

Milieu-effecten van slibverwerking op rioolwaterzuiveringsinrichtingen

Voordracht uit de 15e vakantiecursus in behandeling van afvalwater 'Milieu-effectrapportage', gehouden op 8 en 9 mei 1980 te Delft.

1. Inleiding

In dit onderdeel van de vakantiecursus in Behandeling van Afvalwater 'Milieu-effectrapportage' wordt ingegaan op verschillende facetten van slibverwerking op de rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) zelf, in relatie tot mogelijke gevolgen voor het milieu ofwel in relatie tot milieu-effecten in de betekenis van de milieuhygiëne. In Nederland wordt per inwoner per dag ongeveer 150 à 200 g droge stof met water naar de riolering afgevoerd (huishoudelijk, stedelijk afvalwater) en toegevoerd naar een



I.R. B. A. HEIDE

Instituut voor Milieuhygiëne
en Gezondheidstechniek TNO

rwzi. De rwzi's zijn in Nederland gebaseerd op een oxydatief-biologische behandeling — al of niet met chemische defosfatering — van dat afvalwater. Het zuiveringsproces resulteert in een slibproductie. De hoeveelheid en kwaliteit van het slib is afhankelijk van de toegepaste procesvoering. Per inwoner en per dag bedraagt de hoeveelheid slib 30 à 90 g als droge stof. Aan de productie van dit biologische of chemisch-biologische slib is niet te ontkomen; zelfs na verbranding blijft nog ongeveer 15 g as per inwoner per dag over. De productie van slibstoffen c.q. as is derhalve inherent aan het behandelen van afvalwater. De mogelijkheden van centrale slibverwerking en/of slibafzet, de wijze van transport (pijpleiding, vervoer over de weg) en de daarmee verbonden problematiek vallen buiten het kader van deze bespreking. Hier zal uitsluitend worden ingegaan op de natuurlijke en kunstmatige slibontwatering of slibverwerking die plaatsvinden of plaats kunnen vinden op het terrein van een rwzi. Voornamelijk zal aandacht geschonken worden aan de potentiële bronnen van water-, bodem- en luchtverontreiniging, aan het ruimtebeslag en in mindere mate aan het voorkomen van geluidshinder.

In het kader van de slibverwerking op rwzi's kan de gangbare procedure ter voorkoming van overlast of nadelige milieu-effecten als volgt worden samengevat. De vergunningverlenende instantie, gemeente of provincie, stelt de voorwaarden voor de toelaatbare hinderemissie vast (Hinderwet). Zij kan zich hierbij laten adviseren door de regionale inspecteurs van de Volksgezondheid, belast met het toezicht op de Hygiëne van het Milieu. Bij het vaststellen van de normen speelt uiteraard de locatie of plaatselijke situatie (natuurlijke of landelijke

indikking	• gravitatie • diverse andere methoden (o.a. flotatie)	
stabilisatie	• aërobe • anaërobe • thermische • chemische	} werkwijzen
natuurlijke ontwatering	• droogbed • lagune	
conditionering	• geen • chemisch (org./anorg. chem.) • thermisch (lage/hoge temp.) • fysisch (toeslagmiddelen)	
mechanische ontwatering	• zeefbandpers • persfilter • vacuumfilter • centrifuge • overige methoden	
verdere stappen	• composteren • drogen • verbranden • overige methoden (o.a. desinfectie)	
laatste stap	• deponie op het terrein • afvoer naar elders	

Afb. 1 - Mogelijke behandelingswijzen van slib.

omgeving, woonomgeving c.q. industriegebied) een belangrijke rol. Op de normstelling zal niet uitvoerig worden ingegaan, hoewel enkele voorbeelden zullen worden genoemd.

2. Overzicht van behandeling van slib op een rwzi

In de praktijk van de slibverwerking worden zeer veel werkwijzen en combinaties daarvan toegepast. Zij liggen tussen de volgende uitersten: natte afvoer van ingedikt slib (per inwoner per dag circa 1500 g nat slib) en de combinatie van indikking, conditionering, mechanische ontwatering en verbranding (per inwoner per

dag circa 15 g as). Het verkrijgen van een grote reductie in gewicht of volume is goed mogelijk, maar vereist de toepassing van in meerdere of mindere mate gecompliceerde verwerkingsmethoden. Deze methoden stellen niet alleen hogere eisen aan het bedienend personeel, maar vereisen ook meer waarborgen en toezicht om de milieu-effecten beperkt van omvang te houden. In afb. 1 is een overzicht gegeven van een reeks werkwijzen die worden of kunnen worden toegepast op rwzi's.

Achtereenvolgens zullen de voornaamste milieu-effecten worden nagegaan van de in afb. 1 vermelde behandelingswijzen, vooral tegen de achtergrond van de gangbare praktijk in Nederland. Hierbij wordt derhalve een indeling van technieken, en niet naar milieu-effecten, als basis genomen.

3. Indikking van slib

In Nederland wordt op rwzi's, die stedelijk afvalwater verwerken, voornamelijk gravitatie-indikking gebruikt voor het concentreren van diverse soorten slib of mengsels daarvan (primair-, secundair-, aëroob gestabiliseerd -, anaëroob gestabiliseerd -, chemisch/biologisch - en chemisch of thermisch geconditioneerd slib). Het slib verblijft tot ongeveer vier dagen onder anaërobe omstandigheden in de indikker. Vooral bij voorindikers kan in de zomer stankoverlast optreden. Koeling met effluent wordt wel als remedie toegepast, maar effectiever zijn nieuwe ontwikkelingen om stankoverlast tegen te gaan. Indien stankproblemen optreden of te verwachten zijn biedt het afdekken van indikers een goede

Afb. 2 - Afdekte slibindikker van rwzi Apeldoorn.



oplossing (afb. 2). De afgezogen lucht of gassen worden daarbij gezuiverd of stankvrij gemaakt met behulp van gaswassers. De wasvloeistof bestaat uit waterige oplossingen van chloorbleekloog en/of natronloog. Deze werkwijze wordt onder meer gehanteerd bij de rwzi Apeldoorn [lit. 1]. Een andere methode om de afgezogen lucht te reinigen is gebaseerd op het gebruik van een compostfilter [rwzi Wageningen - lit. 2].

4. Stabilisatie van slib

Onder stabilisatie wordt in dit verband verstaan het tot stand brengen van zodanige veranderingen in het slib dat het slib zonder stankbezwaren op een droogbed kan worden verwerkt.

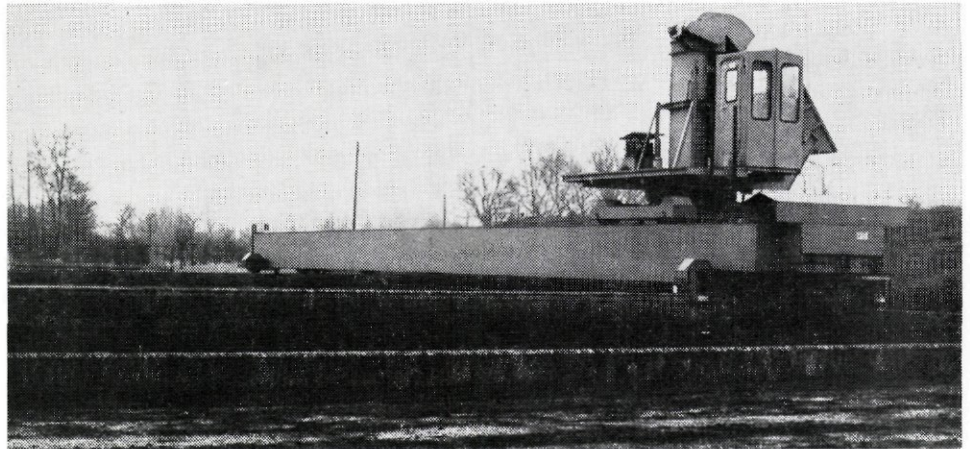
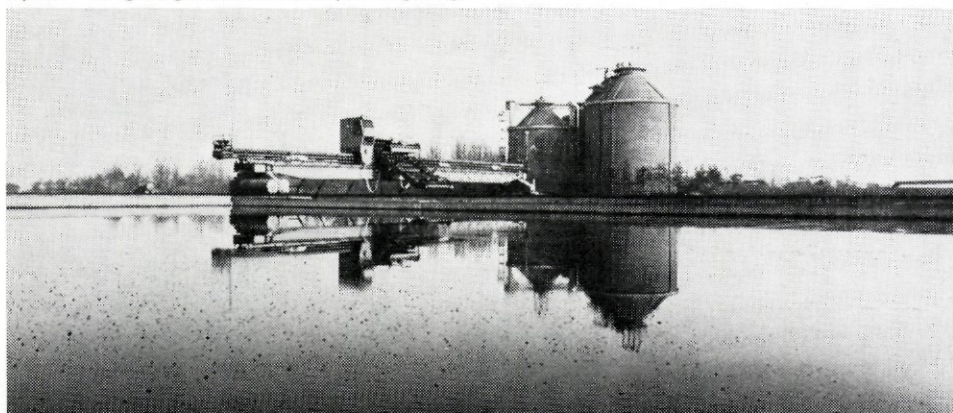
4.1. Aërobe stabilisatie

Aërobe stabilisatie van slib kan worden uitgevoerd apart van of gelijktijdig met de biologische zuivering van afvalwater (principe van oxydatiesloot — zeer laag belaste actief-slibsystemen). De laatste, veel toegepaste, werkwijze wordt gekenmerkt door een relatief groot energieverbruik (ongeveer 24 kwh per inwoner per jaar) en vereist een lange verblijftijd (30 dagen) van het slib in de stabilisatieruimte (grote inhoud, groot oppervlak).

Het proces levert in normale situatie geen directe aanleiding tot stankoverlast, maar kan indirect leiden tot stankproductie op droogbedden indien de stabilisatie niet goed is uitgevoerd (overbelasting, verstoring). De aërobe stabilisatie van slib wordt niet beïnvloed door aanvullende zuiveringstechnische maatregelen als denitrificatie of simultane defosfatering. In het laatste geval dient de slibbelasting echter te worden gebaseerd op het organische (werkzame) deel van het slib en niet op het totale drogestofgehalte.

Aërobe biologische stabilisatie van slib wordt ook verkregen door middel van compostering (paragraaf 8.1.).

Afb. 3 - Slibgistingstanks in landelijke omgeving.



Afb. 4 - Mechanisch ruimen van droogbedden.

4.2. Anaërobe stabilisatie

Bij anaërobe stabilisatie van slib of slibgisting is evenals bij aërobe stabilisatie van slib een lange verblijftijd (bijvoorbeeld 30 dagen) in de stabilisatieruimte vereist. Het proces wordt uitgevoerd in gistingstanks die tesamen met de gashouders duidelijk zichtbaar zijn op het terrein van een rwzi en in de omgeving (afb. 3). Het gistingsgas (tweederde deel methaan, de rest voornamelijk koolzuur) zal (evenals vroeger) meer en meer gebruikt worden voor de opwekking van energie (gasmotoren), bijvoorbeeld ten behoeve van de aëratie van actief-slib. Het is mogelijk om driekwart, of soms meer, van de benodigde energie van een rwzi zelf op te wekken. Het gistingsgas bevat stankcomponenten (o.a. H_2S). Het gas wordt hiervan ontdaan, door middel van een gaszuivering (zogenaamde gaszuiveringskist gevuld met pyriet), alvorens het te verbranden. Het gas wordt opgeslagen in gashouders. Er mag geen lucht in de gistingsruimte of gashouder (overdruk) komen, omdat het gasmengsel bij een gas/luchtverhouding van 1 : 5 tot 1 : 15 explosief is. Het slibwater wordt bij het influent gevoegd en doorloopt weer de rwzi.

Bij aanvullende defosfatering en de toevoer

van chemisch/biologisch slib naar de slibgisting kan de gemiddelde slibverblijftijd te kort worden om een goede slibstabilisatie te bereiken. Hierdoor kunnen eventueel stankproblemen optreden op droogbedden. Een en ander hangt af van de uitgangssituatie (volbelaste of onderbelaste gisting).

4.3. Overige methoden

Stabilisatie van biologisch slib kan eveneens optreden als gevolg van behandeling bij hoge temperatuur (180-200 °C). Dit proces en de daarmee verbonden milieu-effecten zullen worden besproken onder thermische conditionering (paragraaf 6.2.). Voorbezonken- en spuislib kunnen door middel van kalk op een zodanig hoge pH (12) worden gebracht dat er sprake is van chemische stabilisatie. Rotting van het biologische slib kan daarbij niet meer optreden. Deze werkwijze wordt in Nederland eigenlijk alleen in combinatie met chemische conditionering ($FeCl_3$ /kalk) toegepast. Verwezen wordt naar de desbetreffende paragraaf. Chemische stabilisatie wordt soms wel toegepast indien bijvoorbeeld slibgistingstanks in reparatie zijn [lit. 3].

5. Natuurlijke ontwatering

Ontwatering door middel van drainage en verdamping vindt plaats in de openlucht op droogbedden en op sliblagunes. Zowel het gebruik van droogbed als lagune vereisen een groot landoppervlak (ongeveer 0,2 m² per inwonerequivalent). Het vereiste landoppervlak kan aanzienlijk worden verkleind door toepassing van flocculanten [lit. 3]. (Potentiële) stankoverlast kan optreden bij onverwachte situaties, zoals bijvoorbeeld de lozing van een giftige stof in het rioolstelsel waardoor de slibgisting wordt ontregeld. De niet-gestabiliseerde inhoud van de gistingstanks zal in dit geval op de droogbedden moeten worden afgelaten, tenzij een alternatieve oplossing voorhanden is. Bescherming tegen grond-

en oppervlaktewaterverontreiniging kan worden verkregen door (vacuum) drainage van het percolatiewater en terugvoer van dit water naar de rwzi. Geluidproductie is verbonden met mechanisch ruimen van droogbedden (afb. 4). Indien permanente deponie op het terrein van een rwzi wordt overwogen kunnen sliblagunes, na rijpen van het slib, worden beplant. De optimalisering van de natuurlijke ontwatering in lagunes door middel van vacuumdrainage, afsluiting van de ondergrond door middel van folie, het trekken van greppels in de bovenlaag en dergelijke wordt behandeld in lit. 4.

6. Conditionering van slib

In 1976 verliet ruim 60 % van het in Nederland geproduceerd slib de rwzi's met een nuttige bestemming. Dit betreft in hoofdzaak ingedikt slib dat geen conditionering heeft ondergaan [lit. 5]. Een relatief kleine portie van het slib (ongeveer 25 %) ondergaat een of andere wijze van conditionering; dit is voorbehandeling ten behoeve van de mechanische ontwatering.

6.1. Chemische conditionering

Ten aanzien van het gebruik van organische chemicaliën (polymeren) is, voor wat betreft de mogelijke milieu-effecten, de biologische afbreekbaarheid van belang.

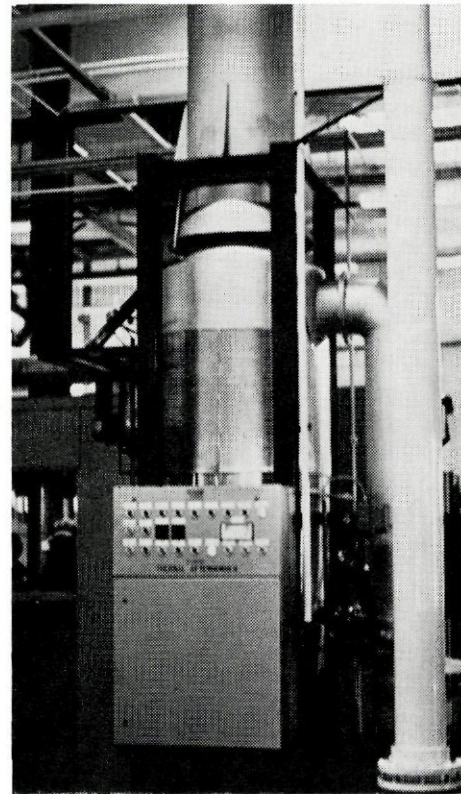
Het gebruik van anorganische chemicaliën (FeCl₃/kalk) vereist de toevoer van vrij grote hoeveelheden hulpstoffen (ca. 20 g kalk per inwonerequivalent ten opzichte van circa 50 g slibproductie per inwoner per dag) en de bouw van opslagsilo's c.q. doseerapparatuur. De toegevoerde chemicaliën zullen in hoofdzaak met het slib worden afgevoerd. Een deel van de chemicaliën lost op en verlaat de rwzi met het effluent. Als gevolg van de hoge pH (12) die bij het conditioneren wordt bereikt vindt in beperkte mate ammoniakontwikkeling plaats, maar tevens worden patho-

gene micro-organismen, wormeieren en dergelijke inactief gemaakt.

6.2. Thermische conditionering

Thermische conditionering van slib kan geschieden in een zeer groot temperatuursgebied van <0 °C tot > 200 °C, waarbij eventueel lucht of chemicaliën worden toegevoegd. In het kader van milieueffectrapportering is de behandeling bij temperaturen van 180-200 °C het meest interessant. Als gevolg van de hittebehandeling vindt ontleding van de celinhoud van het slib plaats, polymere koolwaterstoffen en eiwitten gaan voor een groot deel over in oplosbare monomeren. Er zijn veel technische uitvoeringsvormen in gebruik. Voor een uitgebreide beschrijving van de verschillende processen en de milieu-aspecten wordt verwezen naar lit. 6. Een aspect waar veel aandacht aan besteed moet worden is het voorkomen van luchtverontreiniging. Niet alleen de gassen uit de reactor zelf maar ook het geconditioneerde slib, vooral bij hogere temperatuur, kunnen stankproblemen opleveren. Toepassing van droogbedden voor thermisch geconditioneerd slib wordt in de literatuur vermeld maar stankproblemen treden vrijwel alleen op wanneer het slib vrij warm (45 °C) op de droogbedden wordt gebracht. De behandeling van gassen (bestaande uit laag moleculaire, vluchtige, organische verbindingen als aldehyden, ketonen, zwavelhoudende verbindingen en organische zuren) kan plaatsvinden door middel van thermische of katalytische verbranding, adsorptie of gaswassing of combinaties daarvan.

Bij de thermische conditioneringsinstallatie van de rwzi Apeldoorn (afb. 5) is in het verleden met een katalytische naverbrander (temperatuur 400-450 °C) gewerkt. Daar dit systeem geen stankvrij gas opleverde is men op directe naverbranding (temperatuur 850-950 °C) overgegaan (afb. 6). Controlemetingen hebben aangetoond dat aan de eisen, te weten aldehyden en ketonen

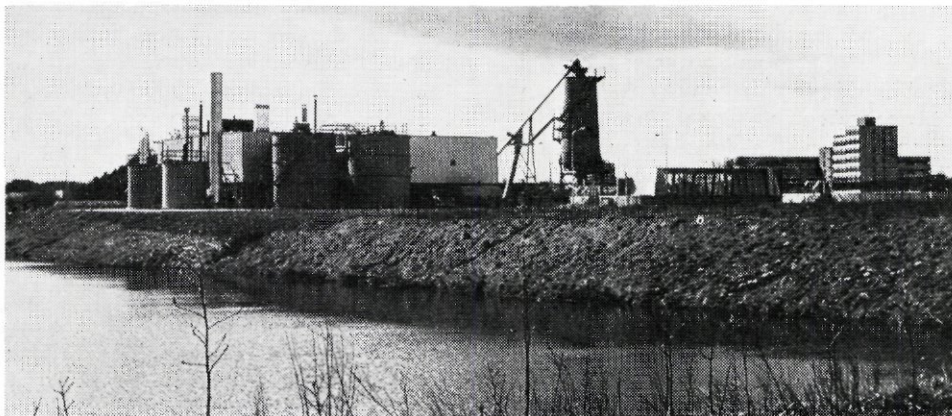


Afb. 6 - Directe naverbranding van gassen ter voorkoming van luchtverontreiniging bij thermische conditionering van slib.

gemeten als aceton < 100 ppm en zwavel vrijwel afwezig, wordt voldaan. Desondanks kan in de onmiddellijke omgeving van de installatie een typisch 'thermisch conditioneringsluchtje' worden waargenomen. De afgassen van de indikker van het geconditioneerde slib dienen eveneens te worden behandeld. Stankproblemen kunnen ook ontstaan bij de ontwatering. Centrifuges zijn in een gesloten systeem (toe- en afvoer) op te stellen. Vacuumfilters kunnen worden afgedekt en afgezogen. Bij toepassing van filterpersen is uitvoering mogelijk van een gesloten afvoer respectievelijk afzuiging van de lucht via afzuigkappen. Door leveranciers van thermische conditioneringsapparatuur wordt een reeks van oplossingen geboden om stankoverlast te vermijden. Aan milieutechnische specificaties kan worden voldaan; een stoompluim zal nagenoeg altijd zichtbaar zijn.

Het bij de ontwatering van thermisch geconditioneerd slib vrijkomende water heeft een hoge CZV-waarde van enige duizenden mg/l. Dit materiaal biedt interessante toepassingsmogelijkheden als meststof. Het blijkt namelijk dat zware metalen als Zn, Cu, Ni, Cr en Pb voor het grootste deel in de vaste fase (slib) achterblijven, zodat een hoogwaardige stikstofrijke vloeistof overblijft [lit. 7]. Bij terugvoer naar de zuivering geeft dit naast een extra CZV-belasting een toename in de N-belasting.

Afb. 5 - Thermische conditioneringsinstallatie van rwzi Apeldoorn.



Een gunstig nevenaspect van thermische conditionering bij hoge temperatuur is de sterilisatie van slib. Toch moet er bij de technische uitvoering van thermische conditionering niet van uit worden gegaan dat het steriele produkt niet kan of zal worden besmet. Hoge kiemgetallen zijn gevonden in filterkoeken van thermische conditioneringsinstallaties (procescondities: 200 °C, 17.10⁵Pa, 30-45 min.- [lit. 6]). Een dergelijke situatie kan zich ook voordoen na pasteurisatie van slib (70 °C, 30 min.).

6.3. Fysische conditionering

Bij thermische conditionering ondergaat het slib zelf een duidelijke structuurverandering. Bij fysische conditionering evenwel wordt een 'inert' materiaal toegevoegd om de ontwaterbaarheid te verbeteren. Het toegevoegde materiaal kan afkomstig zijn van een volgende slibverwerkingsstap, bijvoorbeeld verast slib, of kan van andere oorsprong zijn. Het doel van fysische conditionering is niet alleen de ontwaterbaarheid van het slib te verbeteren, maar ook om het transport of de verwerkbaarheid in het algemeen te bevorderen. Bij toepassing van verast slib neemt het gehalte aan anorganische zouten in het filtraat (na mechanische ontwatering) toe. Aangezien zware metalen uit verast slib op kunnen lossen en bij terugvoer van het filtraat de rwzi met het effluent verlaten zal voor elk geval moeten worden nagegaan of dit problemen veroorzaakt. Bij de meer gebruikelijke werkwijzen op rwzi's wordt namelijk een groot deel van de zware metalen door het slib afgevangen en derhalve aan de waterfase onttrokken.

7. Mechanische ontwatering

De milieu-aspecten die verbonden zijn aan het mechanisch ontwateren van slib (filterpers, centrifuge, zeefbandpers, vacuümfilter) houden ook verband met de voorbehandeling (conditionering) of met de verdere verwerking of deponie van het slib. De aanwezigheid van stank in de bedrijfsruimten en daar buiten is afhankelijk van de aard van het te ontwateren slib. Het voorkomen van geluidshinder (elektromotoren) is uiteraard een te beschouwen milieu-aspect dat verbonden is met mechanische ontwatering van slib. Het ruimtebeslag van mechanische ontwateringsapparatuur is in vergelijking tot dat van droogbedden klein. Dit is een belangrijk voordeel van mechanische ontwatering in vergelijking tot natuurlijke ontwatering.

8. Verdere stappen in de slibverwerking

Na de mechanische ontwatering kunnen een aantal andere behandelingen van het

slib plaatsvinden. Achtereenvolgens worden hier de mogelijke milieu-effecten van composteren, drogen en verbranden van slib besproken.

8.1. Composteren

Er zijn talrijke mogelijkheden om slib dat bij de zuivering van stedelijk afvalwater ontstaat te gebruiken als meststof. Een primaire voorwaarde is dat het gehalte aan zware metalen en andere ongewenste componenten laag is. Uit slib kan door compostering met ander organisch materiaal (bijvoorbeeld huisvuil of zaagsel) een geschikte organische meststof ontstaan in de vorm van een goed strooibaar produkt, dat in hoge mate vrij is van kiemkrachtige onkruidzaden en ziektekiemen. Uit het oogpunt van milieubeheer is compostering aantrekkelijk omdat stoffen (slib en andere) in een 'natuurlijke' kringloop worden teruggebracht.

Mogelijke stankproblemen zijn afhankelijk van het type slib dat gecomposteerd wordt, de uitvoeringswijze van het proces en de mineralisatiegraad van de compost. Technisch gezien is de stankoverlast te ondervangen door de composterings- of bioreactoren gesloten uit te voeren en de afgassen te reinigen. Dit laatste kan op twee manieren geschieden, ofwel door de afgassen door een adsorptiefilter (biofilter) te leiden, dan wel door de afgassen te wassen. Het vulmateriaal van het filter bestaat uit gereed eindprodukt in casu compost. Bij het wassen van de afgassen kunnen deze in de aëratieruimte van de biologische zuivering onder het vloeistofniveau worden afgevoerd [lit. 6]. Indien compostering in de open lucht plaatsvindt wordt het te composteren mengsel afgedekt met compost en wordt de afgezogen lucht stankvrij gemaakt met behulp van een compostfilter (systeem Beltville, [lit. 3]).

Indien geen mechanische voorfermentatie plaatsvindt bedraagt bij het gezamenlijk composteren van slib en huisvuil de composteringstijd 6 tot 8 maanden. Het gebruik van composteringsapparatuur (bioreactoren) doet de benodigde tijd voor compostering en het daarmee verbonden ruimtebeslag aanzienlijk afnemen. Na een verblijftijd in de reactor van enkele dagen tot twee weken volgt een rijpingstijd in hopen gedurende minimaal zes weken. De rijpingstijd kan uiteraard verkort worden door de verblijftijd in de reactor te laten toenemen. Het ruimtebeslag ligt in de orde van grootte van 0,1 m² per inwoner-equivalent.

De verontreiniging van grondwater kan worden tegengegaan door drainage en terugvoer van het water naar de rwzi of door de compostering op verharde opper-

vlakten, al of niet overdekt, uit te voeren [lit. 3].

8.2. Drogen

Bij het drogen van slib gaat het, anders dan bij het mechanisch ontwateren, meestal niet primair om de reductie van het slibvolume. Immers, de droogkosten zijn relatief hoog; de energiekosten kunnen circa 40 % van de totale kosten uitmaken. Slibdroging tot 90 % droge stof of hoger zal veelal eerst dan worden toegepast als het er om gaat een verkoopbaar, hoogwaardig eindprodukt (meststof) af te leveren. De voornaamste milieu-aspecten betreffen de luchtverontreiniging door stof- en gasvormige emissies (stank, schroeilucht). Het in de afgassen aanwezige stof kan met behulp van cyclonen of elektrofilters worden afgevangen. Het resultaat van de stofvangst met cyclonen is veelal onvoldoende omdat het gedroogde materiaal niet homogeen in korrelgrootte en vochtgehalte is. Na passage van een elektrofilter kan aan de norm 100-150 mg stof per Nm³ lucht worden voldaan. Voor het bestrijden van de gasvormige componenten komt wassing, bijvoorbeeld met een venturivasser, in aanmerking. Indien men gezien de situering van de installatie een beperkte stankemissie kan toelaten wordt met effluent gewassen. Door toevoeging van chemicaliën aan het waswater kan het was-effect duidelijk worden verbeterd. Andere stankbestrijdingsmethoden zijn directe of katalytische naverbranding van slib. Directe naverbranding bij circa 700 °C is echter minder aantrekkelijk vanwege de hoge energiekosten (het temperatuurniveau van de afgassen is bij slibdroging laag).

Katalytische naverbranding kan worden beïnvloed door vergiftiging van de katalysator door meegesleurde stofdeeltjes. In de praktijk kan bij de drooginstallaties in principe worden voldaan aan alle eventuele geluidseisen. Zo is door het plaatsen van geluidsdempers en dergelijke het geluid van de ventilator tot elk gewenst niveau terug te brengen. Ten aanzien van het geluidsniveau binnen het gebouw, waarin de droger is geplaatst, gelden gebruikelijke normen van omstreeks 80 dBA. De eisen die aan het geluidsniveau buiten het gebouw of aan de rand van het terrein gesteld worden zijn afhankelijk van de plaatselijke situatie. Het slib is in hoge mate gepasteuriseerd. Als gevolg van broei in voorraadsilo's kan brand optreden. In verband met mogelijke stofexplosie worden in drooginstallaties soms explosieluiken aangebracht. Voor informatie over de beschikbare kennis en ervaring in Nederland met diverse methoden van slibdroging wordt verwezen naar lit. 6.

8.3. Verbranden

Verbranden van slib kan geschieden afzonderlijk of in combinatie met verbranding van huisvuil. Beide methoden vinden in beperkte mate toepassing in Nederland (rwzi Oss respectievelijk rwzi Dordrecht). Benutting van de warmte die bij de verbranding van huisvuil vrijkomt maakt gecombineerde huisvuil/slibverbranding in warmte-economisch opzicht aantrekkelijk. Behoudens het voordeel van de grote volumereductie, de benutting van de vrijkomende warmte en het mogelijke gebruik van de as als conditionerings- en filtratiehulpmiddel roept verbranding van slib, meer dan bij de andere slibverwerkingsmethoden, nevenproblemen op. Deze problemen houden verband met milieuaspecten, verbonden aan de afvoer (stankbestrijding) van de gassen en de deponie van de as. Mede door de gecompliceerde procesvoering biedt slibverwerking door middel van verbranding uitsluitend mogelijkheden voor zeer grote rwzi's.

Voor procestechnische aspecten, ervaringen binnen en buiten Nederland, voor- en nadelen van diverse methoden wordt verwezen naar lit. 6. Hier zullen enkele algemene milieu-aspecten worden besproken. Na koeling van de rookgassen worden cyclonen, wassers en/of elektrostatische filters toegepast voor het bestrijden van stof- en gasvormige emissies. Mits goed gedimensioneerd en bedreven kan met deze apparatuur de emissie van stof, SO₂, NO_x en dergelijke onder de normen worden gehouden. Bij de slibverbranding van de rwzi Dordrecht worden de rookgassen gewassen en wordt het waswater naar de rioolwaterzuivering teruggevoerd, waardoor opwarming van het inkomend rioolwater plaatsvindt (gunstig voor nitrificatie). De resultaten van de wassing zijn goed; de

Afb. 8 - Overzicht van behandelingswijzen van slib en hun milieu-effecten.

Behandelingswijze	Potentiële bronnen van milieu-effecten				Milieu-effect (direct) ruimtebeslag	Milieu-effect (indirect) energie	Diversen
	lucht	opper-vlakte water	bodem/ grond-water	geluid			
<i>indikking</i> • gravitatie	+	—	—	—	+	+	
<i>stabilisatie</i> • aëroob	+	—	—	+	++	+++	• mech. beluchting/ groot oppervlak
• anaëroob	+	—	—	—	++	++	• hoge tanks
<i>natuurlijke</i> • droogbed	+	—	++	+	+++	+	• mech. ruimen
<i>ontwatering</i> • lagune	+	—	++	—	+++	—	
<i>conditionering</i>							
• org. chem.	—	+	—	—	+	+	
• anorg. chem.	—	—	—	+	++	+	• chem./kwantiteit
• thermisch	+++	—	—	+	++	+++	• stoompluim
• fysisch (as)	—	+	—	—	+	+	
<i>mechanische ontwatering</i>	—	—	—	+	+/++	+	div. methoden
<i>verdere stappen</i>							
• composteren	++	—	++	+	+++	+	
• drogen	+++	—	—	+	++	+++	• stoompluim
• verbranden	+++	—	—	+	++	+++	• stoompluim
<i>laatste stap</i>							
• deponie op rwzi	+	—	++	—	+++	—	• slib/as
• afvoer naar elders	—	—	—	+	—	+	• transport
Omvang van technische voorzorgen om overlast te voorkomen.					Kwantiteits-aspect		

Verklaring

- niet of nauwelijks van toepassing
 + kleine omvang van technische voorzorgen of gering ruimtebeslag of laag energieverbruik
 +++ grote omvang van technische voorzorgen of groot ruimtebeslag of hoog energieverbruik

emissies aan HF, HCl, SO₂ en vliegias worden regelmatig gecontroleerd. Zij blijven beneden de gestelde eisen, te weten HCl < 60 kg/h, SO₂ < 15 kg/h en vliegias < 150 mg/Nm³. Er is wel eens een klacht geuit dat de uit de schoorsteen ontwijkende nevel (stoompluim) te laag overkwam. De schoorsteen is daarom met 25 meter verlengd tot 55 meter, waarna geen klachten meer zijn voorgekomen.

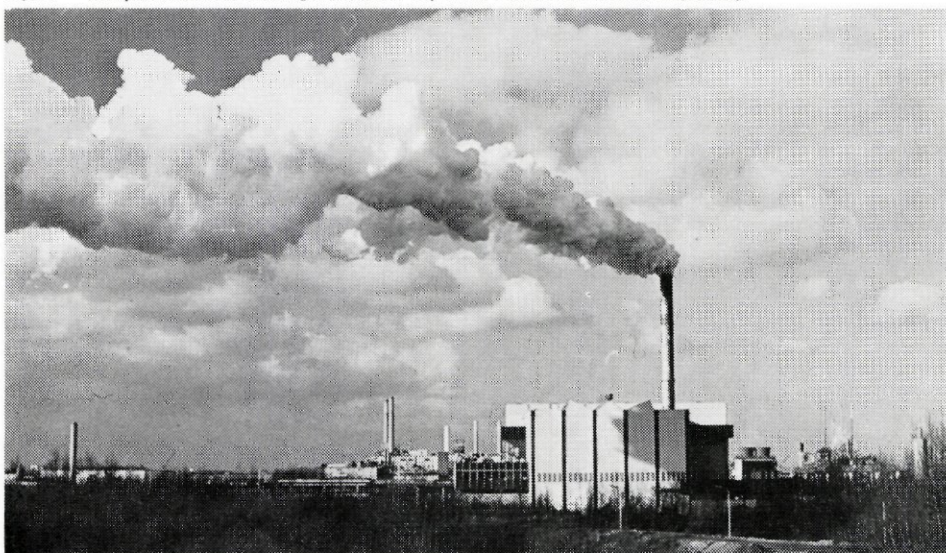
De emissie van zware metalen, pesticiden, polychloorbifenylen (PCB) is in de USA

uitvoerig onderzocht. De emissie van zware metalen is met uitzondering van kwik gering. Pesticiden en PCB's (niet biologisch afbreekbaar) worden bij het verbrandingsproces volledig vernietigd.

In verband met stuiven moet de verbrandingsas worden bevochtigd. Een vochtgehalte van 30 % is voldoende om stuifproblemen bij transport en deponie te voorkomen. De steriele, pesticide-vrije as bevat nog fosfaat, sporen stikstof, sulfaat, metaaloxiden e.d. Gewezen wordt op de mogelijkheid van uitloging van deze stoffen en het gevaar van grondwaterverontreiniging. Tenslotte de geluidshinder. Reeds eerder is er op gewezen dat gedifferentieerde normen, afhankelijk van de plaatselijke situatie, worden toegepast. Zo geldt voor de verbrandingsinstallatie in Dordrecht de voor het industriegebied geldende norm van 50 dBA (afb. 7). Voor de verbrandingsinstallatie bij Oss die in een landelijke omgeving is gestitueerd geldt een geluidsniveau van 36 dBA aan de grens van het terrein van de rwzi.

Praktische toepassing van pyrolyse van slib op grote schaal is in de eerstkomende jaren niet te verwachten. In dit verband zal derhalve pyrolyse niet worden besproken.

Afb. 7 - Slib/huisvuilverbrandingsinstallatie bij rwzi Dordrecht (industriegebied).



9. Laatste stap

Indien blijvende deponie van slib of as op het terrein plaatsvindt geldt dat behalve

het ruimtebeslag, het visuele aspect alsmede de bescherming van het grondwater van belang zijn. Beplanting, drainage en/of afsluiten van de ondergrond zijn bruikbare maatregelen om deze milieu-effecten te voorkomen of te verminderen. De afvoer van slib naar elders en de daarmee verbonden milieu-aspecten vallen, zoals reeds in de inleiding is gesteld, buiten het kader van deze bespreking.

10. Discussie

De belangrijkste bevindingen van de voorgaande beschouwingen zijn samengebracht in afb. 8. Hieruit blijkt dat de voornaamste potentiële bronnen voor *luchtverontreiniging* zijn: thermische conditionering, composteren, drogen en verbranden. *Verontreiniging van het oppervlaktewater* speelt nauwelijks een rol. Anders is dat gesteld met de bodem of het grondwater. Voorzorgen dienen te worden genomen om *grondwaterverontreiniging* te voorkomen bij toepassing van droogbedden, lagunes, composteren en deponie op het terrein van de rwzi van ontwaterd slib en as. *Geluidsoverlast* is veelal op technisch eenvoudige wijze te voorkomen en speelt als potentiële bron van onverwachte overlast (storingen e.d.) geen grote rol. *Ruimtebeslag* ten behoeve van aërobe of anaërobe stabilisatie van slib is inherent aan de meeste typen rwzi's. Er zijn geen alternatieve oplossingen tenzij afgestapt wordt van stabilisatie. Anders is dit gesteld met het gebruik van droogbedden, lagunes en composteren, die een zeer groot ruimtebeslag hebben in vergelijking tot mechanische ontwatering. Het *energieverbruik* is ongunstig bij aërobe stabilisatie, thermische conditionering, drogen en verbranden van slib. Grote *volumereductie* vereist veel energie (drogen en verbranden). Voor het bereiken van een hoog *einddrogestofgehalte* in verband met deponie van slib op stortplaatsen wordt gestreefd naar meer dan 35 % droge stof. Hiervoor komen processen als conditionering met anorganische chemicaliën (kwantiteitstoename als gevolg van bijgevoegde chemicaliën, toe- en afvoer), thermische conditionering (energie, luchtverontreiniging) en verbranding (energie, luchtverontreiniging) in aanmerking. Er zijn geen combinaties van processtappen voor slibverwerking mogelijk die in alle opzichten superieur zijn aan andere. Vandaar dat in Nederland en ook elders alle denkbare combinaties van processtappen worden toegepast. Een reeks van factoren heeft bij de keuze van de slibverwerkingslijn een rol gespeeld. Naast procestechnische factoren spelen milieuhygiënische (inclusief bestemming) en vooral economische facetten een belangrijke rol. De keuze van

de meest economische methode is niet eenvoudig aan te geven. Een complex van factoren, zoals capaciteit, aantal bedrijfsuren per dag, investeringskosten, arbeidslonen, prijzen van energie en chemicaliën, afvoer en deponie van het eindproduct (ook op lange termijn) speelt mee. Regionale aanpak van de slibverwerking en bestemming dient een plaats te krijgen in de beschouwingen over alternatieve mogelijkheden.

11. Samenvatting

Bij de verwerking van slib op rioolwaterzuiveringsinrichtingen worden een groot aantal behandelingswijzen en combinaties daarvan toegepast. Hiertoe behoren indikken, stabiliseren, conditioneren, natuurlijk respectievelijk mechanisch ontwateren, composteren, drogen en verbranden. De milieu-effecten die verbonden zijn met genoemde methoden zijn nagegaan. Zij betreffen de potentiële mogelijkheid van lucht-, water- en bodemverontreiniging alsmede ruimtebeslag en energieverbruik. Geen enkele combinatie van behandelingswijzen is voor wat betreft potentiële milieu-effecten in alle opzichten superieur aan andere combinaties. Een reeks alternatieve oplossingen zijn mogelijk. Bij de keuze hieruit speelt de plaatselijke situatie een zeer belangrijke rol.

Literatuur

1. Visscher, K. en van Zelle, J. *Bedrijfservaringen met de rioolwaterzuiveringsinrichting* Apeldoorn. H₂O 11 (1978) nr. 8, blz. 150-157.
2. Cornelisse, A. H., van Lohuizen, C. J. en Visscher, K. *Stankbestrijding met een bodemfilter*. PT-Procestechniek 84 (1979) nr. 9, blz. 575-579.
3. Environmental Protection Agency (USA) - Technology Transfer Sludge Treatment and Disposal vol. 1 and 2 (1978) EPA-625/4-78-012.
4. Christen, N. P. en van Nes, A. W. *Optimalisering van natuurlijke ontwatering*. H₂O 11 (1978) nr. 22, blz. 499-504, 512.
5. Van Engers, L. E. *NVA enquête betreffende de produktie, bestemming en kwaliteit van zuiveringsslib in Nederland in 1976*. H₂O 12 (1979), nr. 10, blz. 227-228.
6. Heide, B. A. en van Voorneburg, F. *Slibontwatering tot meer dan 40 % droge stof* (te verkrijgen bij de STORA - 190 blz. - f 15,—).
7. Everett, J. G. *The effect of heat treatment on the solubilization, solids and organic matter from digested sludge*. Water Pollution Control 73 (1974), blz. 207-209.



Vakgroep Gezondheidstechniek TH Delft

Dispuut Gezondheidstechniek opgericht

Onlangs is bij de vakgroep Gezondheidstechniek van de TH Delft het 'Dispuut Gezondheidstechniek' opgericht voor het vakgebied Gezondheidstechniek.

De vereniging heeft zich ten doel gesteld:

1. het streven naar een optimale kennisoverdracht op universitair niveau van de vakken, die de gezondheidstechniek betreffen;
2. het stimuleren van het kennisnemen van ontwikkelingen op theoretisch en praktisch gebied;
3. het stimuleren van een betere maatschappelijke bewustwording met betrekking tot dit vakgebied;
4. het contact tussen haar leden onderling en tussen haar leden en de vakgroep Gezondheidstechniek te bevorderen.

Deze doelstellingen zijn in de statuten van de vereniging opgenomen, die zijn vastgelegd in een notariële akte. Ook is de vereniging opgenomen in het verenigingsregister van de Kamer van Koophandel en Fabrieken, zodat de vereniging volledige rechtspersoonlijkheid heeft.

De activiteiten, die ondernomen zullen worden, zijn het houden van lezingen, besprekingen en filmmiddagen, en voorts het in samenwerking met de vakgroep Gezondheidstechniek organiseren van excursies en voorlichtingsmiddagen voor studenten, die willen afstuderen bij deze vakgroep. Ook zal het onderwijs kritisch worden begeleid.

Het adres luidt:

Dispuut Gezondheidstechniek, Stevinweg 1, kamer 3.69, 2628 CN Delft.

