders en andere eindverwerkers zelf bepalen op welke wijze ze hun slib(residuen) willen (laten) verwerken.

6

EVALUATIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 INLEIDING

Sinds de jaren negentig is de slibverwerking, inclusief de afzet van slibresiduen in Nederland goed onder controle. De in Nederland geproduceerde hoeveelheid slib kan nu nog worden verwerkt. Door het (op termijn) wegvallen van een aantal verwerkingstechnieken, zoals ENCI en Vartech, of als gevolg van economische omstandigheden, zal de bestaande verwerkingscapaciteit moeten worden uitgebreid en/of zal gezocht moeten worden naar alternatieven. Ook het stortverbod in Duitsland, per 1 juni 2005, geeft samen met het openen van de grenzen voor afvalstoffen vanaf 2006 (mogelijk) extra druk op de verwerkingscapaciteit.

De Nederlandse overheid laat de verwerking van (residuen van) zuiveringsslib over aan de branche en treedt hier niet sturend in op. Met dit standpunt van de overheid zal de keuze van de waterschappen voor een bepaalde verwerkingstechniek, naast de continuïteit van de slibverwerking, vrijwel alleen gebaseerd zijn op economische aspecten. De vraag is dan ook of het slib nog goedkoper kan worden verwerkt en/of nog nuttiger worden toegepast dan nu.

De verwachting is dat de komende 10 tot 15 jaar niet veel zal veranderen in de huidige verwerkingsstructuur, omdat de bestaande installaties nog niet zijn afgeschreven en er nog geen haalbare alternatieven zijn gerealiseerd. Dit betekent dat voornamelijk de volgende reststromen verder moeten worden verwerkt:

- as van monoslibverbrandingsinstallatie;
- gedroogd slib van de diverse slibdrogers;
- compost van de composteringsinstallaties.

In dit rapport zijn de beschikbare eigenschappen van deze slib(residuen) verzameld.

De huidige situatie is dat slib(residuen) via diverse kanalen worden afgezet, waarbij financiën de drijfveer zijn. De verwerker kiest voor toepassing van deze residuen vanwege de financiële bijdrage, die de slibverwerkers bereid zijn bij te betalen. Slib(residuen) worden daarbij als afvalstof gezien.

De gewenste situatie is dat slib(residuen) als grondstof worden beschouwd en dat de acceptatie is gebaseerd op de positieve eigenschappen van (componenten in) het materiaal. Innovatieve verwerkingsmethoden zullen daarom gestoeld moeten zijn op de positieve eigenschappen van het materiaal. In dit hoofdstuk is een aanzet gegeven om het vinden van innovatieve verwerkingsmethoden te bevorderen.

6.2 UITGANGSPUNTEN / OVERWEGINGEN

In deze paragraaf is een aantal uitgangspunten en overwegingen opgenomen, die een rol spelen bij het selecteren van processen, technieken of toepassingen voor slib(residuen). Hierbij zijn de opmerkingen verwerkt, die tijdens een brainstormsessie met marktpartijen en kennisinstituten naar voren zijn gekomen.

- Er moet niet worden gezocht naar een nieuw proces of een nieuw product, maar naar aansluiting bij bestaande processen. Bij het zoeken naar nieuwe afzetmogelijkheden voor slib en as moet daarom naar de markt worden gekeken, waarbij het innovatieve aspect moet worden gezocht in het vinden van de toepassing van slib of as als vervanging van een grondstof. Dit moet natuurlijk ook economisch haalbaar zijn. Daarnaast geldt dat de afnemer eisen stelt aan de kwaliteit van slib of as. Ook vanuit de proceskant kunnen belemmeringen bestaan voor toepassing. Het is dus zaak om vanuit de grondstoffenmarkt de connectie te leggen met de industrie, waar het slib of de as potentieel kan worden gebruikt. Hoewel de afzet van as op dit moment geen knelpunt is, is er wel een drive om goedkopere alternatieven te vinden of om over alternatieven te beschikken, als één van de afzetmogelijkheden zou komen te vervallen.
- De benadering voor het nuttig toepassen van slib en as moet zijn dat het gaat om een potentiële grondstof en niet om een afvalstof. Van belang zijn hierbij de volgende positieve eigenschappen:
 - In slib en as komen potentieel waardevolle elementen voor zoals Si, Al, P, Fe en Ca; Daarbij is van belang in welke chemische vorm de elementen aanwezig zijn.
 - Behalve de aanwezige elementen is bij as de pozzolane (klevende) eigenschap van belang.
 - Behalve de aanwezige elementen is bij gedroogd slib de calorische waarde van belang.
- Menging van grond- en afvalstoffen is toegestaan mits dit voortkomt uit de randvoorwaarden die het product stelt (mengen voor verbeteren van eigenschappen mag, maar mengen om de concentratie van een ongewenste component te verlagen mag niet).
- Bij vergelijking van processen voor de verwerking van vliegas van (kolengestookte) elektriciteitscentrales met processen voor de verwerking van as van slibverbrandingsinstallaties moet worden bedacht dat de bindende werking van as van slibverbrandingsinstallaties minder is.
- Een sterk punt van met name slibverbrandingsas is dat een constante kwaliteit kan worden gegarandeerd. Bij de slibverbrandingsinstallaties worden de aangevoerde slibsoorten gemengd, waardoor de variaties in de as-samenstelling gering zijn. Aan de andere kant betekent dit ook, dat de mogelijkheden om de kwaliteit te beïnvloeden marginaal zijn. Bij de aanwezigheid van meer verbrandingsstraten zou een scheiding tussen slib van installaties met biologische fosfaatverwijdering en van installaties met chemische fosfaatverwijdering mogelijk zijn. Hierdoor kan de hoeveelheid ijzer in de as worden beïnvloed. Ijzer is (naast koper) een belemmerende factor bij de inzet van as in de fosforindustrie.
- De hoeveelheid ijzer in slib kan ook worden beïnvloed door op rwzi's met chemicaliëndosering over te stappen op aluminiumzouten. Dit vergt echter een benadering van de gehele zuiveringsketen bij Waterschappen
- Slib en as verschillen met name in de aanwezigheid van organische droge stof, maar ook in de hoeveelheid kwik. In as zit geen kwik (omdat dit tijdens de slibverbranding vervluchtigt), terwijl de aanwezigheid van kwik in slib een mogelijke beperking voor een alternatieve afzet is.

- Van de aanwezige hoofdcomponenten in slib en as lijkt fosfor in eerste instantie het meest aantrekkelijk. De fosforverwerkende industrie is ook sterk geïnteresseerd in recycling. De chemische vorm waarin fosfor in het slib en de as aanwezig is, is echter sterk bepalend voor de mogelijke terugwinning van fosfor.
- Bij het zoeken naar afzetmogelijkheden moet steeds in overweging worden genomen wat de motivatie is van een bepaalde keuze om slib(residuen) wel of niet in te zetten in een bepaalde processtap of techniek. De keuze om op dit moment geen slib(residuen) te willen toepassen op basis van het argument 'levert geen positieve bijdrage aan het proces' moet zoveel mogelijk worden ontrafeld tot meetbare waarden. Zo was men in de asfaltindustrie aanvankelijk zeer sceptisch ten aanzien van vulstof uit as van de slibverbrandingsinstallaties. Er werd vanuit gegaan dat er geen afzetmarkt voor slibresiduen bij de asfaltindustrie zou zijn, terwijl nu ca. 70 % van de geproduceerde as van de slibverbrandingsinstallaties via de vulstoffenindustrie naar de asfaltindustrie gaat.

6.3 EVALUATIE EN CONCLUSIES

Zoals uit de voorgaande hoofdstukken is gebleken, is de huidige verwerkingscapaciteit van slib(residuen) relatief goed geregeld. Bij het huidige prijsniveau voor de verwerking van slib(residuen) is het lastig om alternatieve technieken te realiseren. De kostprijs van deze nieuwe technieken en de onzekerheden, die samenhangen met de realisatie van praktijkinstallaties en de afzet van het eventuele restproduct, werken remmend op de realisatie van nieuwe initiatieven.

De huidige situatie is dat (gedroogd) slib of as wordt ingezet in bestaande processen als vervanger van andere grondstoffen. Bij deze toepassing brengt de as of het gedroogde slib zowel een financieel als een technische voordeel met zich mee. Bij de ontwikkeling van nieuwe processen wordt de as of het slib echter vooral gezien als een geldbron, zonder een toegevoegde technische waarde te bieden. Bij het zoeken naar nieuwe toepassingen voor slib of as is het daarom belangrijk om een juiste balans te vinden tussen financiële en technische voordelen.

Om in de gegeven situatie een stimulans te geven in het vinden van nieuwe toepassingen, is het in alle gevallen beter om niet te zoeken naar een nieuw proces of een nieuw product, maar om te zoeken naar aansluiting bij bestaande processen. Voor een goede acceptatie van het materiaal is het van belang om via de grondstoffenmarkt de connectie te leggen met de industrie, waar het slib of de as kan worden gebruikt.

Ten aanzien van de hoeveelheid en de samenstelling van het zuiveringsslib en de as (zie hoofdstuk 2 en 3) kan worden geconcludeerd dat deze goed bekend zijn. Op basis van voorspellingen wordt verwacht dat de slibproductie nog met ca 7 % zal toenemen tot 2015. Qua samenstelling kan worden geconcludeerd dat de samenstelling van slib redelijk constant is. Voor bepaalde zware metalen (Cd, Pb en Hg) is de concentratie afgenomen in de laatste 10 jaar.

Slib en as verschillen met name in de aanwezigheid van organische drogestof en het vorm waarin bepaalde componenten voorkomen (in as komen componenten in geoxideerde vorm voor). Verder is de hoeveelheid kwik in as minder dan in slib, omdat kwik tijdens de slibverbranding vervluchtigt en uit de rookgassen wordt verwijderd. De aanwezigheid van kwik in het slib kan een beperking zijn voor alternatieve afzetroutes. Zo kunnen kolengestookte

elektriciteitscentrales nauwelijks slib meeverbranden als er geen aanvullende maatregelen worden getroffen voor het verwijderen van kwik uit de rookgassen.

De bestaande Europese en nationale wet- en regelgeving is nog aan veranderingen onderhevig, maar vast staat dat het verwerken van slib(residuen) binnen Europa mogelijk is, zolang het gaat om nuttige toepassingen.

Omdat de voorraad fosforeerts beperkt is en fosfor één van de aanwezige hoofdcomponenten in (slib)as is, kan worden geconcludeerd dat het terugwinnen van fosfor uit (slib)residuen een interessant onderzoeksveld is. De fosfor(erts)verwerkende industrie is ook geïnteresseerd in terugwinning van fosfor uit afvalstromen. Zoals in hoofdstuk 5 is aangegeven zijn er op dit vlak al de nodige initiatieven ontplooid en is het zaak de ontwikkelingen in binnen- en buitenland goed te blijven volgen.

Verder is het wenselijk om de mogelijkheden te inventariseren om het aandeel ijzer te verkleinen ten gunste van het aandeel aluminium (zie ook de aanbevelingen), zodat de storende elementen voor de nuttige toepassing kunnen worden beperkt.

Afgezien van het feit dat de twee Nederlandse mono-slibverbrandingsinstallaties met enige regelmaat gezamenlijk onderzoeken laten verrichten is er momenteel niet of nauwelijks sprake van gecoördineerde marktverkenningen of onderzoeken. Uit de gevoerde gesprekken met marktpartijen (waterschappen en eindverwerkers) is naar voren gekomen dat een samenwerking van de branche wenselijk is, omdat geen van de partijen groot genoeg is om met eigen middelen een groot onderzoek te kunnen uitvoeren. Ook vanuit een oogpunt van bundeling van kredieten is het wenselijk om samen te werken. Een voorbeeld van een dergelijke samenwerking is in paragraaf 5.2.9 gepresenteerd, waarbij de SNB participeert in een onderzoek naar de verwijdering van metalen, zodat de as weer als meststof gebruikt kan worden.

Het gebruik van as voor afdichtlagen op stortplaatsen (Hydrostab) is in België al wel beoordeeld als nuttige toepassing en wordt daar dan ook toegepast, terwijl in Nederland nog moet worden beoordeeld of deze techniek voldoet aan de minimumeisen. Hoe groot de markt voor deze toepassing is, dient nog te worden nagegaan. Wel is duidelijk dat dit geen oplossing voor de lange termijn is, ook gezien het discontinue karakter van de toepassing.

6.4 AANBEVELINGEN

Veel is al onderzocht en niches in de markt zijn niet eenvoudig te vinden. Er moet worden gezocht naar aansluiting bij bestaande processen, waarbij het innovatieve aspect moet worden gezocht in het vinden van de toepassing van slib of as als vervanging van een grondstof. Het is dus zaak om via de grondstoffenmarkt de connectie te leggen met de industrie, waar het slib of de as kan worden gebruikt.

Initiatieven om potentiële afnemers op het spoor te zetten van de mogelijkheden van het toepassen van slib of as in het proces kunnen zijn:

- Meer de publiciteit opzoeken om de aantrekkelijke kanten van het uitgangproduct te promoten, zodat leveranciers van (bulk)chemicaliën, grondstoffen en bouwstoffen hier kennis van kunnen nemen.
- Kennis van universiteiten en onderzoeksinstituten benutten door bijvoorbeeld het uitschrijven van prijsvragen voor een vernieuwende techniek of toepassing. Hierbij moet ook worden gedacht aan technieken, die specifiek een component kunnen ophopen of verwijderen.

- Aanbesteden van (kleine) hoeveelheden slib, inclusief het verzoek om innovatieve toepassingen aan te bieden.

Indien eenmaal een techniek of proces is geselecteerd als potentieel aantrekkelijk voor het verwerken van slib(residuen), dient te worden geverifieerd of de uitgangsstof ook daadwerkelijk kan worden toegepast. Ook het product zal moeten worden getest of het voldoet aan de gestelde eisen, zoals bijvoorbeeld de sterkte van stenen. Tevens zal hierbij moeten worden nagegaan of de toepassing ook voldoet aan het Bouwstoffenbesluit.

Bij de economische beoordeling dient rekening te worden gehouden met de kosten voor de verwerking of toepassing, inclusief de eventuele voorbehandeling en transport. Ook kosten voor winst en risico en de eventuele realisatie van de verwerkingslocatie moeten in de economische afweging worden meegenomen.

Een ander onderzoeksaspect is de ketenbenadering voor ijzer en fosfaat. Ijzer is in veel processen een storend element. Als het aandeel ijzer in slib of as kan worden teruggedrongen en/of vervangen door aluminium, kan het slib(residu) mogelijk breder worden ingezet dan nu het geval is. De technologische en financiële consequenties hiervan dienen op te wegen tegen de besparingen op de slibverwerkingskosten.

7

BRONVERMELDING

7.1 LITERATUUROVERZICHT

1. VROM, Landelijk Afvalbeheerplan 2002-2012, gewijzigde versie van 2004.
2. STOWA, Slibketenstudie, Onderzoek naar de energie- en kostenaspecten in de water- en sliblijn, STOWA 2005-26, ISBN: 90.5773.314.5
3. STOWA, Toekomstige kwantiteit en kwaliteit van zuiveringsslib, STOWA 2005-06, ISBN: 90.5773.292.0
4. Afvalverwerking in Nederland gegevens 2003, werkgroep afvalregistratie, Utrecht, rapport A00 2004-11/VA04001IR.R
5. DRSN NV, Jaarverslag 2003, inclusief mondelinge en schriftelijke aanvullende informatie
6. SNB, Jaarverslag 2003, inclusief mondelinge en schriftelijke aanvullende informatie
7. Milieueffectrapport landelijk afvalbeheersplan; achtergronddocument A27, uitwerking zuiveringsslib, afval Overleg Orgaan 2002
8. E. Valsema-Jones, Phosphorus in environmental technology; principles and Applications, London, IWA Publishing, 2004, ISBN 1 84339 001 9
9. VIB, vereniging industriële bouwgrondstoffen, infolder.
10. CIRIA, Use of sewage sludge in construction, London 2004
11. AMEC, Evaluation of Evaluation of GVRD Municipal Incinerator Ash as a Supplementary Cementing Material in Concrete, AMEC Report No. VA06294 EcoSmart™ Concrete Project, Vancouver 2004.
12. TNO-MEP, Gebruik van verbrandingsas als vulstof in zwavelbeton; een eerste verkenning, TNO rapport R2004/345, 2004
13. Alleman, J.E. Beneficial use of sludge in building components 1983
14. Van Ruiten Adviesbureau, Economische haalbaarheid VASIM-kunstgrindproject, Bussum, 2004, rapport VRA/sms/562
15. Intron, Toepassingsmogelijkheden asrest verbranding zuiveringsslib DRSN zuiveringsslib NV, instituut voor materiaal- en milieuonderzoek BV, rapport 94542, 1995
16. DRSN, Keramische toepassingen voor DRSN-assen, Ankerpoort, 1996/97
17. Cornel, P, N. Jardin und C. Schaum, Möglichkeiten einer Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammasche, 1 Ergebnisse von Laborversuche zur Extraktion von Phosphor, GWF Wasser Abwasser 145 nr 9, 2004
18. Van der Sloot, H.A. Functionele levensduur van minerale afdichtingsmaterialen en kunststoffen in vloedichte eindafwerking van stortplaatsen. ECN
19. Allemans, J,E. Beneficial Use Of Sludge In Building Components, School Of Civil Engineering, Purdue University West Lafayette, Indiana, 1983.

20. STOWA, Hergebruik van fosfaatreststof uit rwzi's, 2001-08
21. Stark, K. Phosphorous release from sewage sludge by use of acids and bases. Div. of Water Resources Engineering, Royal Institute of Technology (KTH), S-100 44 Stockholm, Sweden,
22. GEO Delft, Jaarverslag 2002
23. Alterra. Functionele levensduur van minerale afdichtingsmaterialen en kunststoffen in vloeistofdichte eindafwerking van stortplaatsen. Alterre rapport 290, Wageningen, 2001.
24. SKB, Productie van lichtgewicht grind volgens het Trefoil-proces, Gouda 2003.
25. Erens, F, A. de Man, J. Jansen, Zuiveringschap Limburg en ENCI lossen slibprobleem op, H₂O nr 6, 2003.
26. Rudiger-Deike et al, Verwertung van Klarschlammasche in der Metallurgie, Mull und Abfall 12, 2001
27. Unie van Waterschappen, Bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer 2002, november 2003.
28. Informatie Biomill, kwaliteit (gemalen) gedroogde slibkorrels en kwaliteitscontrole

7.2 BRONNEN VIA INTERNET

1. www.vrom.nl
2. www.wetten.nl
3. www.europa.eu.int
4. www.eu-milieubeleid.nl/ch05s03.html
5. www.stowa.nl

