

# **Beperkte verspreiding**

(001383)

## **Beste Beschikbare Technieken voor de verwerking van RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib**

### **Eindrapport**

**D. Huybrechts en R. Dijkmans**

**Studie uitgevoerd door het Vlaams Kenniscentrum  
voor Beste Beschikbare Technieken (Vito)  
in opdracht van het Vlaams Gewest**

**2000/IMS/R/**



**Vito**

**April 2001**



## TEN GELEIDE

In opdracht van de Vlaamse Regering is bij Vito, de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, in 1995 een Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken opgericht. Dit BBT-kenniscentrum, heeft als taak informatie te verspreiden over milieuvriendelijke technieken in bedrijven. Doelgroepen voor deze informatie zijn milieuverantwoordelijken in bedrijven en de overheid. De uitgave van dit boek kadert binnen deze opdracht. Het BBT-kenniscentrum wordt, samen met het zusterproject EMIS (<http://www.emis.vito.be>) begeleid door een stuurgroep van het Vlaams Gewest met vertegenwoordigers van de Vlaamse ministers van Leefmilieu en Energie, de administraties Leefmilieu (Aminal), Economie (ANRE) en Wetenschapsbeleid (AWI) en de instellingen IWT, OVAM, VLM en VMM.

Milieuvriendelijke technieken zijn erop gericht de milieuschade die bedrijven veroorzaken te beperken. Het kunnen technieken zijn om afvalwater en afgassen te zuiveren, afval te verwerken of bodemvervuiling op te ruimen. Veel vaker betreft het echter preventieve maatregelen die de uitstoot van vervuilende stoffen voorkomen en het energie- en grondstoffenverbruik reduceren. Indien dergelijke technieken, in vergelijking met alle gelijkaardige technieken, het best scoren op milieugebied én indien ze bovendien betaalbaar blijken, spreken we over Beste Beschikbare Technieken of BBT.

Milieunormen die aan bedrijven worden opgelegd, zijn in belangrijke mate gebaseerd op de BBT. Zo zijn de Vlarem II sectorale normen vaak een weergave van de mate van milieubescherming die met de BBT haalbaar is. Het bepalen van de BBT is daarom niet alleen nuttig als informatiebron voor bedrijven, maar ook als referentie waarvan de overheid nieuwe milieunormen kan afleiden. In bepaalde gevallen verleent de Vlaamse overheid ook subsidies aan bedrijven als deze investeren in de BBT.

Het BBT-kenniscentrum werkt BBT-studies uit per bedrijfstak of per groep van gelijkaardige activiteiten. Deze studies beschrijven de BBT en geven achtergrondinformatie. De achtergrondinformatie laat milieu-ambtenaren toe de dagelijkse bedrijfspraktijk beter aan te voelen en geeft bedrijfsverantwoordelijken aan wat de wetenschappelijke basis is voor de verschillende milieuvorwaarden. De BBT worden getoetst aan de vergunningsnormen en ecologisteunregels die in Vlaanderen van kracht zijn. Soms zijn suggesties gedaan om deze normen en regels te verfijnen. Het verleden heeft geleerd dat de Vlaamse Overheid de gesuggereerde verfijningen vaak effectief gebruikt voor nieuwe Vlarem-reglementering en regels voor ecologisteun. In afwachting hiervan moeten ze echter als niet-bindend worden beschouwd.

BBT-studies zijn het resultaat van een intensieve zoektocht in de literatuur, bezoeken aan bedrijven, samenwerking met sectorexperts, het bevragen van leveranciers, uitgebreide contacten met bedrijfsverantwoordelijken en ambtenaren, etc. Het spreekt voor zich dat de geschetste BBT overeenkomen met een momentopname en dat niet alle BBT -nu en in de toekomst- in dit werk opgenomen kunnen zijn.



# INHOUD

<b>TEN GELEIDE .....</b>	<b>3</b>
<b>INHOUD .....</b>	<b>5</b>
<b>SAMENVATTING .....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>HOOFDSTUK 1: INLEIDING .....</b>	<b>7</b>
1.1 Beste Beschikbare Technieken in Vlaanderen .....	11
1.1.1 Definitie .....	11
1.1.2 Beste Beschikbare Technieken als begrip in het Vlaams milieubeleid .....	11
1.1.3 Het Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken .....	13
1.2 De BBT-studie ‘verwerking van afvalwaterzuiveringsslib’ .....	14
1.2.1 Kader van de studie .....	14
1.2.2 Inhoud van de studie .....	14
1.2.3 Begeleiding en werkwijze .....	14
<b>HOOFDSTUK 2: BESCHRIJVING VAN DE SECTOR.....</b>	<b>17</b>
2.1 Omschrijving en afbakening van de sector .....	17
2.1.1 Soorten afvalwaterzuiveringsslib beschouwd in deze studie .....	17
2.1.2 Verwerkingsprocessen beschouwd in deze studie .....	17
2.2 Structuur van de sector in Vlaanderen .....	18
2.2.1 Bedrijfskolom .....	18
2.2.2 Hoeveelheid geproduceerd zuiveringsslib in Vlaanderen .....	19
2.2.3 Samenstelling van het zuiveringsslib in Vlaanderen .....	19
2.2.4 In Vlaanderen ingezette verwerkingsopties .....	22
2.3 Wettelijk kader .....	25
2.3.1 Vlarea wetgeving .....	25
2.3.2 Vlarem wetgeving .....	33
2.3.3 Wetgeving m.b.t. het gebruik van waterzuiveringsslib als meststof .....	36
2.3.4 Wetgeving m.b.t. het gebruik van waterzuiveringsslib in veevoeding .....	36
2.3.5 Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval .....	37
2.3.6 Ontwerp Europese Richtlijn betreffende het gebruik van slib in de landbouw .....	42
<b>HOOFDSTUK 3: PROCESBESCHRIJVING .....</b>	<b>47</b>
3.1 Voorbehandelingsprocessen .....	48
3.1.1 Indikking .....	48
3.1.2 Stabilisering .....	48
3.1.3 Conditionering .....	49
3.1.4 Ontwatering .....	49
3.1.5 Opwerking met gebruik van toeslagstoffen .....	50
3.1.6 Compostering en droge slibgisting .....	50
3.1.7 Droging .....	50
3.2 Eindverwerkingsprocessen .....	52
3.2.1 Gebruik als meststof of bodemverbeterend middel .....	52
3.2.2 Storten .....	52
3.2.3 Gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen .....	52
3.2.4 Coverbranding .....	52
3.2.5 Verbranding .....	53
3.2.6 Andere thermische processen .....	53
3.3 Innovatieve technologieën .....	54
3.4 Verwerkingssystemen .....	55



## SAMENVATTING

Het BBT-kenniscentrum, opgericht in opdracht van de Vlaamse Regering bij Vito, heeft tot taak het inventariseren, verwerken en verspreiden van informatie rond milieuvriendelijke technieken. Tevens moet het centrum de Vlaamse overheid adviseren bij het concreet maken van het begrip Beste Beschikbare Technieken (BBT).

Het doel van dit BBT-rapport is het opsporen van de BBT voor de verwerking van zuiveringslib. De studie heeft in de eerste plaats betrekking op de verwerking van RWZI-slib. Daarnaast worden ook industriële zuiveringslibs beschouwd die gelijkaardig zijn aan RWZI-slib en die via gelijkaardige processen kunnen verwerkt worden. Het betreft hier in hoofdzaak slibs afkomstig uit de voedingsindustrie.

Bij de BBT-evaluatie is niet alleen rekening gehouden met de eigenlijke eindverwerking van het slib (b.v. gebruik als meststof of bodemverbeterend middel, storten, gebruik in afdichtlagen, verbranden, coverbranden, natte oxidatie, pyrolyse, vergassing, verglazing), doch ook met de diverse voorbehandelingsstappen (b.v. indikken, ontwateren, vergisten, drogen, ...) die hier al dan niet noodzakelijk aan vooraf gaan. Een technische beschrijving van de diverse eindverwerkings- en voorbehandelingsprocessen is opgenomen in de 54 Technische Fiches die in bijlage bij dit rapport zijn gevoegd en die het meest volumineuze gedeelte van de studie uitmaken.

Het gebruik van slib als meststof of bodemverbeterend middel wordt, mits voldaan wordt aan de in Vlarea opgenomen voorwaarden inzake samenstelling en behandeling (hygiënisering), als de vanuit milieustandpunt hoogst gerangschikte BBT beschouwd. Bij deze toepassing worden de in het slib aanwezige organische en anorganische nutriënten immers nuttig hergebruikt, zodat wordt bijgedragen aan het realiseren van een gesloten stofkringloop. Bovendien presteert deze verwerkingsoptie ook voor de aspecten lucht, water, afval en kostprijs even goed of beter dan de alternatieve verwerkingsmogelijkheden.

Een groot gedeelte van het in Vlaanderen geproduceerde zuiveringslib komt echter niet in aanmerking voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel aangezien het te sterk verontreinigd is met o.a. zware metalen. Om een bredere afzet van slib in de landbouw toe te laten, wordt aanbevolen om door middel van preventieve maatregelen te streven naar een kwaliteitsverbetering van het slib.

Voor die fractie van het zuiveringslib die omwille van kwaliteitsproblemen hoe dan ook nooit in de landbouw zal kunnen afgezet worden, worden andere verwerkingsopties als BBT voorgesteld, nl. gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen, verbranding, al dan niet samen met andere afvalstoffen, en coverbranding, b.v. in een cementoven, elektriciteitscentrale of kleiverwerkend bedrijf. Voor elk van deze verwerkingssystemen worden bijkomende voorwaarden gesteld inzake voorbehandeling en/of eindverwerking. Mits aan deze voorwaarden is voldaan, worden de drie verwerkingssystemen vanuit milieustandpunt als evenwaardig beschouwd. Om toe te laten dat al het in Vlaanderen geproduceerde slib in de toekomst via de BBT kan worden verwerkt, wordt aanbevolen om de gezamenlijke capaciteit van deze 3 verwerkingssystemen in Vlaanderen te verhogen. Strategieën die hiertoe, al dan niet parallel, kunnen toegepast

worden, zijn: het creëren van een beoordelingskader voor het gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen, bijkomende slibverbrandingscapaciteit vergunnen, en/of langdurige contractuele afspraken maken m.b.t. coverbranding.

De BBT-selectie en de adviesverlening is tot stand gekomen op basis van o.a. een literatuurstudie, bedrijfsbezoeken, en overleg met vertegenwoordigers van slibproducerende en/of -verwerkende bedrijven en specialisten uit de administratie. Het formeel overleg gebeurde in het begeleidingscomité, waarvan de samenstelling terug te vinden is in bijlage 1.



## ABSTRACT

The Centre for Best Available Techniques (BAT) is founded by the Flemish Government, and is hosted by Vito. The BAT centre collects, evaluates and distributes information on environment friendly techniques. Moreover, it advises the Flemish authorities on how to translate this information into its environmental policy. Central in this translation is the concept “BAT” (Best Available Techniques). BAT corresponds to the techniques with the best environmental performance that can be introduced at a reasonable cost.

The objective of this study is to trace the BAT for the treatment, use and disposal of waste water treatment sludge. The study deals with municipal sewage sludge as well as with sludge from industrial waste water treatment plants, mainly from the food processing industry. The considered industrial sludge has similar properties as sewage sludge and can be treated, used and disposed off by similar processes.

The BAT selection does not only take account of the final use or disposal processes (e.g. use as a fertiliser or soil conditioner, disposal by landfill, use as a sealing material, incineration, co-incineration, wet oxidation, pyrolysis, gasification, vitrification), but also of the preceding (pre)treatment processes (e.g. thickening, dewatering, digestion, drying, ...). Technical information on the different treatment, use and disposal processes is given in the 54 Technical Descriptions which are added in annex to the report and which constitute the most voluminous part of it.

The use of sludge as a fertiliser or as a soil conditioner is considered to be the highest ranked BAT from an environmental point of view, on condition that the legal conditions related to sludge composition and treatment are fulfilled. When sludge is used as a fertiliser or as a soil conditioner, the organic and inorganic nutrients are recovered. This recovery contributes to the realisation of a closed material cycle. Furthermore, the use of sludge as a fertiliser or as a soil conditioner is evaluated to be as good or better than the other sludge treatment and disposal processes with respect to the aspects air and water pollution, waste, and financial cost.

A large fraction of the Flemish waste water treatment sludge is not suited to be used as a fertiliser or as a soil conditioner because of its high degree of contamination (heavy metals). In order to increase the amount of sludge that can be used in agriculture, it is recommended that prevention measures are taken in order to improve the sludge quality.

For the fraction of waste water treatment sludge which is, because of quality problems, not suited to be used as a fertiliser or as a soil conditioner, alternative treatment and disposal processes are selected as BAT: use as a sealing material, incineration, possibly together with other waste, and co-incineration, e.g. in the cement industry, power stations or the clay processing industry. For each of these treatment and disposal routes, additional conditions are formulated related to the pre-treatment or disposal processes. If these conditions are fulfilled, the three treatment and disposal routes are considered to be mutually equivalent from an environmental viewpoint. In order to allow the total amount of Flemish waste water treatment sludge to be treated and disposed off according to the BAT in the future, it is recommended that the total capacity of these 3 treatment and disposal systems in Flanders is increased. Strategies that can be applied, possibly in parallel to each other, to achieve this are: developing an assessment methodology for the use of sludge as a sealing material, permit

additional sludge incineration capacity, and/or make long term agreements with respect to co-incineration.

BAT selection was brought about on the basis of, among other things, a literature survey, plant visits and discussions with industry experts and specialists from (semi) public institutes. The formal consultation was organised by means of an advisory committee of which the composition is given in Annex 1.

## HOOFDSTUK 1: INLEIDING

### 1.1 Beste Beschikbare Technieken in Vlaanderen

#### 1.1.1 Definitie

Het begrip “Beste Beschikbare Technieken”, afgekort BBT, wordt in Vlarem I<sup>1</sup>, artikel 1, gedefinieerd als:

*“het meest doeltreffende en geavanceerde ontwikkelingsstadium van de activiteiten en exploitatiemethoden, waarbij de praktische bruikbaarheid van speciale technieken om in beginsel het uitgangspunt voor de emissiegrenswaarden te vormen is aangetoond, met het doel emissies en effecten op het milieu in zijn geheel te voorkomen, of wanneer dat niet mogelijk blijkt algemeen te beperken;*

*a) “technieken”: zowel de toegepaste technieken als de wijze waarop de installatie wordt ontworpen, gebouwd, onderhouden, geëxploiteerd en ontmanteld;*

*b) “beschikbare”: op zodanige schaal ontwikkeld dat de technieken, kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technisch haalbaar in de industriële context kunnen worden toegepast, onafhankelijk van de vraag of die technieken al dan niet op het grondgebied van het Vlaams Gewest worden toegepast of geproduceerd, mits ze voor de exploitant op redelijke voorwaarden toegankelijk zijn;*

*c) “beste”: het meest doeltreffend voor het bereiken van een hoog algemeen niveau van bescherming van het milieu in zijn geheel;”.*

Deze definitie vormt het vertrekpunt om het begrip BBT concreet in te vullen voor de verwerking van afvalwaterzuiveringsslib in Vlaanderen.

#### 1.1.2 Beste Beschikbare Technieken als begrip in het Vlaams milieubeleid

##### *a Achtergrond*

Bijna elke menselijke activiteit (vb. woningbouw, industriële activiteit, recreatie, landbouw) beïnvloedt op de één of andere manier het leefmilieu. Vaak is het niet mogelijk in te schatten hoe schadelijk die beïnvloeding is. Vanuit deze onzekerheid wordt geoordeeld dat iedere activiteit met maximale zorg moet uitgevoerd worden om het leefmilieu zo weinig mogelijk te belasten. Dit stemt overeen met het zogenaamde *voorzichtigheidsprincipe*.

In haar milieubeleid gericht op het bedrijfsleven heeft de Vlaamse overheid dit voorzichtigheidsprincipe vertaald naar de vraag om de “Beste beschikbare Technieken” toe te passen. Deze vraag wordt als zodanig opgenomen in de algemene voorschriften van Vlarem

---

<sup>1</sup> Vlarem I: Besluit van de Vlaamse Regering van 12 januari 1999 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het Vlaams Reglement betreffende de milieuvergunning (B.S. 11 maart 1999)

II<sup>2</sup> (art. 4.1.2.1). Het toepassen van de BBT betekent in de eerste plaats dat iedere exploitant al wat technisch en economisch mogelijk is, moet doen om milieuschade te vermijden. Daarnaast wordt ook de naleving van de vergunningsvoorwaarden geacht overeen te stemmen met de verplichting om BBT toe te passen.

Ook in de meeste andere geïndustrialiseerde landen kan het BBT-principe worden teruggevonden in de milieuregelgeving, zij het soms met een andere klemtoon. Vergelijkbare begrippen zijn o.a.: BAT (Best Available Techniques), BATNEEC (Best Available Techniques Not Entailing Excessive Costs), de Duitse ‘Stand der Technik’, het Nederlandse ALARA-principe (As Low as Reasonably Achievable) en ‘Beste Uitvoerbare Technieken’.

Binnen het Vlaamse milieubeleid wordt het begrip BBT in hoofdzaak gehanteerd als basis voor het vastleggen van milieuvergunningvoorwaarden. Dergelijke voorwaarden die aan inrichtingen in Vlaanderen worden opgelegd steunen op twee pijlers:

- de toepassing van de BBT
- de resterende milieu-effecten mogen geen afbreuk doen aan de vooropgestelde milieukwaliteitsdoelstellingen.

Ook de Europese “IPPC” (Integrated Pollution Prevention and Control) Richtlijn (96/61/EC), schrijft de lidstaten voor op deze twee pijlers te steunen bij het vastleggen van milieuvergunningvoorwaarden.

### ***b Concretisering van het begrip***

Om concreet inhoud te kunnen geven aan het begrip BBT, dient de algemene definitie van Vlarem I nader verduidelijkt te worden. Het BBT-kenniscentrum hanteert onderstaande invulling van de drie elementen.

“Beste” betekent “beste voor het milieu als geheel”, waarbij het effect van de beschouwde techniek op de verschillende milieucompartimenten (lucht, water, bodem, afval) wordt afgewogen;

“Beschikbare” duidt op het feit dat het hier gaat over iets dat op de markt verkrijgbaar en redelijk in kostprijs is. Het zijn dus technieken die niet meer in een experimenteel stadium zijn, maar effectief hun waarde in de bedrijfspraktijk bewezen hebben. De kostprijs wordt redelijk geacht indien deze haalbaar is voor een ‘gemiddeld’ bedrijf uit de beschouwde sector én niet buiten verhouding is tegenover het behaalde milieuresultaat;

“Technieken” zijn technologieën én organisatorische maatregelen. Ze hebben zowel te maken met procesaanpassingen, het gebruik van minder vervuilende grondstoffen, end-of-pipe maatregelen, als met goede bedrijfspraktijken.

Het is hierbij duidelijk dat wat voor het ene bedrijf een BBT is dat niet voor een ander hoeft te zijn. Toch heeft de ervaring in Vlaanderen en in andere regio’s/landen aangetoond dat het mogelijk is algemene BBT-lijnen te trekken voor groepen van bedrijven die dezelfde processen gebruiken en/of gelijkaardige producten maken. Dergelijke sectorale of bedrijfstak-BBT maken het voor de overheid mogelijk *sectorale vergunningsvoorwaarden*

---

<sup>2</sup> Vlarem II: Besluit van de Vlaamse Regering van 19 januari 1999 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne van 1 juni 1995 (B.S. 31 maart 1999)

vast te leggen. Hierbij zal de overheid doorgaans niet de BBT zelf opleggen maar wel de milieuprestaties die met BBT haalbaar zijn, als norm beschouwen.

Het concretiseren van BBT voor sectoren vormt tevens een nuttig referentiepunt bij het toekennen van steun bij milieuvriendelijke investeringen door de Vlaamse overheid. Dit ecologiecriterium bepaalt dat bedrijven die investeren in milieu-inspanningen die verdergaan dan de wettelijke vereisten, kunnen genieten van een investeringssubsidie.

### **1.1.3 Het Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken**

Om de overheid te helpen bij het verzamelen en verspreiden van informatie over BBT en om haar te adviseren in verband met het BBT-gerelateerde vergunningenbeleid, heeft Vito (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) op vraag van de Vlaamse overheid een Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken uitgebouwd. Dit BBT-kenniscentrum inventariseert informatie rond beschikbare milieuvriendelijke technieken, selecteert daaruit de beste beschikbare technieken en vertaalt deze naar vergunningsvoorwaarden en ecologiesteun. De resultaten worden op een actieve wijze verspreid, zowel naar de overheid als naar het bedrijfsleven, onder meer via sectorrapporten, informatiesessies en het Internet (<http://www.emis.vito.be/BBT>).

Het BBT-kenniscentrum wordt gefinancierd door het Vlaams gewest en wordt begeleid door een stuurgroep met vertegenwoordigers van de Vlaamse overheid (kabinet Leefmilieu, kabinet Wetenschapsbeleid, AMINAL, ANRE, IWT, OVAM, VMM en VLM).

## **1.2 De BBT-studie ‘verwerking van afvalwaterzuiveringslib’**

### **1.2.1 Kader van de studie**

Het gebruik van waterzuiveringslib als meststof of bodemverbeterend middel is de laatste jaren onderhevig geworden aan steeds strenger wordende wettelijke randvoorwaarden. Deze afzetweg is hierdoor met name voor slib afkomstig van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI-slib) sterk in belang afgenomen. Het storten van slib wordt niet als een duurzame afzetmethode beschouwd, en is bovendien omwille van de hoge storthellingen een duur alternatief. Hierdoor is de behoefte ontstaan om alternatieve verwerkingsprocessen voor biologisch waterzuiveringslib in gebruik te nemen. Om beleidsmatig de introductie van deze alternatieven te kunnen sturen, heeft de Vlaamse overheid aan het BBT-kenniscentrum gevraagd een BBT-studie voor de verwerking van RWZI-slib en soortgelijke slibs uit de voedingsindustrie uit te voeren.

Naast verwerking van slib vormen preventie van slibvorming en verbetering van de slibkwaliteit belangrijke aandachtspunten die overeenkomstig het principe van de ladder van Lansink de hoogste prioriteit dienen te krijgen. Deze kwantitatieve en kwalitatieve preventiemogelijkheden behoren echter uitdrukkelijk niet tot het onderwerp van deze studie.

### **1.2.2 Inhoud van de studie**

In hoofdstuk 2 wordt de sector van slibverwerking beschreven. Hier wordt o.a. informatie gegeven over de hoeveelheden en de kwaliteit van het in Vlaanderen geproduceerde zuiveringslib, alsook over de huidige verwerkingswegen. Tevens wordt het wettelijk kader geschetst.

In hoofdstuk 3 en de bijhorende Technisch Fiches (in bijlage) worden de beschikbare technieken voor slibverwerking geïventariseerd en beschreven. Hierbij wordt in het bijzonder aandacht besteed aan de milieu-aspecten.

In hoofdstuk 4 wordt voor deze technieken een evaluatie gemaakt van de technische haalbaarheid, de milieu-effecten en de kostprijs. Deze afweging laat toe de Beste Beschikbare Technieken (BBT) te selecteren en randvoorwaarden voor BBT-selectie te formuleren.

In hoofdstuk 5 worden op basis van de BBT evaluatie aanbevelingen geformuleerd om de beschikbaarheid en de toepasbaarheid van de BBT voor slibverwerking in Vlaanderen te verhogen, en om de milieubelasting door slibverwerking te beperken.

Tot slot worden in hoofdstuk 6 een aantal slibverwerkingstechnieken voorgesteld die in aanmerking zouden kunnen komen voor ecologische investeringssteun.

### **1.2.3 Begeleiding en werkwijze**

Voor de wetenschappelijke begeleiding van de studie werd een beroep gedaan op een begeleidingscomité met vertegenwoordigers van industrie en overheid. De namen van de

leden van dit comité zijn opgenomen in bijlage 1. Dit comité kwam 3 keer bijeen om de studie inhoudelijk te sturen (26/05/2000, 22/09/2000, 23/01/2001). Het BBT-kenniscentrum heeft voor zover mogelijk rekening gehouden met de opmerkingen van het begeleidingscomité. Dit rapport is evenwel geen compromistekst maar komt overeen met wat het BBT-kenniscentrum op dit moment als de stand der techniek en de daaraan gekoppelde meest aangewezen aanbevelingen beschouwt.

Voor het opstellen van de Technische Fiches over de diverse verwerkingstechnologieën werd informatie ingezameld bij diverse bedrijven die slib en/of andere afvalstoffen verwerken. De namen van de personen die in dit kader gecontacteerd werden en hun medewerking aan de studie hebben verleend zijn opgenomen in bijlage 2.





## HOOFDSTUK 2: BESCHRIJVING VAN DE SECTOR

### 2.1 Omschrijving en afbakening van de sector

#### 2.1.1 Soorten afvalwaterzuiveringslib beschouwd in deze studie

Afvalwaterzuiveringslib is een verzamelnaam voor bezinkbare stoffen die worden afgescheiden bij het zuiveren van afvalwater. Men kan onderscheid maken tussen primair slib uit de voorbezinktank, secundair slib (surplusslib, spuislib) als het biologisch slib dat wordt verwijderd uit de actief-slibinstallatie, of gemengd slib dat ontstaat als het secundair slib in de voorbezinktank samen met het primair slib bezinkt (Baeyens, 1995). Zowel de verwerking van primair, secundair als gemengd slib behoren tot het onderwerp van deze studie. De verwerking van andere afvalstoffen die ontstaan bij afvalwaterzuivering, zoals afvalstoffen van zandvang en roosters, maakt daarentegen geen deel uit van deze studie.

In deze studie wordt in de eerste plaats de verwerking van *RWZI-slib* beschouwd. Dit is het slib dat afkomstig is van de zuivering van het huishoudelijk, stedelijk en industrieel afvalwater dat via de openbare riolering wordt geloosd. Daarnaast worden ook *industriële zuiveringslibs* beschouwd die gelijkaardig zijn aan RWZI-slib en via gelijkaardige processen kunnen verwerkt worden. Het betreft hier in hoofdzaak waterzuiveringslibs *afkomstig uit de voedingsindustrie*.

#### 2.1.2 Verwerkingsprocessen beschouwd in deze studie

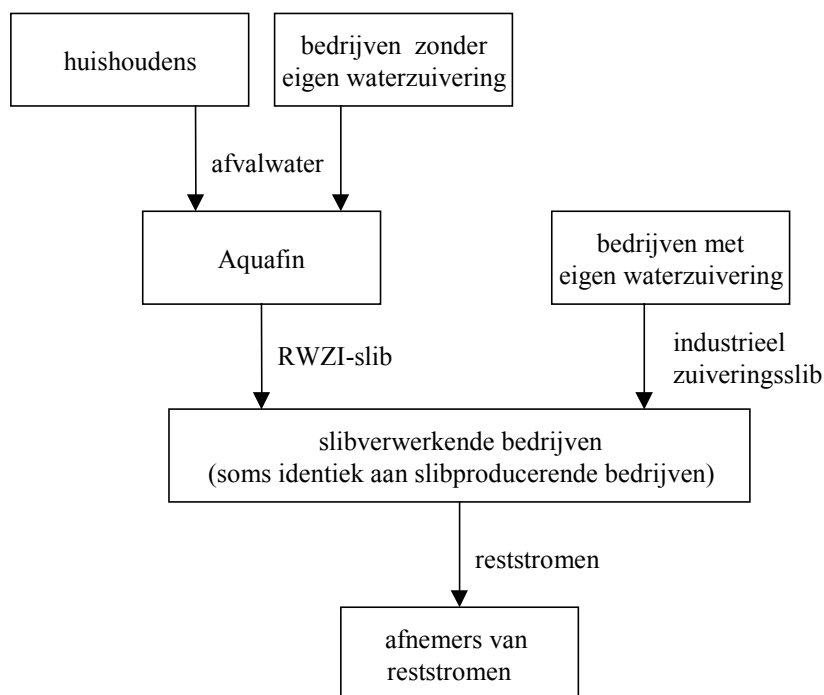
In deze studie worden verwerkingsprocessen beschouwd die in Vlaanderen of in het buitenland toegepast worden op industriële schaal. De evaluatie van de BBT gebeurt op het niveau van de volledige *verwerkingssystemen*. Een verwerkingssysteem is steeds een aaneenschakeling van diverse *eenheidsbewerkingen*. Zo bestaat het verwerkingssysteem 'storten van gedroogd slib' uit een opeenvolging van de eenheidsbewerkingen 'indikken', 'stabiliseren', 'ontwateren', 'drogen', en 'storten'. Het ligt niet binnen de bedoeling van de studie om voor elke individuele eenheidsbewerking (bv. ontwateren, drogen) de beschikbare technologieën uitgebreid te behandelen en hieruit de BBT te selecteren. Wel zal nagegaan worden of een verwerkingssysteem in zijn geheel al dan niet als BBT kan beschouwd worden, en zo ja, onder welke voorwaarden. Binnen eenzelfde eenheidsbewerking zal slechts onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende technologieën in zover dit relevant is voor de BBT-evaluatie van de verwerkingssystemen in hun geheel.

Het verwerken van slib in veevoeding wordt niet opgenomen in de studie aangezien deze verwerking wettelijk verboden is (zie paragraaf 2.3.4).

## 2.2 Structuur van de sector in Vlaanderen

### 2.2.1 Bedrijfskolom

In Figuur 1 wordt de plaats van de slibverwerking geschetst in de bedrijfskolom.



*Figuur 1: Plaats van slibverwerking in de bedrijfskolom*

In het Vlaamse Gewest is de n.v. Aquaflin de grootste producent van zuiveringsslib. Aquaflin is immers belast met het zuiveren van het afvalwater dat via de openbare riolering wordt verzameld en aangevoerd. Zowel huishoudens als bedrijven lozen afvalwater op de openbare riolering.

Een aantal bedrijven, o.a. uit de voedingsindustrie, beschikt over een eigen waterzuiveringsinstallatie en produceert zuiveringsslib dat gelijkaardig is aan slib afkomstig uit de openbare RWZI's. In tegenstelling tot RWZI-slib, mag dit industrieel slib onder bepaalde voorwaarden nog wel als meststof in de Vlaamse landbouw gebruikt worden.

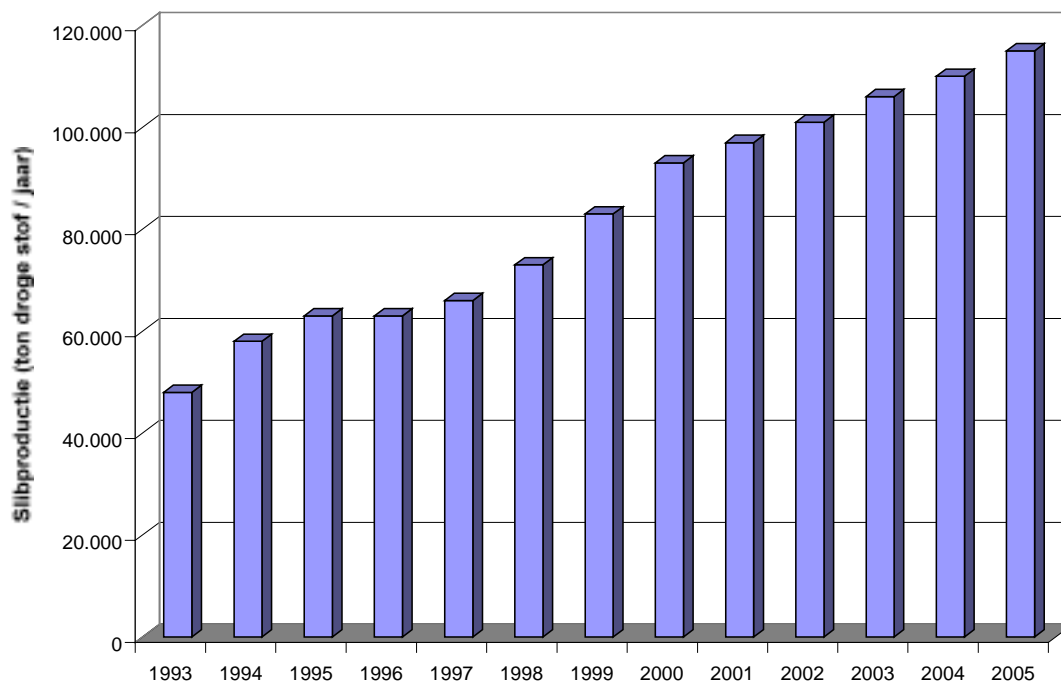
De slibproducerende bedrijven staan in een aantal gevallen zelf in voor een deel van de slibverwerking. Zo beschikken diverse RWZI's over een slibgistingsinstallatie. Een ander deel van de slibverwerking wordt uitbesteed aan externe bedrijven.

Tot slot ontstaan tijdens de slibverwerking reststromen die vaak afgenomen worden door andere sectoren (industrie of landbouw).

## 2.2.2 Hoeveelheid geproduceerd zuiveringslib in Vlaanderen

### 2.2.2.1 RWZI-slib

In de toekomst wordt een stijging van de totale hoeveelheid geproduceerd RWZI-slib verwacht als gevolg van de stijgende hoeveelheid gezuiverd water. De historische en de verwachte evolutie van de slibproductie door de Vlaamse RWZI's wordt gegeven in Figuur 2.



*Figuur 2: Evolutie van de slibproductie door Vlaamse RWZI's*

Bron: Aquafin

### 2.2.2.2 Zuiveringslibs afkomstig van de voedingsindustrie

De totale productie van slib in de voedingsindustrie wordt geraamd op 25.000 tot 30.000 ton droge stof in 1998<sup>3</sup>.

## 2.2.3 Samenstelling van het zuiveringslib in Vlaanderen

### 2.2.3.1 RWZI-slib

De samenstelling van RWZI-slib wordt beïnvloed door de aard en de bedrijfsvoering van de RWZI en door de kwaliteit en de oorsprong van het behandelde afvalwater. Aangezien de aard, kwaliteit en oorsprong van het behandelde afvalwater sterk kan variëren en niet steeds

<sup>3</sup> Bron: FEVIA

gekend is (b.v. sluiklozingen), treden aanzienlijke en moeilijk beheersbaar variaties op in de kwaliteit van RWZI-slib, zowel van RWZI tot RWZI als, voor een gegeven RWZI, van tijdstip tot tijdstip. In Tabel 1 worden de analyseresultaten samengevat van 1064 slibmonsters uit 156 Vlaamse RWZI's. Opgemerkt wordt dat de analyses betrekking hebben op slib dat reeds diverse voorbehandelingen heeft ondergaan (indikking, gisting, ontwatering, droging). Dit verklaart bijvoorbeeld de sterk uiteenlopende droge stofgehaltes. Verder dient er rekening mee te worden gehouden dat de percentielwaarden betrekking hebben op het aantal stalen en niet op de geproduceerde hoeveelheid slib.

*Tabel 1: Samenstelling van Vlaams RWZI-slib (op basis van 1064 slibmonsters uit 156 RWZI's, bemonsteringsperiode januari 1998 tot september 1999)*

Parameter	Percentielwaarden <sup>4</sup>						
	P0	P10	P25	P50	P75	P90	P100
DS (%)	0,29	2,47	3,59	5,38	18,93	32,63	100,00
Org. stof (%)	2,21	30,00	41,07	51,84	60,60	66,67	84,71
pH	5,31	6,15	6,49	6,77	7,07	7,64	12,52
Kj.-N (%)	0,05	2,06	2,73	3,71	4,62	5,41	7,37
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0,01	2,24	2,87	3,90	4,79	5,70	11,59
K <sub>2</sub> O (%)	0,04	0,30	0,44	0,65	0,84	1,07	3,06
CaO (%)	0,06	2,28	2,86	3,67	4,67	6,68	28,83
MgO (%)	0,02	0,40	0,49	0,59	0,75	0,86	4,03
Fe (mg/kg)	0,10	1,26	1,78	2,55	4,13	6,12	15,73
Na (mg/kg)	132	165	1108	2001	3534	6330	70616
Zn (mg/kg)	12	608	822	1067	1359	1889	7798
Cu (mg/kg)	4	137	194	278	398	555	6189
Pb (mg/kg)	2,5	80	117	165	233	322	918
Cr (mg/kg)	3,7	30,1	39,9	52,5	73,9	135,7	1987
Ni (mg/kg)	2,5	19,5	24,8	31,0	41,6	74,7	1517
Cd (mg/kg)	0,01	0,10	0,10	0,37	1,64	4,77	88,9
Hg (mg/kg)	0,01	0,40	0,65	1,0	1,5	2,2	40,8

Bron: meetwaarden Aquafin – percentielberekeningen Vito

Toetsing aan de Vlaamse normen voor gebruik van behandeld slib als meststof of bodemverbeterend middel (zie paragraaf 2.3.1.2) leert dat slechts een klein gedeelte van het RWZI-slib (< 5 %) van voldoende kwaliteit is om in de landbouw te kunnen afgezet worden. Probleemparameters zijn o.a. Zn, Cu, Ni en Pb, toluen en minerale olie. Wat betreft het stikstofgehalte van RWZI-slib dient opgemerkt dat stikstof hoofdzakelijk in organische vorm aanwezig is. Tengevolge van nutriëntverwijdering is de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> concentratie in RWZI-slib zeer laag. Bij aanwending op de bodem zal organisch gebonden stikstof, in tegenstelling tot minerale stikstof, weinig of niet uitloggen.

Naast zware metalen kan RWZI-slib ook diverse anorganische en organische micropolluenten (o.a. PAK's, dioxines) en allerlei pathogene organismen bevatten (bacteriën, virussen,

<sup>4</sup> Percentiel: elk van de punten die een numeriek geordende verzameling in honderd gelijke delen splitsen. De P0 en P100 waarde komen respectievelijk overeen met de minimum en maximum meetwaarde, de P50 waarde is de mediaan, de P10 waarde is de waarde waarvoor geldt dat 10% van de meetwaarden lager is dan dit getal, enz.

protozoa en andere ziektekiemen). De kans op een verhoogde aanwezigheid van anorganische en organische micropolluenten is het hoogst voor slib van RWZI's waarop veel industrieel afvalwater wordt geloosd. De behandeling van septisch materiaal in een RWZI resulteert mogelijk in een slechtere microbiologische kwaliteit van het slib.

Een specifieke verontreiniging die soms in vrij hoge concentraties (tot > 450 mg/kg droge stof) in het afgevoerde RWZI-slib wordt aangetroffen, is toluen. Uit onderzoek blijkt dat dit toluen niet afkomstig is van toluenverontreinigingen in het behandelde afvalwater, maar tijdens de slibopslag gevormd wordt door anaërobe microbiologische processen (K. Devoldere, 1999).

### 2.2.3.2 Zuiveringslibs afkomstig van de voedingsindustrie

De samenstelling van zuiveringslibs uit de voedingsindustrie wordt beïnvloed door de aard en de bedrijfsvoering van de waterzuivering en door de kwaliteit en de oorsprong van het behandelde afvalwater. Aangezien de aard, kwaliteit en oorsprong van het behandelde afvalwater in de voedingsindustrie meestal goed gekend is en weinig varieert, heeft slib afkomstig van een gegeven bedrijf in het algemeen een goed gekende, vrij constante en gecontroleerde kwaliteit. Wegens verschillen in de aard van de afvalwaters treden wel sector- of bedrijfsspecifieke variaties in slibkwaliteit op.

Onderzoek geeft aan dat de gehalten zware metalen in slib afkomstig van de voedingsindustrie in het algemeen laag zijn in vergelijking met deze in RWZI-slib (Demey D., 1997), zoals wordt aangegeven in Tabel 2.

*Tabel 2: Overzicht van de mediaanwaarde en het gewogen gemiddelde van de metaalconcentraties in libs afkomstig uit de voedingsindustrie*

	Mediaanwaarde (mg/kg DS)	Gewogen gemiddelde (mg/kg DS)
Zn	148	210
Cu	91	63
Cr	24,6	15,5
Ni	20,4	39,8
Cd	0,22	1,37
Hg	0,23	0,39
As	4,50	1,28
Pb	10,0	9,3

Bron: Demey D., 1997

Verwijzend naar het Uitvoeringsplan Organisch-Biologisch Afval (OVAM, 2000) kampen een aantal bedrijven binnen de voedingsindustrie met problemen inzake zware metalen, met name Cd, Cu, Ni, en/of Zn, waardoor hun slib niet voldoet aan de Vlarea voorwaarden voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel (zie paragraaf 2.3.1.2).

Zoals in RWZI-slib worden ook in zuiveringslib uit de voedingsindustrie soms verhoogde toluenconcentraties vastgesteld. Ook hier bleek uit onderzoek dat dit toluen niet afkomstig

is van toluenverontreinigingen in het behandelde afvalwater, maar tijdens de slibopslag gevormd wordt door anaërobe microbiologische processen (Vanderhaegen B., 2000).

Tabel 3 geeft aan dat de mediaanwaarde en het gewogen gemiddelde van het stikstofgehalte respectievelijk 5,3 % en 5,9 % van de droge stof bedraagt. Hierbij wordt evenwel opgemerkt dat de stikstof hoofdzakelijk in organische vorm aanwezig is. Bij aanwending op de bodem zal organisch gebonden stikstof, in tegenstelling tot minerale stikstof, weinig of niet uitloggen. Het stikstofgehalte vertoont grote verschillen tussen subsectoren. Bijvoorbeeld is het gemiddeld stikstofgehalte in slib van de brouwerij- en zuivelsector respectievelijk lager en hoger dan de mediaanwaarde.

De mediaanwaarde en het gewogen gemiddelde van het fosforgehalte bedraagt respectievelijk 1,9 % en 2,9 % van de droge stof. Het fosforgehalte is eveneens vrij variabel binnen en tussen de verschillende subsectoren.

*Tabel 3: Overzicht van de minimum- en maximumwaarden van verschillende parameters voor de verschillende deelsectoren, alsook de mediaanwaarde en het gewogen gemiddelde voor alle subsectoren in de voedingsindustrie samen*

Subsector in de voedingsindustrie	Stikstofgehalte (in % van de DS)	Fosforgehalte (in % van de DS)
Brouwerijen	0,7 - 4,8	0,2 - 3,7
Zuivel	5,3 - 10	1,6 - 3,3
Aardappelverwerking	1,4 - 6,8	0,1 - 1,7
Andere subsectoren	3,9 - 14,7	0,8 - 5,5
<i>Mediaanwaarde</i>	<i>5,3</i>	<i>1,9</i>
<i>Gewogen gemiddelde</i>	<i>5,9</i>	<i>2,9</i>

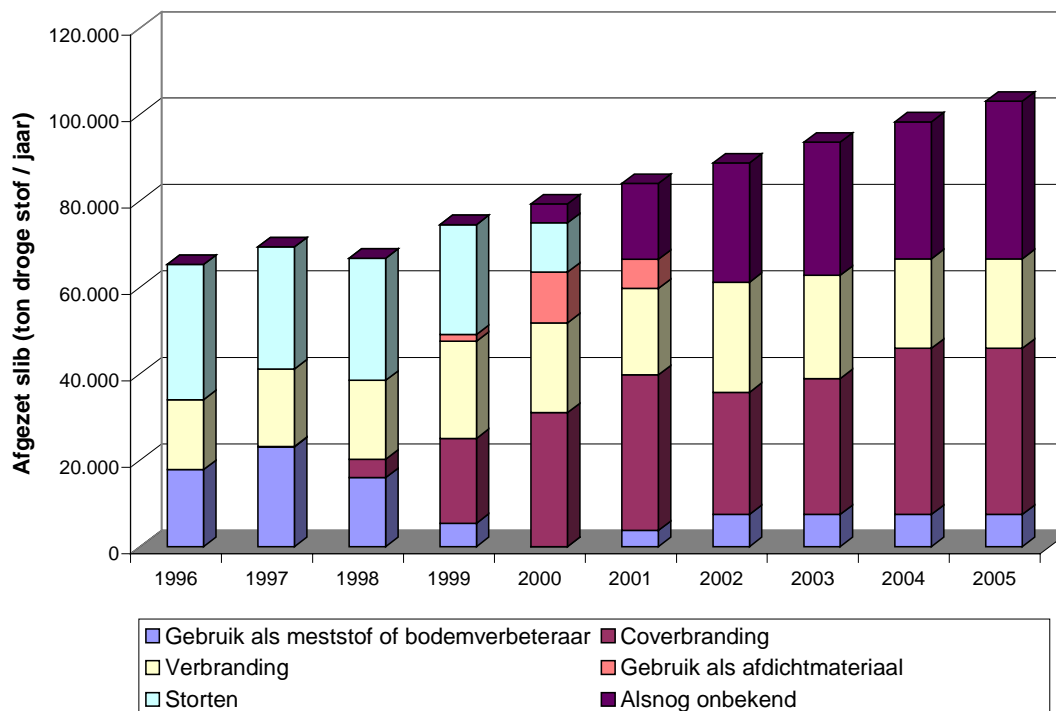
Bron: Demey D., 1997

## **2.2.4 In Vlaanderen ingezette verwerkingsopties**

### **2.2.4.1 RWZI-slib**

De historische en de geplande<sup>5</sup> evolutie van de afzetwegen voor Vlaamse RWZI-slib wordt gegeven in Figuur 3.

<sup>5</sup> planning opgesteld door Aquafin



*Figuur 3: Evolutie van de afzetwegen voor RWZI-slib in Vlaanderen*

Bron: Aquafin

In 1996 werd ruim een kwart van het afgezette RWZI-slib gebruikt als meststof of bodemverbeteraar. In de toekomst verwacht Aquafin minder dan 10 % van haar slib in de landbouw te kunnen afzetten aangezien de resterende hoeveelheid niet voldoet aan de kwaliteitseisen die opgelegd worden door Vlarea voor gebruik van slib als meststof of bodemverbeterend middel (zie paragraaf 2.3.1.2).

Sinds 1997 wordt een gedeelte van het Vlaamse RWZI slib verwerkt door coverbranding in de Duitse bruinkoolcentrales, de poederkoolcentrales van Electrabel en in de Waalse cementindustrie. Aquafin wenst deze afzetweg in de toekomst verder uit te bouwen, zodat tegen 2005 bijna 40 % van de totale slibafzet via deze weg zou gebeuren.

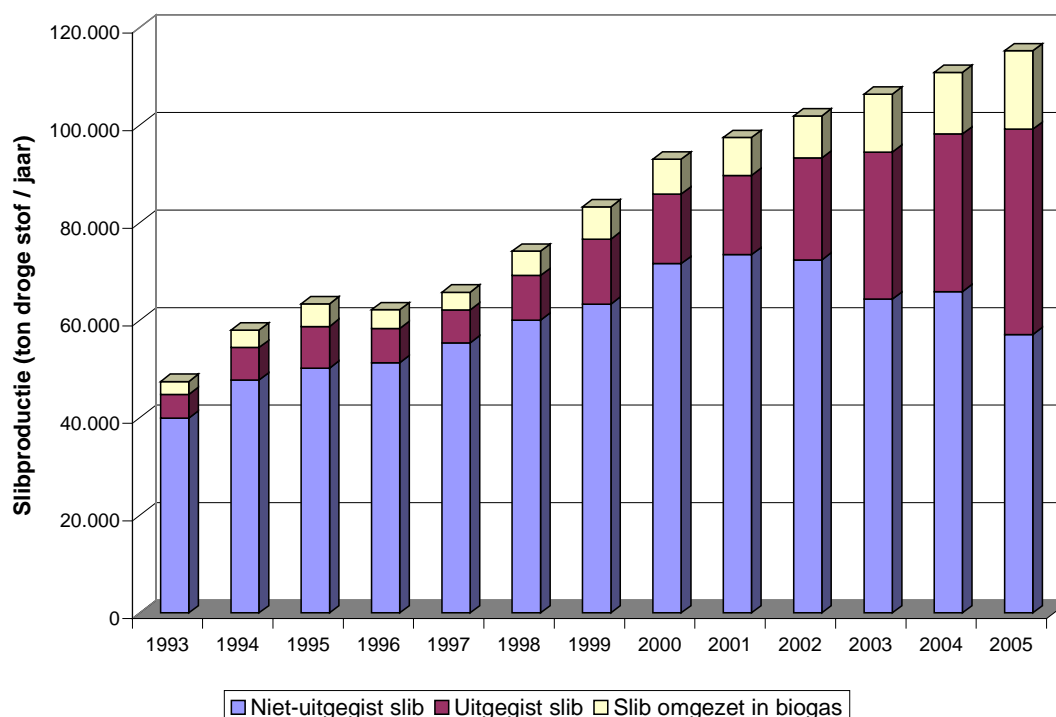
Ongeveer een kwart van het af te zetten RWZI-slib werd in 1996 verbrand, hetzij in de slibverbrandingsinstallatie op de RWZI-Brugge, hetzij in een verbrandingsinstallatie voor huishoudelijke en niet-gevaarlijke bedrijfsafvalstoffen. Tenzij er een vergunning bekomen kan worden om de verbrandingscapaciteit voor slib in Vlaanderen te verhogen, zal de hoeveelheid RWZI-slib die in de toekomst zal kunnen verbrand worden van dezelfde grootteorde blijven.

In 1996 was storten nog een belangrijke afzetweg voor RWZI-slib (bijna 50 % van de totale slibafzet). Gezien de stijgende kostprijs en het niet duurzame karakter van deze afzetweg wenst Aquafin in de toekomst het storten van slib maximaal te vermijden.

Voor de jaren 2001 – 2005 is de verwachte af te zetten slibhoeveelheid groter dan de capaciteit van de nu reeds bekende afzetwegen (verwerking in eigen installaties en reeds

afgesloten contracten). Voor een gedeelte van de slibproductie is met andere woorden nog niet gekend welke afzetwegen ingezet zullen kunnen worden.

Merk op dat de totale hoeveelheid afgezet slib<sup>6</sup> (zie Figuur 3) niet steeds overeenkomt met de totale hoeveelheid geproduceerd slib (zie Figuur 2). In 1996 en 1997 was de afgezette slibhoeveelheid groter dan de geproduceerde hoeveelheid. Dit wordt verklaard doordat een aanzienlijk gedeelte van het slib voor ontwatering geconditioneerd werd met kalk. Bij conditionering met kalk worden ca 35 % toeslagstoffen toegevoegd. Ook de gebufferde slibhoeveelheden (leegmaken van sliblagunes) spelen hierin een rol. Vanaf 1998 is de situatie omgekeerd en is de geproduceerde hoeveelheid slib groter dan de afgezette hoeveelheid. Dit wordt verklaard doordat een stijgende hoeveelheid slib vergist wordt vooraleer het een eindverwerking ondergaat. Bij het vergisten wordt een gedeelte van het slib omgezet in biogas, zodat het resterend slibvolume gereduceerd wordt. De historische en verwachte evolutie van de hoeveelheid RWZI-slib die vergist wordt, is gegeven in Figuur 4.



*Figuur 4: Evolutie van de fractie RWZI-slib die vergist wordt*

Bron: Aquafin

#### **2.2.4.2 Zuiveringslibs afkomstig van de voedingsindustrie**

Het grootste gedeelte (> 80 %) van het slibaanbod van de voedingsindustrie wordt gebruikt als secundaire grondstof in de landbouw. Slib dat niet naar de landbouw gaat wordt verbrand (10 à 16 %) of gestort (1 %).<sup>7</sup> Een gedeelte van het slib, bestemd voor verwijdering door verbranding, wordt niet verbrand in Vlaanderen, maar gaat naar de cementindustrie in Wallonië.

<sup>6</sup> De term 'afgezette hoeveelheid slib' heeft betrekking op slib dat mogelijk reeds een aantal bewerkingsprocessen (b.v. solidificatie, vergisting) heeft ondergaan.

<sup>7</sup> Bron: K. Smis, 2000 (op basis van gegevens van Fevia)



## 2.3 Wettelijk kader

Met betrekking tot de verwerking van zuiverings-slib in Vlaanderen zijn zowel de Vlarea als de Vlarem wetgeving van belang. Voor het gebruik van zuiverings-slib als meststof gelden naast de Vlarea reglementering ook nog de voorwaarden gegeven in het Vlaams meststoffendecreet<sup>8</sup> en in het KB van 7 januari 1998 betreffende de handel in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten. Het gebruik van slib in de veevoeding wordt verboden door het KB van 8 februari 1999 betreffende de handel en het gebruik van stoffen bestemd voor dierlijke voeding. Naar de toekomst toe zijn verder nog de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval en het ontwerp van Europese richtlijn betreffende het gebruik van slib in de landbouw van belang.

### 2.3.1 Vlarea wetgeving

In Vlarea zijn algemene regels opgenomen inzake de verwerking van afvalstoffen. Voor zuiverings-slibs is met name volgende verbodsbepaling van belang:

- stortverbod voor gesorteerde brandbare en/of recupereerbare bedrijfsafvalstoffen

Verder worden in Vlarea de voorwaarden omschreven waaronder industriële reststromen niet langer als afvalstof aanzien worden en in aanmerking komen voor hergebruik. Voor zuiverings-slib zijn met name de voorwaarden voor hergebruik in volgende twee toepassingscategorieën van belang:

- gebruik als meststof of als bodemverbeterend middel;
- gebruik als brandstof.

Bij de publicatie van dit BBT-rapport waren voorbereidingen aan de gang om de bestaande Vlarea wetgeving te herzien. De vernieuwde Vlarea zou gepubliceerd worden in de loop van 2001. In onderstaande paragrafen is telkens aangegeven of en hoe de bestaande wetgeving bij de inwerkingtreding van de nieuwe Vlarea naar verwachting<sup>9</sup> zal gewijzigd worden.

#### 2.3.1.1 Stortverbod voor gesorteerde brandbare en/of recupereerbare bedrijfsafvalstoffen

Overeenkomstig Artikel 5.2.4. van Vlarea is er in Vlaanderen met ingang van 01/07/2000 een stortverbod van kracht voor gesorteerde brandbare en/of recupereerbare bedrijfsafvalstoffen. Wel kan de Vlaamse minister bij gemotiveerd besluit individuele afwijkingen toestaan op dit stortverbod.

In de ontwerptekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) valt het bedoelde stortverbod onder artikel 5.4.2. Hierin is sprake van een stortverbod voor gesorteerde brandbare en/of recycleerbare (i.p.v. recupereerbare) bedrijfsafvalstoffen.

Er bestaat discussie tussen OVAM en Aquafin m.b.t. de vraag of waterzuiverings-slib al dan niet onder het voormelde stortverbod valt.

---

<sup>8</sup> Decreet van 11 mei 1999 tot wijziging van het decreet van 23 januari 1991 inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen en tot wijziging van het decreet van 28 juni 1985 betreffende de milieuvergunning.

<sup>9</sup> rekening houdend met de 7e draft van Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000)

Volgens OVAM is het stortverbod wel degelijk van toepassing op RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib, vermits deze slibs éénduidige brandbare bedrijfsafvalstoffen zijn waarvoor sortering overbodig is en die wegens hun specifieke eigenschappen (hoog gehalte organische stof) volledig beantwoorden aan de omschrijving ‘gesorteerde brandbare bedrijfsafvalstof’<sup>10</sup>.

Aquafin is daarentegen van oordeel dat het stortverbod niet van toepassing is op zuiveringsslib. Het stortverbod maakt immers deel uit van een reeks stortverboden die op 1 juli 1998 van kracht werden in het kader van het sectoraal uitvoeringsplan huishoudelijke afvalstoffen. Aangezien RWZI-slib buiten het sectoraal uitvoeringsplan huishoudelijke afvalstoffen valt, zou het volgens Aquafin ook buiten het stortverbod vallen.

### **2.3.1.2 Voorwaarden voor gebruik van slib als meststof of als bodemverbeterend middel**

#### **a) RWZI-slib**

Artikel 4.2.1.2. van Vlarea verbiedt het gebruik van RWZI-slib als meststof of als bodemverbeterend middel in Vlaanderen. Uitzondering wordt gemaakt voor slib dat voorafgaand zodanig behandeld werd dat de wateroplosbare vormen van stikstof en fosfor met minstens 85 % zijn gereduceerd<sup>11</sup>.

#### Vlarea Artikel 4.2.1.2.

*De gebruikers van behandeld slib van afvalwaterzuiveringsinstallaties voor de behandeling van afvalwater, aangevoerd via openbare riolen en/of collectoren, mogen met ingang van 1 december 1999 dit slib niet toepassen op cultuurgrond gelegen in het Vlaams Gewest.*

*De in het eerste lid bedoelde verbodsbepaling is evenwel niet van toepassing wanneer bedoeld slib voorafgaandelijk in die mate werd behandeld dat de wateroplosbare vormen van de nutriënten stikstof en fosfor in het behandelde slib met ten minste 85% ten opzichte van het gehalte in het onbehandeld slib zijn gereduceerd, en dit bij gebruik bij een normale bodem-pH van 7,0.*

In de ontwerptekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) wordt bovenstaand artikel volledig geschrapt. Dit betekent dat in de toekomst de voorwaarden voor gebruik van RWZI-slib als meststof of als bodemverbeterend middel identiek zullen zijn aan de voorwaarden die hiervoor gesteld worden voor zuiveringsslubs afkomstig van de voedingsindustrie (zie paragraaf b)).

#### **b) Zuiveringsslubs afkomstig van de voedingsindustrie**

Artikel 4.2.1 van Vlarea laat toe behandeld slib<sup>12</sup> als meststof of als bodemverbeterend middel op Vlaamse cultuurgrond te gebruiken mits voldaan is aan onderstaande voorwaarden.

<sup>10</sup> Bron: Dhr. Luc Debaene, 2001

<sup>11</sup> Voor gebruik van dusdanig behandeld RWZI-slib als meststof of als bodemverbeterend middel gelden verder dezelfde samenstellingsvoorwaarden en maximale bodemdoseringsen als voor behandeld industrieel zuiveringsslib (zie paragraaf b)).

<sup>12</sup> Behandeld (zuiverings)slib wordt in Vlarea gedefinieerd als ‘slib dat is behandeld langs biologische, chemische of thermische weg, door langdurige opslag of volgens enig ander geschikt procédé, om de vergistbaarheid en de hygiënische bezwaren tegen het gebruik ervan aanzienlijk te verminderen’.

Tevens is een door OVAM afgeleverd gebruikscertificaat vereist. Dit document vermeldt de algemene en specifieke voorwaarden die de gebruiker moet naleven.

### Voorwaarden inzake behandeling van het slib

- Om als behandeld zuiverings-slib te worden bestempeld, dient zuiverings-slib minstens één van volgende bewerkingen te hebben ondergaan:

#### Vlarea subbijlage 4.2.1.C (huidige Vlarea)

- *mesofiele anaërobe stabilisatie onder volgende voorwaarden:*
  - *temperatuur: 35°C ± 3°C;*
  - *hydraulische verblijftijd: minimum 20 dagen;*
- *vloeibare opslag of koude gisting met een minimale hydraulische verblijftijd van 3 maanden;*
- *aërobe stabilisatie (bij minimaal zuurstofgehalte van DO > 1 ppm*
  - *simultaan, dit is binnen dezelfde bekkens als de afvalwaterzuivering zelf, bij een slibbelasting < of = 0,06 kg BOD/kg slib x dag of een volumebelasting < of = 0,25 kg BOD/m<sup>3</sup> x dag; of*
  - *afzonderlijk, dit is in een afzonderlijk hiervoor voorzien bekken, bij een hydraulische verblijftijd van minstens 10 dagen;*
- *toevoeging van kalk tot pH = of > 12. De pH mag niet minder zijn dan 12 in een periode van 2 u;*
- *thermische droging tot een minimale DS-gehalte van 70%;*
- *aërobe compostering bij volgende minimale voorwaarden :*
  - *temperatuursgebied van minimum 60°C;*
  - *minimale periode van 4 dagen;*
- *anaërobe compostering bij volgende minimale voorwaarden :*
  - *temperatuursgebied van 50 °C tot 60 °C*
  - *minimale periode van 18 dagen.*

In de ontwerptekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) is subbijlage 4.2.1.C als volgt gewijzigd:

#### Vlarea subbijlage 4.2.1.C (ontwerptekst versie 7.0 d.d. 8/12/2000)

- *mesofiele anaërobe vergisting onder volgende voorwaarden:*
  - *temperatuur: 35°C;*
  - *gemiddelde verblijftijd: 15 dagen;*
- *vloeibare opslag bij omgevingstemperatuur als een batch, zonder toevoeging of onttrekking gedurende de opslagperiode van 3 maanden. Het slib moet ten minste een 2 log 10 beperking voor Escherichia Coli bereiken.;*
- *aërobe stabilisatie, simultaan of afzonderlijk als een batch zonder toevoeging of onttrekking bij omgevingstemperatuur gedurende 20 dagen;*
- *toevoeging van kalk waarbij een homogeen mengsel van kalk en slib wordt bekomen. Het mengsel bereikt een pH > 12 onmiddellijk na het bekalken en behoudt de pH van minstens 12 gedurende 24 uur;*
- *thermische droging die garandeert dat de temperatuur van de slibdeeltjes hoger is dan 80°C met een beperking van het watergehalte tot minder dan 10%;*
- *thermofiele aërobe stabilisatie bij een temperatuur van ten minste 55°C bij een gemiddelde verblijftijd van 20 dagen;*
- *thermofiele anaërobe vergisting bij een temperatuur van ten minste 53°C bij met een gemiddelde verblijftijd van 20 dagen..*

*Andere behandelingstechnieken kunnen door de OVAM goedgekeurd worden, mits kan aangetoond worden dat het resultaat van de behandeling minstens gelijkwaardig is aan het resultaat van de hiervoor vermelde behandelingswijzen. De relevante procesparameters worden ten minste dagelijks gemeten en bij voorkeur continu indien praktisch mogelijk. De meetgegevens zullen ter beschikking gehouden worden voor controle door de toezichthoudende ambtenaren.*

Voorwaarden inzake samenstelling van het slib

- De gehalten aan verontreinigende stoffen in het slib mogen de waarden vastgelegd door subbijlage 4.2.1.A van Vlarea niet overschrijden. In de ontwerptekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) zijn in Bijlage 4.2.1.A enkele wijzigingen aangebracht. In onderstaande tabel worden de waarden uit de huidige en de ontwerptekst opgelijst.

Vlarea subbijlage 4.2.1.A

Parameter	Maximum concentratie (mg/kg DS)	
	Huidige Vlarea	Ontwerptekst Vlarea versie 7.0 d.d. 8/12/2000
Arseen (As)	150	150
Cadmium (Cd)	6	6
Chroom (Cr)	250 (1500) <sup>13</sup>	250
Koper (Cu)	125 (375) <sup>14</sup>	375
Kwik (Hg)	5	5
Lood (Pb)	300	300
Nikkel (Ni)	50	50
Zink (Zn)	300 (900) <sup>14</sup>	900
Benzeen	1,1	1,1
Ethylbenzeen	1,1	1,1
Styreen	1,1	1,1
Tolueen	1,1	1,1
Xyleen	1,1	1,1
Benzo(a)antraceen	0,68	0,68
Benzo(a)pyreen	1,1	1,1
Benzo(ghi)peryleen	1,1	1,1
Benzo(b)fluoranteen	2,3	2,3
Benzo(k)fluoranteen	2,3	2,3
Chryseen	1,7	1,7
Fenantreen	0,9	0,9
Fluoranteen	2,3	2,3
Indeno(1,2,3cd)pyreen	1,1	1,1
Naftaleen	2,3	2,3
Monochloorbenzeen	0,23	0,23
Dichloorbenzeen	0,23	0,23
Trichloorbenzeen	0,23	0,23
Tetrachloorbenzeen	0,0045	0,23
Pentachloorbenzeen	0,0045	0,23
Hexachloorbenzeen	0,023	0,23
1,2 dichloorethaan	0,23	0,23
Dichloormethaan	0,23	0,23
Trichloormethaan	0,23	0,23
Trichlooretheen	0,23	0,23
Tetrachloormethaan	0,23	0,23
Tetrachlooretheen	0,23	0,23
Vinylchloride	0,23	0,23
1,1,1-trichloorethaan		0,23
1,1,2-trichloorethaan		0,23
1,1-dichloorethaan		0,23
Cis+trans-1,2-dichloorethaan		0,23
Hexaan		5,5

<sup>13</sup> Voor chroom geldt voor het gebruik als kalkmeststof de tussen haakjes aangegeven concentratie.

<sup>14</sup> De tussen haakjes aangegeven Cu- en Zn-concentraties zijn versoepelingen die geldig zijn tot 31 december 2007.

Heptaan		5,5
Octaan	11	5,5
Extraheerbare organohalogenen verbindingen (EOX)		20
Minerale olie	1125 <sup>15</sup>	560
Polychloorbifenylen (PCB als som 7 congenere)		0,8

Voorwaarden inzake het gebruik van het slib

- De gebruikte bodemdoseringswaarden mogen de vastgelegde waarden door subbijlage 4.2.1.B van Vlarea niet overschrijden. In de ontwerptekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) zijn in Bijlage 4.2.1.B enkele wijzigingen aangebracht. In onderstaande tabel worden de waarden uit de huidige en de ontwerptekst opgelijst.:

Vlarea subbijlage 4.2.1.B

Parameter	Maximum bodemdosering (g/ha/jaar)	
	Huidige Vlarea	Ontwerptekst Vlarea versie 7.0 d.d. 8/12/2000
Arseen (As)	300	300
Cadmium (Cd)	12	12
Chroom (Cr)	500	500
Koper (Cu)	250 (750) <sup>16</sup>	750
Kwik (Hg)	10	10
Lood (Pb)	600	600
Nikkel (Ni)	100	100
Zink (Zn)	600 (1800) <sup>16</sup>	1800
Benzeen	2,2	2,2
Ethylbenzeen	2,2	2,2
Styreen	2,2	2,2
Tolueen	2,2	2,2
Xyleen	2,2	2,2
Benzo(a)antracene	1,36	1,36
Benzo(a)pyreen	2,2	2,2
Benzo(ghi)peryleen	2,2	2,2
Benzo(b)fluoranteen	4,6	4,6
Benzo(k)fluoranteen	4,6	4,6
Chryseen	3,4	3,4
Fenantreen	1,8	1,8
Fluoranteen	4,6	4,6
Indeno(1,2,3cd)pyreen	2,2	2,2
Naftaleen	4,6	4,6
Monochloorbenzeen	0,46	0,46
Dichloorbenzeen	0,46	0,46
Trichloorbenzeen	0,46	0,46
Tetrachloorbenzeen	0,009	0,46
Pentachloorbenzeen	0,009	0,46
Hexachloorbenzeen	0,046	0,46
1,2 dichloorethaan	0,46	0,46
Dichloormethaan	0,46	0,46

<sup>15</sup> parameter niet van toepassing bij de beoordeling van behandeld slib

<sup>16</sup> De tussen haakjes aangegeven Cu- en Zn-doseringswaarden zijn versoepelingen die geldig zijn tot 31 december 2007. Bij de geplande herziening van Vlarea zullen zij wellicht een definitief karakter krijgen en dus ook na 2007 geldig blijven (bron: OVAM).

Trichloormethaan	0,46	0,46
Trichlooretheen	0,46	0,46
Tetrachloormethaan	0,46	0,46
Tetrachlooretheen	0,46	0,46
Vinylchloride	0,46	0,46
1,1,1-trichloorethaan		0,46
1,1,2-trichloorethaan		0,46
1,1-dichloorethaan		0,46
Cis+trans-1,2-dichloorethaan		0,46
Hexaan		11
Heptaan		11
Octaan	22	11
Extraheerbare organohalogen verbindingen (EOX)		40
Minerale olie	2250 <sup>17</sup>	1120
Polychloorbifenylen (PCB als som 7 congenere)		1,6

In de ontwerptekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) wordt de mogelijkheid gecreëerd om in bepaalde voorwaarden behandeld slib in hogere dosissen dan deze berekend op basis van subbijlage 4.2.1.B toe te passen:

- In het kader van een driejarig teeltplan mag om de drie jaar het drievoud gebruikt worden van de dosis berekend op basis van de samenstelling en de gebruiksvoorwaarden bepaald in sub-bijlage 4.2.1 B.
- De secundaire grondstoffen, die mineralenarm en humusrijk zijn, mogen gebruikt worden in hogere dosissen, factor x, dan de dosis berekend op basis van de samenstelling en de gebruiksvoorwaarden bepaald in sub-bijlage 4.2.1.B. De factor x is het normaal aantal jaar tot het volgende gebruik van secundaire grondstof
- De gebruikers van behandeld slib mogen dat slib enkel op cultuurgrond toepassen als aan de volgende voorwaarden is voldaan:
  - de concentraties in de cultuurgrond overschrijden voor geen enkel metaal de concentraties vastgelegd door bijlage 4.2.3 (Voorwaarden inzake samenstelling en concentratie van verontreinigende stoffen voor gebruik als bodem);
  - de bodem bezit een pH-waarde hoger dan 5;
  - het gebruik dient zodanig te geschieden dat met de voedingsbehoeften van de planten rekening wordt gehouden en de kwaliteit van de bodem, oppervlaktewater en grondwater niet wordt aangetast;
  - de voorwaarden opgelegd door of met toepassing van het decreet van 23 januari 1991 inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen;
  - vooraleer over te gaan tot het gebruik van slib, dienen de desbetreffende bodems door een milieudeskundige erkend in de discipline bodem, geanalyseerd; een nieuwe bodemanalyse dient te gebeuren telkens nadat een slibdosering van 20 ton droge stof per hectare is toegepast.

In de ontwerptekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) zijn deze voorwaarden als volgt gewijzigd:

- de concentraties in de bodem overschrijden voor geen enkel metaal de grenswaarden voor het vrij gebruik van uitgegraven bodem als bodem in type II bestemmingsgebieden zoals bepaald in VLAREBO;
- de bodem bezit een pH-waarde hoger dan 6;
- bij toepassing op grasland of akkerland wordt injectie in de bodem toegepast of wordt onmiddellijk ondergeploegd.

<sup>17</sup> parameter niet van toepassing bij de beoordeling van behandeld slib

- Het gebruik van behandeld slib is verboden:
  - op weideland dat wordt beweid of op velden voor de teelt van voedergewassen als die voedergewassen worden geoogst vóór het verstrijken van een wachtermijn van tenminste 6 weken;
  - op groente- en fruitaanplant, met uitzondering van de aanplant van fruitbomen gedurende de groeiperiode;
  - op bodems die bestemd zijn voor de teelt van groenten of vruchten die normaliter in rechtstreeks contact met de bodem staan en die normaliter rauw worden geconsumeerd, gedurende een periode van 10 maanden voorafgaand aan de oogst en tijdens de oogst zelf;
  - in waterwingebieden alsook in beschermingszones type I en II afgebakend met toepassing van het decreet van 24 januari 1984 houdende maatregelen inzake het grondwaterbeheer.

In de ontwerptekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) zijn de eerste 3 van deze verbodsbepalingen ongewijzigd. De vierde verbodsbepaling is geschrapt, en volgende verbodsbepaling is toegevoegd:

- in bossen, parken, natuurgebieden, stadstuinen en alle plaatsen toegankelijk voor het publiek.

#### Voorwaarden inzake informatie en registratie

- De producenten van behandeld slib verstrekken aan de gebruikers alle informatie over de slibanalyse.
- De producenten van behandeld slib registreren de volgende gegevens:
  - de hoeveelheden geproduceerd slib;
  - de hoeveelheden aan de landbouw geleverd slib;
  - de samenstelling en eigenschappen van het slib;
  - de behandelingsmethode;
  - de namen en adressen van de ontvangers van het slib en de plaatsen waar het slib wordt gebruikt.
- De geregistreerde gegevens worden gedurende 5 jaar ter plaatse ter beschikking gehouden van de toezichthoudende ambtenaren.

In de ontwerptekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) zijn de voorwaarden m.b.t. registratie van gegevens geschrapt in hoofdstuk 4 maar opgenomen in de wettelijke bepalingen van Artikel 6.2.1.

#### **2.3.1.3 Voorwaarden voor gebruik van slib in of als brandstof**

##### **a) RWZI-slib**

Artikel 4.2.5.3. van Vlarea laat toe *gedroogd* slib afkomstig van openbare RWZI's te gebruiken als brandstof in een met steenkool gestookte verbrandingsinrichting mits voldaan is aan onderstaande voorwaarden. Een gebruikscertificaat is niet verplicht.

voorwaarden opgelegd aan de steenkoolverbrandingsinrichting

- De steenkoolverbrandingsinrichting moet voldoen aan de milieuvorwaarden die in Vlarem II gesteld zijn voor deze inrichting.

voorwaarden opgelegd aan het gedroogd slib

- De samenstelling van het gedroogd slib moet voldoen aan volgende grenswaarden:

<u>Parameter</u>	<u>Grenswaarde</u>
zwavelgehalte	15.000 mg/kg droge stof mits de stookinstallatie met een ontzwavelingstrap is uitgerust <sup>18</sup>
totale organische halogeenvbindingen (EOX)	<= 0,1 % (m/m)
gehalte aan polychloorbifenylen (PCB)/polychloortrifenylen (PCT) gehalte (congeneer specifieke PCB-bepaling)	<= 1 mg/kg droge stof
arseen	<= 100 mg/kg droge stof
cadmium	<= 8 mg/kg droge stof
kwik	<= 2 mg/kg droge stof
lood	<= 500 mg/kg droge stof
zware metalen: som van Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb en V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geen normering indien de vlieg- en bodemas met toepassing van dit besluit (Vlarea) als secundaire grondstof in vormgegeven bouwstof wordt aangewend</li> <li>• &lt;= 900 mg/kg droge stof, in de andere gevallen</li> </ul>
fluoriden	<= 1000 mg/kg droge stof
chloriden	<= 4000 mg/kg droge stof
droge stofgehalte	>= 85 %
bovenste verbrandingswarmte (warmte die vrijkomt bij de volledige verbranding met zuurstof bij constant volume waarbij na afloop het water gecondenseerd wordt)	>= 10 MJ/kg

<sup>18</sup> Tot 31 december 2000 mag slib als secundaire grondstof als brandstof worden gebruikt in een met steenkool gestookte verbrandingsinrichting die niet met een ontzwavelingstrap is uitgerust.



### ***b) Zuiveringsslibs afkomstig van de voedingsindustrie***

Volgens Afdeling 5 van bijlage 4.1 ('Lijst van afvalstoffen die in aanmerking komen voor gebruik als secundaire grondstoffen') komt 'gedroogd slib afkomstig van drooginstallaties van slib van afvalwaterzuiveringsinstallaties' in aanmerking voor gebruik in of als brandstof op voorwaarde dat de houder over een door OVAM afgeleverd gebruikscertificaat beschikt. Voor gedroogd slib afkomstig van niet-openbare afvalwaterzuiveringsinstallaties zijn in Vlarea echter geen specifieke bepalingen opgenomen die het gebruik in of als brandstof reglementeren.

### ***c) Nieuwe Vlarea***

In de ontwerp tekst voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) wordt onderafdeling 4.2.5 (voorwaarden voor het gebruik in, of als brandstof) volledig geschrapt. Dit betekent dat het in de toekomst niet meer mogelijk zal zijn om gedroogd slib (evenals andere afvalstoffen) in een verbrandingsinrichting als brandstof te gebruiken onder het statuut van secundaire grondstof. Verbranding van slib in een verbrandingsinrichting zal hierdoor steeds moeten vergund worden als verbranding van afvalstoffen.

## **2.3.2 Vlarem wetgeving**

### ***2.3.2.1 Vlarem I***

Inrichtingen voor slibverwerking zijn niet apart ingedeeld in Vlarem I. Zij vallen onder verschillende rubrieken naargelang de aard van de gebruikte verwerkingsprocessen. Rubrieken die ondermeer van toepassing kunnen zijn, zijn:

- *Rubriek 2.2: Opslag en nuttige toepassing van afvalstoffen*<sup>19</sup>
  - *Subrubriek 2.2.3.c: aërobe of anaërobe compostering, met of zonder methaanwinning van andere niet gevaarlijke afvalstoffen*
  - *Subrubriek 2.2.3.d: andere (dan compostering) biologische behandeling van niet-gevaarlijke afvalstoffen*
  - *Subrubriek 2.2.5.a: opslag en fysisch-chemische behandeling al dan niet in combinatie met een mechanische behandeling, van niet gevaarlijke slibs*
- *Rubriek 2.3: Opslag en verwijdering van afvalstoffen*<sup>20</sup>
  - *Subrubriek 2.3.2.a: opslag en fysisch-chemische behandeling, al of niet in combinatie met mechanische behandeling van niet-gevaarlijke slibs*
  - *Subrubriek 2.3.3.a: opslag en biologische behandeling, andere dan deze bedoeld in rubriek 2.3.7. van niet-gevaarlijke afvalstoffen*
  - *Subrubriek 2.3.4.j: opslag en verbranding, met of zonder energiewinning en met of zonder terugwinning van stoffen van andere niet-gevaarlijke afvalstoffen*

<sup>19</sup> Alle inrichtingen onder 2.2 zijn inrichtingen waarin handelingen gebeuren waardoor nuttige toepassing van althans een gedeelte van de afvalstoffen mogelijk wordt. Het verbranden van afvalstoffen al dan niet met terugwinning van energie en/of stoffen is ingedeeld onder rubriek 2.3.

<sup>20</sup> Alle inrichtingen onder 2.3 zijn inrichtingen waarin handelingen gebeuren die leiden tot de vernietiging of de definitieve opslag in of op de bodem van afvalstoffen. Het verbranden van afvalstoffen al dan niet met terugwinning van energie en/of stoffen is ingedeeld onder deze rubriek 2.3.

- *Subrubriek 2.3.6.b*: stortplaatsen van categorie 2
- *Subrubriek 2.3.6.c*: stortplaatsen van categorie 1
- *Rubriek 43*: Verbrandingsinrichtingen<sup>21</sup>
  - *Subrubriek 4.3.2*: verbrandingsinrichtingen met elektriciteitsproductie (thermische centrales), met inbegrip van het ombouwen ervan op een andere brandstof

### 2.3.2.2 *Vlarem II*

In hoofdstuk 5.3 van Vlarem ('Het lozen van afvalwater en koelwater') zijn twee nagenoeg identieke artikels opgenomen die betrekking hebben op de verwerking van afvalwaterzuiveringsslib van respectievelijk stedelijke en bedrijfsafvalwaters:

*Artikel 5.3.1.4* (met betrekking tot stedelijk afvalwater)

§2. *Het van de zuivering van afvalwater afkomstig slib wordt indien mogelijk hergebruikt. Onverminderd de bepalingen van het decreet van 2 juli 1981 betreffende de voorkoming en het beheer van afvalstoffen en van zijn uitvoeringsbesluiten, dienen de afvoertrajecten van dien aard te zijn dat de nadelige gevolgen voor het milieu minimaal zijn. De verwerking en verwijdering van het slib dient te gebeuren overeenkomstig de bepalingen van de afdelingen 5.2.2.4.<sup>22</sup> of 5.2.2.5.<sup>23</sup> van dit besluit.*

§3. *Het storten en laten uitspoelen van het van de zuivering van afvalwater afkomstig slib in oppervlaktewater is verboden. De afvoer van slib naar oppervlaktewateren door storten vanaf schepen, door lozing via pijpleidingen of op een andere wijze is eveneens verboden.*

*Artikel 5.3.2.3* (met betrekking tot bedrijfsafvalwaters)

§2. *Het van de zuivering van afvalwater afkomstig slib wordt indien mogelijk hergebruikt. Onverminderd de bepalingen van het decreet van 2 juli 1981 betreffende de voorkoming en het beheer van afvalstoffen en van zijn uitvoeringsbesluiten, dienen de afvoertrajecten van dien aard te zijn dat de nadelige gevolgen voor het milieu minimaal zijn. De verwerking en verwijdering van het slib dient te gebeuren overeenkomstig de bepalingen van het hoofdstuk 5.2.<sup>24</sup> van dit reglement.*

§3. *Het storten van het van de zuivering van afvalwater afkomstig slib in oppervlaktewater is verboden.*

De milieuvorwaarden waaraan inrichtingen voor slibverwerking volgens Vlarem II dienen te voldoen, zijn functie van de aard van de gebruikte verwerkingsprocessen (cfr. indeling in Vlarem I). Bij de bespreking van de verwerkingsprocessen in Hoofdstuk 3 zal, waar relevant, de geldende Vlarem II-reglementering toegelicht worden.

In het kader van deze studie is met name de Vlarem II reglementering voor afvalverbranding van bijzonder belang. Deze wordt gegeven in Afdeling 5.2.3 (Verbrandingsinrichtingen voor afvalstoffen). De emissiegrenswaarden die in deze Afdeling worden opgelegd voor verbrandingsinrichtingen voor respectievelijk gevaarlijke en huishoudelijke afvalstoffen zijn samengevat in Tabel 4.

<sup>21</sup> Verbrandingsinrichtingen waarin afvalstoffen worden verwerkt of worden verbrand zijn uitsluitend ingedeeld in rubriek 2.3.4. Indien afvalstoffen worden gebruikt als hulp- of toevoegbrandstof zijn zowel de rubrieken 2.3.4; als 43. van toepassing.

<sup>22</sup> Sectorale milieuvorwaarden voor inrichtingen voor het opslaan en behandelen van bepaalde ongevaarlijke vaste afvalstoffen

<sup>23</sup> Sectorale milieuvorwaarden voor inrichtingen voor het opslaan en behandelen van bepaalde gevaarlijke vaste afvalstoffen

<sup>24</sup> Sectorale milieuvorwaarden voor inrichtingen voor de verwerking van afvalstoffen

Tabel 4: Emissiegrenswaarden voor verbrandingsinrichtingen voor afvalstoffen

	Verbrandings- inrichtingen voor gevaarlijke afvalstoffen	Verbrandingsinrichtingen voor huishoudelijke afvalstoffen (in functie van de nominale capaciteit)		
		minder dan 1 ton/uur	van 1 ton/uur tot 30 ton/uur	meer dan 30 ton/uur
CO	50 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>25</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup>
totaal stof	10 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>26</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	30 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	30 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>
TOC	10 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>26</sup>	20 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	20 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	10 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>
HCl	10 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>26</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	50 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	10 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>
HF	1 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>26</sup>	4 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	2 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	1 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>
SO <sub>2</sub>	50 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>26</sup>	300 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	300 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	50 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>
NO <sub>x</sub>	400 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>28</sup>	400 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	400 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>	400 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>27</sup>
Cd + Tl	0,05 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>	0,2 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>	0,1 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>	0,05 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>
Hg	0,05 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>	0,2 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>	0,1 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>	0,05 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn	0,5 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>	5 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>	1,5 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>	0,5 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>29</sup>
Dioxinen en furanen	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>

Bron: Vlarem II, Afdeling 5.2.3

Wanneer afval wordt verbrand in een inrichting die niet in hoofdzaak voor de verbranding van afvalstoffen wordt gebruikt, worden de emissiegrenswaarden overeenkomstig Artikel 5.2.3.1.5 van Vlarem II volgens volgende formule berekend (mengregel):

$$\frac{V_{\text{afvalstoffen}} \times C_{\text{afvalstoffen}} + V_{\text{proces}} \times C_{\text{proces}}}{V_{\text{afvalstoffen}} + V_{\text{proces}}} = C$$

waarin:

$V_{\text{afvalstoffen}}$ : volume rookgas ten gevolge van de verbranding van afvalstoffen (bepaald op basis van de afvalstof met de laagste calorische waarde) en naargelang het geval herleid tot de in Artikel 5.2.3.1.5 vermelde omstandigheden.

Indien de warmte die vrijkomt bij de verbranding van afvalstoffen minder dan 10% bedraagt van de totale in de inrichting vrijkomende warmte, moet het volume worden berekend op basis van een (theoretische) hoeveelheid afvalstoffen die bij verbranding, bij een vastgestelde totale vrijkomende warmte, 10 % van de vrijkomende warmte zou opleveren.

$C_{\text{afvalstoffen}}$ : emissiegrenswaarden geldend voor inrichtingen waarin uitsluitend afvalstoffen worden verbrand

<sup>25</sup> bepaald als daggemiddelde waarde, 100 mg/Nm<sup>3</sup> bij alle metingen, bepaald als uurgemiddelde waarde

<sup>26</sup> bepaald als daggemiddelde waarde, voor de halfuurgemiddelden gelden minder strenge grenswaarden

<sup>27</sup> bepaald als daggemiddelde waarde

<sup>28</sup> als daggemiddelde of als uurgemiddelde bij discontinue metingen

<sup>29</sup> gemiddelde waarden over een bemonsteringsperiode van minimaal 0,5 en maximaal 8 uur

- $V_{\text{proces}}$ : volume rookgas dat volgt uit de werkwijze van de inrichting, met inbegrip van de verbranding van de toegestane normaal in de verbrandingsinrichting gebruikte brandstoffen (geen afvalstoffen), bepaald op basis van het zuurstofgehalte waartoe de emissies volgens de geldende regelgeving moeten worden herleid.
- $C_{\text{proces}}$ : emissiegrenswaarden die gelden voor inrichtingen voor de verbranding van de normaal toegestane brandstoffen
- C: voor de betreffende inrichting geldende totale emissiegrenswaarde

### 2.3.3 Wetgeving m.b.t. het gebruik van waterzuiveringsslib als meststof

Voor het gebruik van zuiveringsslib als meststof gelden naast de Vlarea reglementering (zie paragraaf 2.3.1.2) ook nog de voorwaarden gegeven in het Vlaams meststoffendecreet en in het KB van 7 januari 1998 betreffende de handel in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten.

Het meststoffendecreet<sup>30</sup> heeft tot doel het leefmilieu te beschermen tegen verontreiniging door het gebruik van meststoffen. Hiertoe worden maximale bemestingsnormen vastgelegd voor dierlijke mest, andere meststoffen en chemische meststoffen op, uitgedrukt in kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en kg N per ha en per jaar. Voor kwetsbare gebieden gelden verscherpte bemestingsnormen. Verder bevat het meststoffendecreet nog een aantal bijkomende bepalingen, o.a. inzake aangifte, gebruik, en uitrijregeling. Zuiveringsslib valt in het meststoffendecreet onder de term 'andere meststoffen'. Alle bepalingen welke betrekking hebben op 'andere meststoffen' zijn dan ook van toepassing op zuiveringsslib.

Overeenkomstig het KB van 7 januari 1998 betreffende de handel in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten is voor het verhandelen van slib met het oog op het aanwenden ervan op landbouwgronden een toelating van het Departement Landbouw vereist. In de praktijk wordt de toelating enkel gegeven indien de aanvrager reeds beschikt over een door OVAM afgeleverd gebruikscertificaat. In dit geval dient de aanvrager bij het Departement Landbouw een dossier in te dienen dat o.a. informatie m.b.t. de herkomst van het slib, een analyseverslag (inclusief microbiologische analyse) en een bewijs van de landbouwkundige waarde van het slib bevat. Indien het gebruikscertificaat door OVAM werd geweigerd, wordt het dossier door Landbouw niet onderzocht.

### 2.3.4 Wetgeving m.b.t. het gebruik van waterzuiveringsslib in veevoeding

Overeenkomstig het KB van 8 februari 1999 betreffende de handel en het gebruik van stoffen bestemd voor dierlijke voeding is het *verboden 'slib van waterzuiveringsinrichtingen waarin afvalwater wordt behandeld' in het verkeer te brengen of te gebruiken als voedermiddel of te vermengen in mengvoeders of voormengsels*. Dit verbod is een vertaling van punt van 5 van de bijlage bij de Europese beschikking 91/516/EEG van 9 September 1991 tot vaststelling van

<sup>30</sup> Decreet van 11 mei 1999 tot wijziging van het decreet van 23 januari 1991 inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen en tot wijziging van het decreet van 28 juni 1985 betreffende de milieuvergunning.

een lijst van voor gebruik in mengvoeders verboden ingrediënten, waarin het gebruik van ‘*Sludge from sewage plants treating waste waters*’ in dierlijke voeding wordt verboden. Noteer dat de term ‘*sewage plant treating waste waters*’ uit de Europese beschikking in het KB foutief werd vertaald als ‘waterzuiveringsinrichtingen waarin afvalwater wordt behandeld’ (i.p.v. rioolwaterzuiveringsinrichtingen).

Krachtens de Europese Beschikking van 5 april 2000 (van toepassing met ingang van 1 augustus 2000) wordt punt van 5 van beschikking 91/516/EEG vervangen door:

(Lijst van verboden ingrediënten)

*‘5. Alle afval dat is verkregen in de diverse stadia van de behandeling van stedelijk, huishoudelijk en industrieel afvalwater, ongeacht de verdere behandeling van dat afval en ongeacht de oorsprong van het afvalwater.*

*De term “afvalwater” heeft geen betrekking op “proceswater”, d.i. water uit onafhankelijke circuits in levensmiddelen- of diervoederbedrijven; deze circuits mogen uitsluitend met gezond en schoon water worden gevuld. In de visserijsector mogen de circuits ook met schoon zeewater worden gevuld. Proceswater mag uitsluitend materiaal van diervoeders of van levensmiddelen bevatten en moet technisch vrij zijn van reinigingsmiddelen, ontsmettingsmiddelen of andere bestanddelen die niet zijn toegestaan in het kader van de diervoederwetgeving.*

*In het proceswater aanwezig materiaal van dierlijke oorsprong moet worden behandeld overeenkomstig Richtlijn 90/667/EEG van de Raad.’*

### **2.3.5 Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval**

De Richtlijn 2000/76/EG van het Europees Parlement en de Raad betreffende de verbranding van afval legt exploitatievoorwaarden, technische voorschriften en emissiegrenswaarden vast voor installaties die afval verbranden of meeverbranden. De bepalingen van deze richtlijn worden 5 jaar na de datum van inwerkingtreding van de richtlijn van toepassing op bestaande installaties.

De richtlijn legt ondermeer de in Tabel 5 opgegeven emissiegrenswaarden vast voor verbrandingsinstallaties. Deze emissiegrenswaarden zijn zowel van toepassing bij verbranding van gevaarlijke als bij verbranding van huishoudelijke afvalstoffen.

Tabel 5: Emissiegrenswaarden opgelegd aan verbrandingsinstallaties

	C <sup>31</sup>
Totaal stofdeeltjes	10 mg/m <sup>332</sup>
HCl	10 mg/m <sup>332</sup>
HF	1 mg/m <sup>332</sup>
SO <sub>2</sub>	50 mg/m <sup>332</sup>
NO <sub>x</sub> nieuwe installaties en bestaande installaties met een nominale capaciteit > 30 ton/uur <sup>33</sup>	200 mg/m <sup>332</sup>
NO <sub>x</sub> bestaande installaties met een nominale capaciteit ≤ 30 ton/uur	400 mg/m <sup>332</sup>
Cd + Tl	0,05/0,1 mg/m <sup>334</sup>
Hg	0,05/0,1 mg/m <sup>334</sup>
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	0,5/1 mg/m <sup>334</sup>
Dioxinen en furanen	0,1 ng/m <sup>3</sup>
CO	50 mg/m <sup>335</sup>

Bron: Europese richtlijn 2000/76/EG betreffende de verbranding van afval

De richtlijn stelt verder dat bij meeverbranding van afvalstoffen in niet specifiek voor de verbranding van afval bestemde installaties, in het deel van het rookgasvolume dat door deze meeverbranding vrijkomt, geen hogere emissies van verontreinigende stoffen mogen voorkomen dan de toegestane emissies voor specifieke afvalverbrandingsinstallaties. De emissiegrenswaarden voor meeverbranding van afval dienen te worden bepaald aan de hand van volgende formule (mengregel):

$$\frac{V_{\text{afval}} \times C_{\text{afval}} + V_{\text{proces}} \times C_{\text{proces}}}{V_{\text{afval}} + V_{\text{proces}}} = C$$

waarbij:

$V_{\text{afval}}$ : het volume rookgas uitsluitend ten gevolge van de verbranding van afval, enkel bepaald op basis van de in de vergunning gespecificeerde afvalstof met de laagste calorische waarde en herleid tot de in de richtlijn vastgestelde condities.  
Indien de warmte die vrijkomt bij de verbranding van gevaarlijke afvalstoffen minder dan 10% bedraagt van de totale in de installatie vrijkomende warmte, moet  $V_{\text{afval}}$  worden berekend op basis

<sup>31</sup> bij 273 K, 101,3 kPa, 10 % zuurstof, droog gas

<sup>32</sup> bepaald als daggemiddelde waarde, voor de halfuurgemiddelden gelden minder strenge grenswaarden

<sup>33</sup> Tot 1 januari 2007 en onverminderd de toepasselijke gemeenschapswetgeving is de emissiegrenswaarde voor NO<sub>x</sub> niet van toepassing op installaties waarin uitsluitend gevaarlijk afval wordt verbrand.

<sup>34</sup> gemiddelden berekend over een bemonsteringsperiode van minimaal dertig minuten en maximaal acht uur, de 2e waarde heeft is tot 1 januari 2007 van toepassing op bestaande installaties waarvoor de exploitatievergunning voor 31 december 1996 is verleend, en waar uitsluitend gevaarlijk afval wordt verbrand.

<sup>35</sup> bepaald als daggemiddelde waarde, de bevoegde autoriteit kan vrijstellingen verlenen aan verbrandingsinstallaties die de wervelbedtechnologie gebruiken, mits in de vergunning een emissiegrenswaarde voor CO bepaald is die een uurgemiddelde van 100 mg/m<sup>3</sup> niet overtreft.

van een (theoretische) hoeveelheid afvalstoffen die bij verbranding, bij een vastgestelde totale vrijkomende warmte, 10 % van de vrijkomende warmte zou opleveren.

- $C_{\text{afval}}$ : de emissiegrenswaarde voor verbrandingsinstallaties in bijlage V van de richtlijn voor de betrokken verontreinigende stoffen c.q. voor koolstofmonoxide.
- $V_{\text{proces}}$ : het volume rookgas ten gevolge van het in de installatie plaatsgrijpende proces, met inbegrip van de verbranding van de toegestane normaal in de verbrandingsinstallatie gebruikte brandstoffen (geen afvalstoffen), bepaald op basis van het zuurstofgehalte waartoe de emissies moeten worden herleid, zoals vastgesteld in de communautaire of nationale voorschriften. Ingeval er geen voorschriften voor dit soort installaties bestaan, moet het werkelijke zuurstofgehalte in het rookgas, zonder verdunning door toevoeging van voor het verbrandingsproces onnodige lucht, worden gebruikt. De herleiding tot andere omstandigheden geschiedt als bepaald in de richtlijn.
- $C_{\text{proces}}$ : de emissiegrenswaarde die in de tabellen van de bijlage bij de richtlijn voor bepaalde industriële sectoren is vastgesteld, of, indien een dergelijke tabel of waarde ontbreekt, de emissiegrenswaarde voor de betrokken verontreinigende stof c.q. koolstofmonoxide in het rookgas van verbrandingsinstallaties die aan de voor die installaties geldende wettelijke en bestuursrechtelijke nationale bepalingen voldoen, wanneer daarin de normaal toegestane brandstoffen (geen afvalstoffen) worden gestookt. Bij ontbreken van dergelijke bepalingen wordt de in de vergunning vermelde emissiegrenswaarde gebruikt. Indien in de vergunning geen grenswaarde wordt vermeld, wordt de werkelijke massaconcentratie gebruikt.
- $C$ : de totale emissiegrenswaarde en het zuurstofgehalte die in de tabellen van de bijlage bij de richtlijn voor bepaalde industriële sectoren en bepaalde verontreinigende stoffen zijn vastgesteld, of, indien een dergelijke tabel of waarde ontbreekt, de totale emissiegrenswaarde voor CO c.q. de betrokken verontreinigende stof die de in specifieke bijlagen bij de richtlijn genoemde emissiegrenswaarde vervangt. Het totale zuurstofgehalte dat het zuurstofgehalte voor de herleiding vervangt, wordt berekend op basis van bovenstaand gehalte, rekening houdend met de partiële volumes.

Voor grote cementovens waarin afval wordt meeverbrand, worden in de richtlijn bijzondere voorschriften gegeven. Voor deze installaties worden ondermeer de in Tabel 6 opgelijste totale emissiegrenswaarden (C) vastgelegd.

*Tabel 6: Totale emissiegrenswaarden (C) voor grote cementovens waarin afval wordt meeverbrand*

	C <sup>36</sup>
Totaal stofdeeltjes <sup>37</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>
HCl	10 mg/m <sup>3</sup>
HF	1 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> bestaande installaties <sup>38</sup>	800 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> nieuwe installaties	500 mg/m <sup>3</sup>
Cd + Tl	0,05 mg/m <sup>3</sup>
Hg	0,05 mg/m <sup>3</sup>
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	0,5 mg/m <sup>3</sup>
Dioxinen en furanen	0,1 ng/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub> <sup>39</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
TOC <sup>39</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
CO	vast te leggen door de bevoegde autoriteit

Bron: Europese richtlijn 2000/76/EG betreffende de verbranding van afval

<sup>36</sup> bij 273 K, 101,3 kPa, 10 % zuurstof, droog gas

<sup>37</sup> Tot 1 januari 2008 kunnen de bevoegde autoriteiten vrijstellingen voor stof verlenen aan cementovens die minder dan drie ton afval per uur verbranden, mits in de vergunning een totale emissiegrenswaarde van ten hoogste 50 mg/m<sup>3</sup> bepaald is.

<sup>38</sup> Tot 1 januari 2008 kunnen de bevoegde autoriteiten vrijstellingen voor NO<sub>x</sub> verlenen aan bestaande “natte” cementovens en cementovens die minder drie ton afval per uur verbranden, mits in de vergunning een totale emissiegrenswaarde van ten hoogste 1200 mg/m<sup>3</sup> bepaald is.

<sup>39</sup> Door de bevoegde autoriteit mogen vrijstellingen worden toegekend ingeval de TOC en SO<sub>2</sub> niet het gevolg zijn van de verbranding van afvalstoffen.



Ook voor stookinstallaties voor vaste brandstoffen waarin afval wordt meeverbrand, worden in de richtlijn bijzondere voorschriften gegeven. Voor deze installaties worden ondermeer de in Tabel 7 opgelijste emissiegrenswaarden ( $C_{proc}$  en  $C$ ) vastgelegd.

*Tabel 7: Emissiegrenswaarden ( $C_{proc}$  en  $C$ ) voor stookinstallaties voor vaste brandstoffen waarin afval wordt meeverbrand*

	$C^{proc40}$			
	< 50 MWth	50 tot 100 MWth	100 tot 300 MWth	> 300 MWth
$SO_2^{41}$		850 mg/Nm <sup>3</sup>	850 tot 200 mg/Nm <sup>3</sup> (lineaire afname in bereik 100 - 300 MWth)	200 mg/Nm <sup>3</sup>
algemeen geval				
binnenlandse brandstoffen		of $\geq 90\%$ ontzwavelings	of $\geq 92\%$ ontzwavelings	of $\geq 95\%$ ontzwaveling
$NO_x^{42,41}$		400 mg / Nm <sup>3</sup>	300 mg / Nm <sup>3</sup>	200 mg / Nm <sup>3</sup>
Stofdeeltjes	50 mg / Nm <sup>3</sup>	50 mg / Nm <sup>3</sup>	30 mg / Nm <sup>3</sup>	30 mg / Nm <sup>3</sup>

	$C^{43}$
Cd + Tl	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>
Hg	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	0,5 mg/Nm <sup>3</sup>
Dioxinen en furanen	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>

Bron: Europese richtlijn 2000/76/EG betreffende de verbranding van afval

<sup>40</sup> bij 6 % zuurstof

<sup>41</sup> Tot 1 januari 2008 kunnen de bevoegde autoriteiten vrijstellingen voor  $NO_x$  en  $SO_2$  verlenen aan bestaande meeverbrandingsinstallaties van 100 tot 300 MWth die de wervelbedtechnologie gebruiken en vaste brandstoffen verbranden, mits in de vergunning een  $C_{proces}$ -waarde is bepaald van ten hoogste 350 mg/Nm<sup>3</sup> voor  $NO_x$  en ten hoogste 850 tot 400 mg/Nm<sup>3</sup> (lineaire afname in bereik 100 – 300 MWth) voor  $SO_2$ .

<sup>42</sup> Tot 1 januari 2007 is de  $NO_x$ -waarde niet van toepassing op installaties waarin alleen gevaarlijk afval wordt meeverbrand.

<sup>43</sup> bij 6 % zuurstof

Voor industriële sectoren die afval meeverbranden en geen cementovens of stookinstallaties zijn, legt de richtlijn de in Tabel 8 opgelijste totale emissiegrenswaarden (C) op.

*Tabel 8: Totale emissiegrenswaarden (C) voor industriële sectoren die afval meeverbranden en geen cementovens of stookinstallaties zijn*

	C <sup>44</sup>
Cd + Tl	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>
Hg	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>
Dioxinen en furanen	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>

Bron: Europese richtlijn 2000/76/EG betreffende de verbranding van afval

Gelet op deze richtlijn wordt in de toekomst een verstrenging van de Vlaamse milieuwetgeving inzake verbranding en coverbranding van afval verwacht.

### 2.3.6 Ontwerp Europese Richtlijn betreffende het gebruik van slib in de landbouw

Op Europees niveau wordt een nieuwe richtlijn voorbereid inzake het gebruik van slib in de landbouw. In het voorlopig werkdokument (Working Document on Sludge, 3e draft, 27 april 2000) worden voorwaarden voorgesteld waaraan moet voldaan zijn opdat behandeld slib als meststof of als bodemverbeterend middel mag gebruikt worden.

#### Voorstel tot voorwaarden inzake behandeling van het slib

- Om als behandeld zuiveringsslib te worden bestempeld, dient zuiveringsslib minstens één van volgende behandelingen te hebben ondergaan. De behandelingen hebben tot doel het risico op verspreiding van pathogenen in het milieu te beperken en het vertrouwen van de consumenten te verhogen:

##### geavanceerde behandelingen (hygiënisatie)

- *thermische droging waarbij de temperatuur van de slibdeeltjes hoger is dan 80 °C, het watergehalte gereduceerd wordt tot minder dan 10 %, en de wateractiviteit hoger blijft dan 0,90 gedurende het eerste uur van de behandeling;*
- *thermofiele aërobe stabilisatie bij een temperatuur van minstens 55 °C gedurende 20 uur in een batch proces, waarbij gedurende de behandeling geen bijmenging of afvoer plaatsvindt;*
- *thermofiele anaërobe vergisting bij een temperatuur van minstens 53 °C gedurende 20 uur in een batch proces, waarbij gedurende de behandeling geen bijmenging of afvoer plaatsvindt;*
- *thermische behandeling van vloeibaar slib bij een temperatuur van 70 °C gedurende minimum 30 minuten gevolgd door een mesofiele anaërobe vergisting bij een temperatuur van 35 °C en een gemiddelde hydraulische verblijftijd van 2 dagen;*
- *toevoeging van kalk tot pH = of > 12 waarbij de temperatuur gedurende 2 uur minstens 55 °C bedraagt;*
- *toevoeging van kalk tot pH = of > 12 waarbij deze pH wordt aangehouden gedurende 3 maanden.*

*Om het behandelingsproces te valideren moet initieel een 6 Log<sub>10</sub> reductie van een test organisme, b.v. Salmonella Senftenberg W 775, aangetoond worden.*

<sup>44</sup> bij 273 K, 101,3 kPa, 10 % zuurstof, droog gas

Het behandelde slib mag geen *Salmonella* spp bevatten in een staal van 50 g (natte basis) en de behandeling moet minstens een  $6 \text{ Log}_{10}$  reductie van *Escherichia Coli* realiseren tot minder dan  $5 \cdot 10^2$  CFU/g.

conventionele behandelingen

- thermofiele aërobe stabilisatie bij een temperatuur van minstens 55 °C en een gemiddelde hydraulische verblijftijd van 20 dagen;
- thermofiele anaërobe vergisting bij een temperatuur van minstens 53 °C en een gemiddelde hydraulische verblijftijd van 20 dagen;
- toevoeging van kalk waarbij een homogeen mengsel van kalk en slib wordt bekomen. Het mengsel moet een pH-waarde hoger dan 12 bereiken onmiddellijk na de kalktoevoeging en moet een pH-waarde van 12 of meer aanhouden gedurende 24 uur;
- mesofiele anaërobe vergisting bij een temperatuur van 35 °C en een gemiddelde hydraulische verblijftijd van 15 dagen;
- doorgedreven beluchting bij omgevingstemperatuur in een batch proces, waarbij gedurende de behandeling geen bijmenging of afvoer plaatsvindt<sup>45</sup>;
- simultane aërobe stabilisatie bij omgevingstemperatuur<sup>45</sup>;
- vloeibare opslag bij omgevingstemperatuur in een batch proces, waarbij gedurende de behandeling geen bijmenging of afvoer plaatsvindt<sup>45</sup>. De behandeling moet minstens resulteren in een  $\text{Log}_{10}$  reductie van *Escherichia Coli*.

De bevoegde autoriteiten kunnen beslissen dat de verplichting tot behandeling van het slib niet geldt voor slibs afkomstig uit bepaalde industriële sectoren die geen potentiële pathogene micro-organismen bevatten.

De toepassingen waarin het gebruik van geavanceerd of conventioneel behandeld slib volgens het voorstel al dan niet zou worden toegelaten worden gegeven in onderstaande tabel.

	Geavanceerde behandeling	Conventionele behandeling
Weidegrond	Ja	Ja, diepe injectie en geen begrazing gedurende de 6 eerstvolgende weken
Veevoedergewassen	Ja	Ja, geen oogst gedurende 6 weken na het uitrijden
Akkerland	Ja	Ja, diepe injectie of onmiddellijk inploegen
Fruit- en groentegewassen in contact met de grond	Ja	Nee, geen oogst gedurende 12 maanden na de applicatie
Fruit- en groentegewassen in contact met de grond die rauw gegeten worden	Ja	Nee, geen oogst gedurende 30 maanden na de applicatie
Fruitbomen, wijngaarden, boomaanplantingen en herbebossingen	Ja	Ja, diepe injectie en geen toegang voor het publiek gedurende 10 maanden
Parken, groene gebieden, stadstuinen, alle stedelijke gebieden waar het brede publiek toegang toe heeft	Ja, enkel goed gestabiliseerd en geurloos slib	Nee
Wouden	Nee	Nee
Terreinsanering	Ja	Ja, geen toegang voor het publiek gedurende 10 maanden

<sup>45</sup> De minimum tijdsperiode van de behandeling moet worden vastgesteld door de bevoegde instanties rekening houdend met de heersende klimatologische omstandigheden in de gebied waar de behandeling plaatsheeft.

Voorstel tot voorwaarden inzake samenstelling van het slib

- De gehalten aan verontreinigende stoffen in het slib mogen onderstaande waarden niet overschrijden<sup>46</sup>:

<u>Parameter</u>	<u>Maximum concentratie</u> <u>(mg/kg DS)</u>	<u>Maximum concentratie</u> <u>(mg/kg P)</u>
Cadmium (Cd)	10	250
Chroom (Cr)	1.000	25.000
Koper (Cu)	1.000	25.000
Kwik (Hg)	10	250
Nikkel (Ni)	300	7.500
Lood (Pb)	750	18.750
Zink (Zn)	2.500	62.500
AOX <sup>47</sup>	500	
LAS <sup>48</sup>	2.600	
DEHP <sup>49</sup>	100	
NPE <sup>50</sup>	50	
PAH <sup>51</sup>	6	
PCB <sup>52</sup>	0,8	
PCDD/PCDF <sup>53</sup>	100 ng TEQ/kg DS	

Wanneer slib wordt gemengd met andere afvalstoffen of producten, dient zowel het slib als het geproduceerde mengsel aan deze voorwaarden te voldoen.

Voorstel tot voorwaarden inzake het gebruik van het slib

- De gebruikte bodemdoseringen mogen onderstaande waarden niet overschrijden:

<u>Parameter</u>	<u>Maximum bodemdosering</u> <u>(g/ha/jaar)</u>
Cadmium (Cd)	30
Chroom (Cr)	3.000
Koper (Cu)	3.000
Kwik (Hg)	30
Nikkel (Ni)	900
Lood (Pb)	2.250
Zink (Zn)	7.500

- De concentraties in de bodem overschrijden voor geen enkel metaal de volgende concentraties:

<sup>46</sup> De slibproducent heeft de keuze om voor de metaalgehalten de limietwaarden uitgedrukt ten opzichte van de droge stof of de limietwaarden uitgedrukt ten opzichte van fosfor te volgen.

<sup>47</sup> Som van gehalogeneerde organische stoffen.

<sup>48</sup> Lineaire alkylbenzeen sulfonaten.

<sup>49</sup> Di(2-ethylhexyl)phthalaat.

<sup>50</sup> Omvat nonylfenol en nonylfenoethoxylaten met 1 of 2 ethoxy groepen.

<sup>51</sup> Som van polycyclische aromatische koolwaterstoffen.

<sup>52</sup> Som van polygechloroerde byphenyl componenten.

<sup>53</sup> Polygechloroerde dibenzodioxines en dibenzofuranen.

<u>Parameter</u>	<u>Maximum concentratie in de bodem (mg/kg DS)</u>		
	$5 \leq \text{pH} < 6$	$6 \leq \text{pH} < 7$	$\text{pH} \geq 7$
Cadmium (Cd)	0,5	1	1,5
Chroom (Cr)	30	60	100
Koper (Cu)	20	50	100
Kwik (Hg)	0,1	0,5	1
Nikkel (Ni)	15	50	70
Lood (Pb)	70	70	100
Zink (Zn)	60	150	200

Het gebruik van behandeld slib is verboden op bodems met een  $\text{pH} < 5$ .



## HOOFDSTUK 3: PROCESBESCHRIJVING

In dit hoofdstuk worden de beschikbare technieken voor slibverwerking geïnterpreteerd en beschreven. Een volledig *slibverwerkingssysteem* is een aaneenschakeling van diverse *eenheidsbewerkingen*. Zo bestaat het verwerkingssysteem ‘storten van gedroogd slib’ uit een opeenvolging van de eenheidsbewerkingen ‘indikken’, ‘stabiliseren’, ‘ontwateren’, ‘drogen’, en ‘storten’. Voor de evaluatie van de BBT (hoofdstuk 4) dient vanzelfsprekend steeds het volledige verwerkingssysteem beschouwd te worden. Om praktische redenen zullen de procesbeschrijvingen in dit hoofdstuk daarentegen gebeuren op het niveau van de gebruikte eenheidsbewerkingen.

Bij de eenheidsbewerkingen wordt verder onderscheid gemaakt tussen:

- *voorbehandelingsprocessen* (zie paragraaf 3.1)  
Dit zijn eenheidsbewerkingen die tot doel hebben het slib geschikt te maken voor een bepaald eindverwerkingsproces. De meeste slibverwerkingssystemen bevatten diverse voorbehandelingsprocessen, en eenzelfde voorbehandelingsproces (b.v. vergisten) kan deel uitmaken van diverse slibverwerkingssystemen.
- *eindverwerkingsprocessen* (zie paragraaf 3.2)  
Dit zijn eenheidsbewerkingen die de slibverwerkingsketen afsluiten. Eenzelfde eindverwerkingsproces kan in het algemeen toegepast worden op slibsoorten die verschillende voorbehandelingsprocessen hebben ondergaan.

De algemene principes van de diverse eenheidsbewerkingen zijn beschreven in de tekst van dit hoofdstuk. Voor meer gedetailleerde en specifieke informatie over de gebruikte technologieën wordt telkens verwezen naar de technische fiches in bijlage 3 voor de voorbehandelingsprocessen en in bijlage 4 voor de eindverwerkingsprocessen. In bijlage 5 worden technische fiches gegeven voor een aantal bestaande slibverwerkende installaties of bedrijven in Vlaanderen en in onze buurlanden. Hierbij wordt telkens aangegeven welke eenheidsprocessen gebruikt worden en hoe deze uitgevoerd worden.

Tot slot worden in bijlage 6 enkele innovatieve technologieën voor slibverwerking beschreven. Omwille van het feit dat deze technieken zich nog in een ontwikkelings- of demonstratiestadium van hun ontwikkeling bevinden, zijn zij technisch en economisch onvoldoende bewezen om voor BBT-selectie in aanmerking te komen. Toch heeft een aantal van deze technieken mogelijk de potentie in zich om in de toekomst tot BBT te evolueren.

Een oplijsting van de verwerkingssystemen (aaneenschakelingen van eenheidsbewerkingen) die in hoofdstuk 4 aan een BBT-evaluatie onderworpen worden, wordt gegeven in paragraaf 3.4 van dit hoofdstuk.

## 3.1 Voorbehandelingsprocessen

### 3.1.1 Indikking

Bij slibindikking wordt een groot gedeelte van het zogenaamde vrije slibwater, dat geen bindingskrachten met het slib heeft en +/- 70 % van het totaal watergehalte van het slib uit maakt, afgescheiden. Hierbij stijgt het droge stofgehalte en wordt het volume van het slib tot meer dan de helft gereduceerd. Dit is zeer belangrijk enerzijds naar daaropvolgende slibbehandelingsstappen, zoals b.v. slibgisting en ontwatering, en anderzijds naar vloeibaar transport toe.

#### *Technische fiches:*

- Gravitaire indikking
- Flotatie indikking
- Mechanische indikking met zeefband (= indiktafel)
- Mechanische indikking met zeeftrammel
- Mechanische indikking met decanteercentrifuge
- Mechanische indikking met nozzle centrifuge

### 3.1.2 Stabilisering

Het doel van slibstabilisering is het slib meer geschikt te maken voor de verdere slibbehandeling en slibafzet, o.a. door het vermijden van geurhinder. Niet gestabiliseerd slib geeft zeer gemakkelijk aanleiding tot geurhinder. De in het slib aanwezige organische stof vormt immers een ideale voedingsbodem voor micro-organismen, en in vers slib zijn micro-organismen in grote mate aanwezig. Hierdoor komen spontaan anaërobe microbiologische omzettingsprocessen op gang die voor geurhinder zorgen en de ontwaterbaarheid van het slib bemoeilijken. Deze ongewenste processen worden vermeden door slibstabilisering.

Er kan gebruik gemaakt worden van biologische en chemische stabiliseringsmethoden. Bij biologische stabilisering wordt een gedeelte van de organische stoffen in het slib onder gecontroleerde condities afgebroken door middel van micro-organismen. Het aandeel aan biologisch afbreekbare omstandigheden dient zodanig verminderd dat het slib geen geschikte voedingsbodem meer vormt en de microbiologische processen slechts langzaam en nagenoeg zonder geurhinder verdergaan. Dit kan gebeuren onder anaërobe omstandigheden (slibgisting) of onder aërobe omstandigheden (aërobe stabilisering). Ook langdurige vloeibare opslag van slib in een batch proces zonder toevoeging of onttrekking heeft een zekere stabiliserende werking. Bij chemische stabilisering wordt de pH door toevoeging van b.v. kalk verhoogd tot boven 12 waardoor de microbiologische omzettingsprocessen tegengehouden worden.

Naast het vermijden van geurhinder heeft slibstabilisering nog volgende voordelen:

- een groot deel van de pathogene micro-organismen sterven af (vooral belangrijk bij afzet in de landbouw);
- de ontwaterbaarheid verbetert (vooral bij slibgisting);
- de hoeveelheid droge stof neemt af (enkel bij biologische stabilisering);
- het geproduceerde biogas kan als energiebron gebruikt worden (enkel bij slibgisting).



Op voorwaarde dat de stabilisering wordt uitgevoerd volgens de voorwaarden gegeven in bijlage 4.2.1.C van Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.2), wordt gestabiliseerd slib door Vlarea beschouwd als behandeld (zuiverings)slib, waardoor het onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.2) als meststof of bodemverbeterend middel mag worden gebruikt.

***Technische fiches:***

- Anaërobe stabilisering (slibgisting)
- Aërobe stabilisering
- Chemische stabilisering

Naast de hierboven vermelde stabiliseringsmethoden hebben ook slibdroging en compostering een stabiliserende invloed op het slib. Deze processen worden elders in dit hoofdstuk besproken.

### **3.1.3 Conditionering**

Conditionering van slib heeft tot doel de ontwaterbaarheid te verbeteren. Voorafgaande conditionering is vereist wanneer het slib via mechanische methoden ingedikt of ontwaterd zal worden. Ook een flotatie-indikking kan (maar moet niet) voorafgegaan worden door een conditioneringsstap. Gravitaire indikking en natuurlijke ontwatering worden normaal toegepast zonder voorafgaande conditionering. Conditionering kan thermisch, fysisch of chemisch gebeuren.

***Technische fiches***

- Fysische conditionering
- Thermische conditionering
- Chemische conditionering

### **3.1.4 Ontwatering**

Vloeibaar slib is ongeschikt voor de meeste verdere verwerkings- en afzetmethoden. Daarom moet het slib meestal vooraf ontwaterd worden tot slibkoek.

Bij de ontwatering wordt een gedeelte van het water dat na indikking (zie paragraaf 3.1.1) nog in het slib aanwezig blijft, verwijderd. Het gaat met name om het resterend gedeelte van het vrije slibwater en om een gedeelte van het capillaire slibwater. Het capillaire slibwater is zodanig gebonden in het slib dat het niet door inwerking van de zwaartekracht maar wel door mechanische krachten kan verwijderd worden. Het maakt +/- 22 % van het totale slibwater uit. Het slibwater dat door adhesie gebonden is aan de celwanden van de vaste stof (adsorptiewater) en het water dat deel uitmaakt van het celmateriaal (cellulair water), samen +/- 8 % van de totale hoeveelheid water in de slibmassa, kunnen niet door mechanische ontwatering verwijderd worden. De limiet van het technisch mogelijke bij mechanische ontwatering ligt om en bij de 40 % droge stof (afhankelijk van de slibsoort).

***Technische fiches***

- Natuurlijke ontwatering (lagunes of droogbedden)
- Mechanische ontwatering met kamerfilterpers

- Mechanische ontwatering met zeefbandpers
- Mechanische ontwatering met decanteercentrifuge
- Mechanische ontwatering met roterende vacuümtrummelfilter

### 3.1.5 Opwerking met gebruik van toeslagstoffen

Door toevoeging van toeslagstoffen kan ontwaterd slib opgewerkt worden tot een materiaal met specifieke eigenschappen dat beter geschikt is voor verdere verwerking. Dergelijke opwerkingsprocessen kunnen bijvoorbeeld tot doel hebben het slib stortklaar te maken (solidificatie), slecht doorlatend te maken zodat het toegepast kan worden in afdichtlagen, op te werken tot zwarte grond of tot kalkhoudende bodemverbeteraar.

#### *Technische fiches*

- Solidificatie (mogelijk in combinatie met immobilisatie)
- Opwerking tot slecht doorlatend materiaal (type Hydrostab )
- Opwerking tot zwarte grond
- Opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar (type Agroviro )

### 3.1.6 Compostering en droge slibgisting

Compostering is een gecontroleerd proces waarbij organisch materiaal onder aërobe omstandigheden door microbiële degradatie wordt omgezet tot een stabiel eindmateriaal, namelijk compost. Stabiel wil zeggen dat het nog resterende organisch materiaal slechts traag afbreekbaar is. Compost is een bodemverbeteraar die vooral door zijn hoge gehalte stabiel organisch materiaal bijdraagt tot een goede bodemstructuur.

Droge slibgisting is een anaëroob conversieproces waarbij energie (biogas) uit het slib wordt teruggewonnen en compost als eindmateriaal wordt bekomen.

#### *Technische fiches:*

- Compostering
- Droge slibgisting

### 3.1.7 Droging

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, de hanteerbaarheid van het slib stijgt en het slib geschikt gemaakt wordt voor een aantal eindverwerkingstechnieken.

Voor het drogen van slib komen tientallen drogertypes in aanmerking. Deze kunnen ingedeeld worden in twee hoofdtypen: indirecte en directe drogers. In een directe droger wordt het slib gedroogd door rechtstreeks contact met het droogmedium (b.v. hete lucht of rookgassen). In een indirecte droger is er geen rechtstreeks contact tussen het warmtemedium (b.v. thermische olie of stoom) en het te drogen slib en heeft de warmte-overdracht plaats via een warmtegeleidende scheidingswand. Tevens bestaan er mengvormen, namelijk directe drogers met een indirect verwarmd, gesloten droogdamprecirculatiesysteem.

Een ander soort onderscheid tussen de diverse drogertypes wordt gevormd door het al dan niet gebruik maken van latente warmte. In conventionele drogers wordt de verdampingswarmte van het water niet teruggewonnen, waardoor de ondergrens van het energiegebruik van de droger gelijk is aan deze verdampingswarmte. In een aantal meer geavanceerde drogertypes wordt de warmte die vrijkomt bij het condenseren van de droogdampen, benut bij het droogproces, waardoor lagere energiegebruiken kunnen gerealiseerd worden. Meertrapsindampers en indampers met mechanische dampcompressie zijn hier voorbeelden van, doch deze technieken zijn voor slibdroging onvoldoende technisch bewezen (Klootwijk M., 2000).

***Technische fiches***

- Droging in een conventionele droger
- Droging met mechanische dampcompressie (MDR)
- Droging met meertrapsindamping (Carver-Greenfield)

## 3.2 Eindverwerkingsprocessen

### 3.2.1 Gebruik als meststof of bodemverbeterend middel

Het gebruik van zuiveringsslib als meststof heeft tot doel de nutriënten (N, P, Ca, K, Mg) die in het slib aanwezig zijn te benutten als voedingsstof voor de gewassen. Bij gebruik als bodemverbeterend middel wordt vooral een verbetering van de bodemstructuur door de organische stof in het slib beoogd. Het gebruik van zwarte grond heeft tot doel een voor plantengroei geschikte groeimilieu te creëren, b.v. bij de aanleg van plantsoenen en andere groenvoorzieningen of bij het afdekken van stortplaatsen.

#### *Technische fiches*

- Gebruik als meststof, bodemverbeterend middel of zwarte grond

### 3.2.2 Storten

Slib dat niet verder verwerkt kan worden, kan in Vlaanderen gestort worden op een categorie 1 of een categorie 2 stortplaats, afhankelijk van de samenstelling en de herkomst van het slib, en op voorwaarde dat de betrokken stortplaats hiervoor vergund is.

#### *Technische fiches*

- Storten

### 3.2.3 Gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen

Slib dat door toevoeging van en menging met toeslagstoffen opgewerkt werd tot een slecht doorlatend materiaal kan gebruikt worden in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen.

#### *Technische fiches*

- Gebruik in afdichtlagen, b.v. bij het afdichten van stortplaatsen

### 3.2.4 Coverbranding

Wanneer slib samen met brandstoffen wordt verbrand spreekt men van coverbranding. Zowel ontwaterd als gedroogd slib kunnen coverband worden. Installaties waar coverbranding van slib kan worden uitgevoerd zijn o.a. elektriciteitscentrales (poederkoolcentrales, bruinkoolcentrales), cementovens en kleiverwerkende bedrijven.

#### *Technische fiches*

- Coverbranding in een elektriciteitscentrale
- Coverbranding in een cementoven
- Coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf

### 3.2.5 Verbranding

Slib kan verbrand worden in een verbrandingsinstallatie die uitsluitend slib verwerkt of in een installatie waarin tegelijk ook huishoudelijke of niet-gevaarlijke bedrijfsafvalstoffen verbrand worden. Diverse oventypes, o.a. roosterovens en wervelbedoven komen in aanmerking.

#### *Technische fiches*

- Verbranding in een slibverbrandingsinstallatie
- Verbranding in een roosteroven
- Verbranding in een wervelbedoven

### 3.2.6 Andere thermische processen

Naast slibverbranding komen nog een aantal andere thermische technieken in aanmerking voor slibverwerking.

#### *Technische fiches*

- Natte oxidatie
- Pyrolyse
- Vergassing
- Verglazing

### 3.3 Innovatieve technologieën

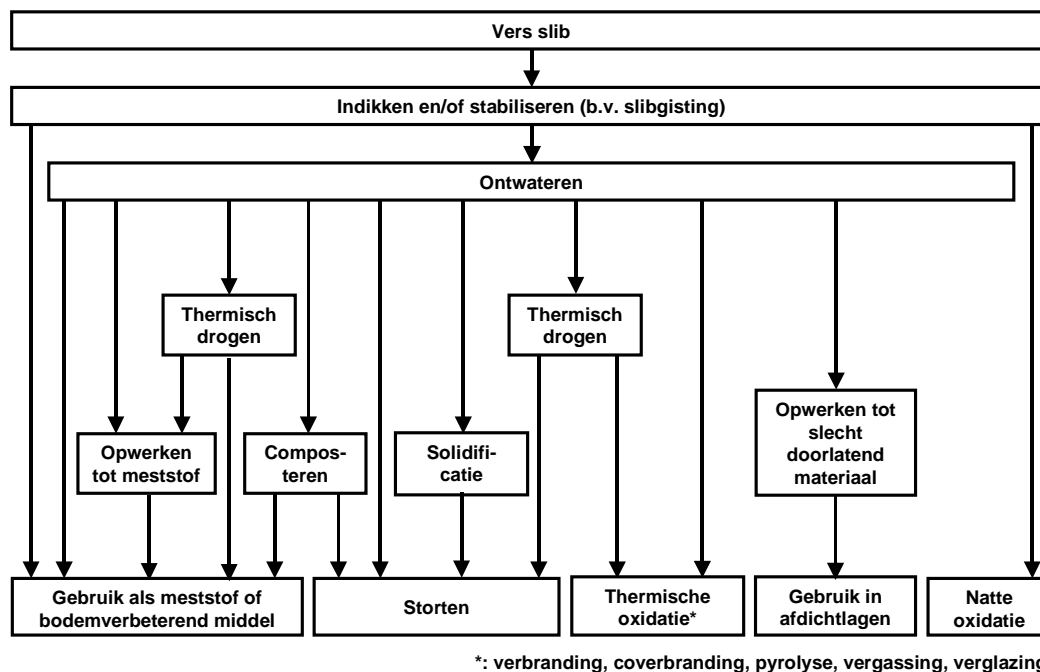
Op het domein van slibverwerking gebeurt heel wat onderzoeks- en ontwikkelingswerk en worden nieuwe technologieën op pilotschaal uitgetest. Het ligt buiten de bedoeling van deze BBT-studie om al deze nieuwe ontwikkelingen systematisch en uitgebreid te beschrijven en te evalueren. Omwille van het feit dat deze technieken zich nog in een ontwikkelings- of demonstratiestadium van hun ontwikkeling bevinden, zijn zij technisch en economisch onvoldoende bewezen om voor BBT-selectie in aanmerking te komen. Toch heeft een aantal van deze technieken mogelijk de potentie in zich om in de toekomst tot BBT te evalueren. Ter illustratie worden in bijlage 6 een drietal innovatieve technologieën waarvoor in de loop van het onderzoek informatie werd teruggevonden, beschreven.

#### *Technische fiches*

- Cambi proces
- AFC technologie
- Krepro procédé

### 3.4 Verwerkingssystemen

Een volledig slibverwerkingssysteem is een aaneenschakeling van diverse eenheidsbewerkingen. In de praktijk zijn een groot aantal combinaties van voorbehandelings- en eindverwerkingsprocessen mogelijk, zoals getoond wordt in Figuur 5.



*Figuur 5: Schematisch overzicht van mogelijke systemen voor slibverwerking*

De verwerkingssystemen die in hoofdstuk 4 aan een BBT-evaluatie worden onderworpen, zijn weergegeven in Tabel 9. Voor elke verwerkingssysteem is aangegeven welke eenheidsbewerkingen achtereenvolgens worden doorlopen. Om praktische redenen zijn tussenliggende transportstappen niet in de tabel aangegeven.

Wat betreft de gebruikte stabiliseringsmethoden is in Tabel 9 telkens aangegeven of het slib al dan niet vergist wordt. Voor elk verwerkingssysteem zijn aldus twee varianten in de tabel opgenomen, een eerste variant zonder slibgisting, een tweede met slibgisting. De reden hiervoor is dat bij de BBT-evaluatie bijzonder belang zal gehecht worden aan de vraag of het voor een gegeven eindverwerking al dan niet aangewezen is om vooraf een slibgisting door te voeren. Voor verwerkingssystemen die geen slibgisting omvatten, wordt verondersteld dat het slib de wettelijk vereiste stabilisering heeft ondergaan, met name bij afzet in de landbouw.

Tabel 9: Verwerkingsystemen die in hoofdstuk 4 aan een BBT-evaluatie worden onderworpen

Code	Omschrijving	Opeenvolgende eenheidsbewerkingen
S1	Storten van ontwaterd slib	indikken - conditioneren/ontwateren - storten
S2	Storten van ontwaterd vergist slib	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - storten
S3	Storten van gesolidificeerd slib	indikken - conditioneren/ontwateren - solidifiëren - storten
S4	Storten van gesolidificeerd vergist slib	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - solidifiëren - storten
S5	Storten van gecomposteerd slib	indikken - conditioneren/ontwateren - composteren - storten
S6	Storten van gecomposteerd vergist slib	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - composteren - storten
S7	Storten van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie)	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - storten
S8	Storten van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte)	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - storten
S9	Storten van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie)	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - storten
S10	Storten van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas)	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - storten
S11	Storten van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte)	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - storten
S12	Storten van gedroogd slib (hoogrendementsdroger)	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - storten
S13	Storten van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger)	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - storten
A1	Gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt slib in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen	indikken - conditioneren/ontwateren - opwerken tot slecht doorlatend materiaal - gebruik in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen
A2	Gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt vergist slib in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - opwerken tot slecht doorlatend materiaal - gebruik in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen



L1	Gebruik van vloeibaar slib als meststof	(indikken) <sup>54</sup> - behandelen <sup>55</sup> - gebruik als meststof
L2	Gebruik van vloeibaar vergist slib als meststof	(indikken) <sup>54</sup> - vergisten - gebruik als meststof
L3	Gebruik van ontwaterd slib als meststof	indikken – behandelen <sup>55</sup> - conditioneren/ontwateren - gebruik als meststof
L4	Gebruik van ontwaterd vergist slib als meststof	indikken - vergisten – conditioneren/ontwateren - gebruik als meststof
L5	Gebruik van gecomposteerd slib als bodemverbeteraar	indikken – conditioneren/ontwateren - composteren - gebruik als bodemverbeteraar
L6	Gebruik van gecomposteerd vergist slib als bodemverbeteraar	indikken – vergisten - conditioneren/ontwateren - composteren - gebruik als bodemverbeteraar
L7	Gebruik van tot kalkhoudende bodemverbeteraar opgewerkt slib als kalkmeststof	indikken - conditioneren/ontwateren - opwerken tot kalkhoudende bodemverbeteraar - gebruik als kalkmeststof
L8	Gebruik van tot kalkhoudende bodemverbeteraar opgewerkt vergist slib als kalkmeststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - opwerken tot kalkhoudende bodemverbeteraar - gebruik als kalkmeststof
L9	Gebruik van tot zwarte grond opgewerkt slib als bodemlaag	indikken - behandelen <sup>55</sup> - conditioneren/ontwateren - opwerken tot zwarte grond - gebruik als zwarte grond
L10	Gebruik van tot zwarte grond opgewerkt vergist slib als bodemlaag	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - opwerken tot zwarte grond - gebruik als zwarte grond
L11	Gebruik van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) als meststof	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - gebruik als meststof
L12	Gebruik van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) als meststof	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - gebruik als meststof
L13	Gebruik van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) als meststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - gebruik als meststof
L14	Gebruik van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) als meststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - gebruik als meststof
L15	Gebruik van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) als meststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - gebruik als meststof
L16	Gebruik van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) als meststof	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - gebruik als meststof
L17	Gebruik van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) als meststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - gebruik als meststof

<sup>54</sup> optioneel

<sup>55</sup> bewerking uit Vlarea subbijlage 4.2.1.C (zie paragraaf 2.3.1.3), andere dan vergisten, drogen of composteren

V1	Verbranding van ontwaterd slib in een conventionele slibverbrandingsinstallatie <sup>56</sup>	indikken - conditioneren/ontwateren - verbranding in een conventionele slibverbrandingsinstallatie
V2	Verbranding van ontwaterd vergist slib in een conventionele slibverbrandingsinstallatie <sup>56</sup>	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - verbranding in een conventionele slibverbrandingsinstallatie
V3	Verbranding van ontwaterd slib in een hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie <sup>57</sup>	indikken - conditioneren/ontwateren - verbranding in een hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie
V4	Verbranding van ontwaterd vergist slib in een hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie <sup>57</sup>	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - verbranding in een hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie
V5	Verbranding van ontwaterd slib in een afvalverbrandingsinstallatie <sup>58</sup>	indikken - conditioneren/ontwateren - verbranding in een afvalverbrandingsinstallatie
V6	Verbranding van ontwaterd vergist slib in een afvalverbrandingsinstallatie <sup>58</sup>	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - verbranding in een afvalverbrandingsinstallatie
V7	Verbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie
V8	Verbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie
V9	Verbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie
V10	Verbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie
V11	Verbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie
V12	Verbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie
V13	Verbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie

<sup>56</sup> conventionele slibverbrandingsinstallatie: verbrandingsinstallatie waarin uitsluitend slib (geen andere afvalstoffen) wordt verbrand, en waarin bij verbranding van ontwaterd slib geen autotherme condities bereikt worden

<sup>57</sup> hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie: verbrandingsinstallatie waarin uitsluitend slib (geen andere afvalstoffen) wordt verbrand, en waarin bij verbranding van ontwaterd slib minstens autotherme condities bereikt worden, b.v. d.m.v. een partiële voordroging van het te verbranden slib

<sup>58</sup> afvalverbrandingsinstallatie: verbrandingsinstallatie (roosteroven of wervelbedoven) waarin slib samen met andere (hoogcalorische) afvalstoffen wordt verbrand

E1	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een poederkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een poederkoolcentrale
E2	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een poederkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een poederkoolcentrale
E3	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een poederkoolcentrale
E4	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - coverbranding in een poederkoolcentrale
E5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een poederkoolcentrale
E6	Coverbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een poederkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een poederkoolcentrale
E7	Coverbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een poederkoolcentrale
E8	Coverbranding van ontwaterd slib in een poederkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een poederkoolcentrale
E9	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een poederkoolcentrale
E10	Coverbranding van ontwaterd slib in een bruinkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een bruinkoolcentrale
E11	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een bruinkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een bruinkoolcentrale

C1	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een cementoven	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een cementoven
C2	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een cementoven	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een cementoven
C3	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een cementoven
C4	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - coverbranding in een cementoven
C5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een cementoven
C6	Coverbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een cementoven	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een cementoven
C7	Coverbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een cementoven
C8	Coverbranding van ontwaterd slib in een cementoven	indikken - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een cementoven
C9	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een cementoven

K1	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf
K2	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf
K3	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf
K4	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf
K5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf
K6	Coverbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf
K7	Coverbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf
K8	Coverbranding van ontwaterd slib in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf
K9	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf
N1	Natte oxidatie van ingedikt slib	indikken - natte oxidatie
N2	Natte oxidatie van vergist ingedikt slib	indikken - vergisten - natte oxidatie
P	Pyrolyse	indikken - (vergisten) - conditioneren/ontwateren - drogen - pyrolyse
G	Vergassing	indikken - (vergisten) - conditioneren/ontwateren - drogen - vergassing
GL	Verglazing	indikken - (vergisten) - conditioneren/ontwateren - drogen - verglazing



## HOOFDSTUK 4: SELECTIE VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN

### 4.1 Evaluatie van de beschikbare verwerkingssystemen

In dit hoofdstuk worden de technieken voor verwerking van zuiveringslib uit Tabel 9 getoetst aan een aantal criteria. Deze multi-criteria analyse laat toe te oordelen of een techniek al dan niet als Beste Beschikbare Techniek kan beschouwd worden. De criteria hebben niet alleen betrekking op de milieucompartimenten (lucht, water, bodem, afval, energie, materialen), maar ook de technische haalbaarheid en de kostprijs worden beschouwd. Dit laat ons toe een integrale evaluatie te maken, conform de definitie van BBT (zie hoofdstuk 1).

Per verwerkingssysteem wordt voor elk criterium een kwalitatieve beoordeling gegeven (--: sterk negatief; -: negatief; 0: neutraal; +: positief; ++: sterk positief). De beoordelingen dienen geïnterpreteerd te worden als relatieve waarden ten opzichte van elkaar. Het is geenszins de bedoeling een uitspraak te doen over de absolute milieubelasting (+ of -) van de verwerkingssystemen. Op basis van de scores voor de verschillende criteria wordt bepaald of een verwerkingssysteem al dan niet als BBT kan beschouwd worden.

De selectie van de beste beschikbare technieken gebeurt op het niveau van de volledige verwerkingssystemen, niet op het niveau van de eenheidsprocessen. Bij de evaluatie wordt ervan uitgegaan dat de diverse eenheidsbewerkingen die deel uitmaken van een verwerkingssysteem op een optimale manier worden uitgevoerd. Dit houdt ondermeer in dat voldaan wordt aan de geldende milieureglementering (zie paragraaf 2.3) en dat de aanbevelingen die gegeven worden in hoofdstuk 5 worden opgevolgd.

In onderstaande paragrafen wordt per beschouwd criterium de beoordeling uitgewerkt. Een samenvatting van de beoordelingsresultaten wordt gegeven in Tabel 12.

#### 4.1.1 Technische status

De scores voor technische status worden als volgt toegekend.

- :
- : onvoldoende technisch bewezen  
 technologie in ontwikkeling, kampend met technische problemen, geen of beperkt  
 aantal commerciële installaties  
 (pyrolyse, vergassing, natte oxidatie, hoogrendementsdrogers)
- 0 :
- + : technisch bewezen:  
 meerdere commerciële installaties, voldoende grote bedrijfszekerheid, weinig of geen  
 technische problemen
- ++ :

Voor die verwerkingssystemen die als onvoldoende technisch bewezen werden beoordeeld, is een evaluatie van de milieucriteria en de kostprijs slechts uitgevoerd in zoverre dat hiervoor voldoende gegevens beschikbaar waren. Bij gebrek aan gegevens zijn de overeenkomstige criteria in Tabel 12 blanco gelaten.

#### 4.1.2 Lucht

De luchtmissies die zich voordoen tijdens de slibverwerking, kunnen in principe ingedeeld worden in vier groepen:

- emissies van vluchtige componenten (o.a. NH<sub>3</sub>, organische stoffen, geurcomponenten) gedurende slibopslag en -behandeling. Deze emissies doen zich in alle verwerkingsketens voor en kunnen bestreden worden door passende maatregelen (overdeken van installaties, luchtafzuiging en -reiniging, b.v. d.m.v. biofilters of gaswassing).
- emissies tengevolge van thermische oxidatie van het slib (o.a. CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, VOS, dioxines, metalen). Deze emissies doen zich enkel voor in verwerkingsketens die een thermische oxidatiestap inhouden (verbranden, coverbranden, pyrolyse, vergassing). De grootte van deze emissies is functie van de aard van het slib en de uitvoering van het thermische oxidatieproces, maar ook, en vooral, van de nageschakelde rookgasreinigingsapparatuur. Mits toepassing van gelijkaardige rookgasreinigingsapparatuur kunnen in principe gelijkaardige emissies behaald worden bij verbranding als bij coverbranding. In de praktijk echter zijn coverbrandingsprocessen onderhevig aan minder strenge emissiegrensvoorwaarden dan verbrandingsprocessen, en uitgerust met minder uitgebreide rookgasreinigingsapparatuur, zodat de emissies hoger zijn. Als gevolg hiervan komt bij coverbranding een grotere fractie van de in het slib aanwezige verontreinigingen, b.v. S, Cl en metalen, in de lucht terecht. De fractie kwik die in de lucht terecht komt varieert b.v. tussen 16 en 93 % bij coverbranding in de cementindustrie, en tussen 20 en 83 % bij coverbranding in een elektriciteitscentrale (BZL, 2001). De inwerkingtreding van de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval zal op termijn een verstrenging van de emissievoorwaarden bij coverbranding met zich mee brengen (zie paragraaf 2.3.5), zodat de emissies van coverbranding in de richting van deze van verbranding zullen evolueren.
- emissies tengevolge van de opwekking van de gebruikte energie (o.a. CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, VOS, dioxines, metalen) en/of de productie van de gebruikte hulpstoffen. Deze emissies kunnen zich voordoen bij de slibverwerkende bedrijven zelf (b.v. emissies uit een aardgasketel) of bij de energie- en hulpstoffenleveranciers (b.v. emissies door elektriciteitscentrales).
- zogenaamde ‘vermeden emissies’: indien door de verwerking van slib energie wordt teruggewonnen, b.v. onder vorm van geproduceerde elektriciteit, dient minder elektriciteit opgewekt te worden uit traditionele brandstoffen, waardoor emissies tengevolge van deze conventionele elektriciteitsopwekking vermeden worden. Ook indien het slib in een coverbrandingsproces een gedeelte van de normaal gebruikte brandstoffen of grondstoffen vervangt, dienen minder van deze brandstoffen of grondstoffen geproduceerd te worden, en worden emissies tengevolge van de betrokken productieprocessen vermeden.



Bij de evaluatie van slibverwerkingssystemen op het gebied van luchtmissies is het van belang niet alleen rekening te houden met de directe procesemissies, doch ook met de emissies tengevolge van de opwekking van de gebruikte energie en hulpstoffen, en met de vermeden emissies. De vraag stelt zich immers in welke mate de hogere procesemissies die zich voordoen bij coverbranding in vergelijking met verbranding, gecompenseerd worden door de hogere vermeden emissies bij coverbranding. Om een nauwkeurige inschatting te maken van de globale emissiebalans (inclusief vermeden emissies) van een slibverwerkingssysteem, is levenscyclusanalyse (LCA) de meest geëigende methodiek. In het kader van een BBT-studie is het echter niet haalbaar een LCA-studie uit te voeren voor de beschouwde verwerkingssystemen. Wel werden 2 bestaande LCA-studies omtrent verbranding en coverbranding van slib onderzocht.

In een eerste LCA studie (G. M. Chassot, 1998) wordt een vergelijking gemaakt tussen verbranding van slib in een slibverbrandingsinstallatie of een huisvuilverbrandingsinstallatie en coverbranding van slib in de cementindustrie, telkens in een installatie die representatief is voor Zwitserland. Volgens deze studie presteert coverbranding in de cementindustrie op het gebied van luchtverontreiniging globaal gezien even goed of gunstiger (afhankelijk van de gebruikte beoordelingsmethodiek, d.i. het relatief belang dat aan de diverse emissies wordt toegekend) dan verbranding in een slibverbrandings- of huisvuilverbrandingsinstallatie. Specifiek voor kwik echter is coverbranding in de cementindustrie minder gunstig dan verbranding. In de publicatie wordt niet aangegeven in hoeverre het resultaat van de analyse gevoelig is aan wijzigingen in de randvoorwaarden (o.a. gehanteerde emissiewaarden).

In een tweede LCA studie (R. Torfs, 1999) wordt een vergelijking gemaakt tussen verbranding van slib in een slibverbrandingsinstallatie en coverbranding van slib in een poederkoolcentrale uitgerust met een deSO<sub>x</sub><sup>59</sup> en een deNO<sub>x</sub> installatie. Volgens deze studie presteren de coverbrandingsroutes systematisch iets minder goed dan de verbrandingsroutes op het domein van verzurende emissies (o.a. SO<sub>x</sub>). Een sensitiviteitsanalyse op een poederkoolcentrale zonder deSO<sub>x</sub> en deNO<sub>x</sub> installatie werd in de studie niet uitgevoerd, maar redelijkerwijs kan worden verwacht dat dit de coverbrandingsroutes op het domein van verzurende emissies (SO<sub>2</sub>) sterk zou benadelen ten opzichte van de verbrandingsroutes. Wat betreft de emissies van zware metalen zijn de verschillen tussen de coverbrandings- en verbrandingsroutes zeer gevoelig aan de emissiewaarden die gehanteerd worden voor de slibverbranding. Wanneer b.v. gerekend wordt met de werkelijk gemeten emissies voor de slibverbrandingsinstallatie te Dordrecht, slaat de balans duidelijk door in het voordeel van de verbranding. Wanneer gerekend wordt met de vergunde emissies, die hoger zijn dan de meetwaarden, presteert slibverbranding daarentegen minder goed dan coverbranding. Dit toont aan dat de graad van rookgasreiniging een doorslaggevende parameter is bij de vergelijking tussen verbranding en coverbranding.

Op basis van voorgaande beschouwingen worden coverbranding en verbranding van slib in het kader van de BBT-evaluatie gelijkwaardig geacht wat betreft het aspect luchtverontreiniging, op voorwaarde dat zij onderworpen zijn aan equivalente emissievoorwaarden, hetgeen het geval zal worden bij de inwerkingtreding van de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval (zie paragraaf 2.3.5). Zolang de voorwaarden van de Richtlijn nog niet van toepassing zijn, wordt coverbranding wat betreft het aspect luchtverontreiniging minder gunstig beoordeeld dan verbranding.

---

<sup>59</sup> verwijderingsrendement voor SO<sub>2</sub>: 90%

De beoordeling van het aspect lucht gebeurt bijgevolg als volgt :

- : coverbranding onder voorwaarden die minder streng zijn dan deze vastgelegd in de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval
- : verbranding in een slibverbrandingsinstallatie, pyrolyse, vergassing, coverbranding onder de voorwaarden vastgelegd in de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval
- 0 : verwerkingssystemen zonder thermische oxidatie
- + :
- ++ :

### 4.1.3 Water

Bij slibverwerking komen in diverse eenheidsbewerkingen afvalwaters vrij. Deze afvalwaters zijn in het algemeen zodanig sterk vervuild, o.a. met N-verbindingen (NH<sub>3</sub>) en organische stoffen, dat zij moeten gezuiverd worden vooraleer zij kunnen geloosd worden. In Tabel 10 wordt voor de diverse eenheidsbewerkingen een overzicht gegeven van de aard en hoeveelheid van de vrijgestelde afvalwaters.

*Tabel 10: Aard en hoeveelheid van de vrijgestelde afvalwaters bij slibverwerking*

<b>Eenheidsbewerking</b>	<b>Aard afvalwater</b>	<b>Hoeveelheid</b>
indikken	slibwater, eventueel spoelwater	groot (minimaal 20 kg per kg droge stof bij indikking van 3 tot 7,5 % droge stof)
ontwateren	slibwater, eventueel spoelwater	groot (minimaal 10 kg per kg droge stof bij indikking van 7,5 tot 30 % droge stof)
aërobe stabilisering, slibgisting	geen afvalwater, doch veroorzaakt sterkere N- en organische belasting van het slibwater dat vrijgesteld wordt bij latere indikking of ontwatering	
compostering	condens- en uitloogwater	matig
droging	gecondenseerde droogdampen, sterk belast met o.a. N en organische stoffen	matig (+/- 2,3 kg per kg droge stof bij droging van 30 % tot 90 % droge stof)
storten	percolatiewater	klein
natte oxidatie	vloeibaar eindmateriaal, sterk belast met o.a. organische zuren	groot (+/- 19 kg per kg droge stof bij natte oxidatie van slib met 5 % droge stof)

overige thermische eindverwerking <sup>60</sup>	waswaters in geval van natte rookgasreiniging	klein
---	---	-------

Op basis van deze gegevens worden de beoordelingen voor het aspect waterverontreiniging als volgt toegekend:

- :
- : natte oxidatie
- 0 : verwerkingssystemen met ontwatering en gisting, compostering of droging
- + : verwerkingssystemen met ontwatering, maar zonder gisting, compostering of droging
- ++ : verwerkingssystemen zonder ontwatering (uitgezonderd natte oxidatie)

#### 4.1.4 Bodem

- gebruik als meststof of als bodemverbeterend middel

Bij toepassing van slib als meststof of bodemverbeterend middel kunnen de in het slib aanwezige pollutanten (metalen, organische micropolluenten, ...) aanleiding geven tot bodemverontreiniging. Ook de in het slib aanwezige nutriënten (N en P) worden gezien de overbestedingsproblematiek in Vlaanderen eerder beschouwd als een bron van bodemverontreiniging dan als een gewenste vorm van bemesting. In het buitenland echter bestaat er in sommige gevallen wel degelijk een behoefte aan nutriëntrijke meststoffen.

De aard van de voorbehandeling is van invloed op de aard en de concentratie van potentieel bodemschadelijke stoffen in het slib. Door het slib voor het gebruik als meststof of bodemverbeterend middel b.v. te vergisten of te composteren, wordt een reductie van het gehalte organische stoffen (incl. micropolluenten) bekomen, waardoor de potentiële bodemverontreiniging door deze stoffen verminderd wordt. Ook bij opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar (type Agroviro ) bestaan er indicaties voor afbraak van organische micropolluenten. Metalen worden echter door deze processen niet uit het slib verwijderd, zodat per ton slib die na vergisten, composteren of opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar aan de landbouwbodem wordt toegediend, een gelijkaardige hoeveelheid metalen aan de bodem wordt toegediend als per ton slib die zonder dergelijke behandeling als meststof of bodemverbeterend middel wordt gebruikt. De totale nutriëntentoevoer naar de bodem kan door vergisten, composteren of opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar in geringe mate verminderen, met name door afbraak van N-verbindingen. Ook kunnen deze behandelingen een invloed hebben op de vorm (beschikbaarheid) waaronder de nutriënten in het slib aanwezig zijn.

Indien het slib voldoet aan de kwaliteitseisen die zijn vastgelegd in Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.2) en indien het slib aan de bodem wordt toegediend overeenkomstig de bepalingen van het meststoffendecreet (zie paragraaf 2.3.3) wordt het risico op bodemverontreiniging verwaarloosbaar geacht.

- gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt slib in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen

Deze toepassing kan aanleiding geven tot verontreiniging van bodem en grondwater indien de aanwezige verontreinigingen onvoldoende zijn geïmmobiliseerd en onderhevig zijn aan uitloging. In geval de afdichtlaag wordt afgedekt door een ondoordringbaar foliemateriaal,

<sup>60</sup> verbranding, coverbranding, vergassing, pyrolyse, verglazing

zoals het geval is bij de afdichting van stortplaatsen, kan uitloging van eventueel aanwezige uitloogbare stoffen enkel plaatsvinden op plaatsen waar zich een defect in de foliematerialen voordoet. Onder deze toepassingsvoorwaarden en mits het opleggen van specifieke milieuhygiënische voorwaarden voor de gebruikte inputafvalstoffen en/of het eindmateriaal (b.v. grenswaarden inzake uitloogbaarheid), wordt het risico op bodemverontreiniging verwaarloosbaar geacht.

Op basis van deze gegevens worden de beoordelingen voor het aspect bodemverontreiniging als volgt toegekend:

- : gebruik als meststof of bodemverbeterend middel van slib dat niet voldoet aan de Vlarea voorwaarden voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel
- :
- 0 : gebruik als meststof of bodemverbeterend middel van slib dat voldoet aan de Vlarea voorwaarden voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel, gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt slib in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen<sup>61</sup>
- + :
- ++ : overige verwerkingssystemen

#### 4.1.5 Afval

De slibresten die overblijven op het einde van de slibverwerkingsketen dienen te worden gestort, tenzij er mogelijkheid is tot materiaalrecyclage of valorisatie. Naast de eigenlijke slibresten kunnen in de slibverwerkingsketen ook andere vaste afvalstoffen vrijkomen, bijvoorbeeld residu's van rookgasreiniging, doch deze zijn in verhouding minder volumineus.

In Tabel 11 wordt aangegeven hoe de hoeveelheid slib evolueert in functie van de slibbehandeling. Er wordt uitgegaan van een te verwerken hoeveelheid slib van 1 kg droge stof, waarvan 60 % organisch en 40 % anorganisch. De opgegeven cijfers dienen enkel gehanteerd te worden als grootteordes. De exacte hoeveelheid slibrest is afhankelijk van de aard van het slib en variaties in de technologie-uitvoering.

*Tabel 11: Resterende hoeveelheden slibrest na slibverwerking*

<b>Slibbehandeling</b>	<b>kg DS</b>	<b>kg water</b>	<b>kg slibrest</b>
indikking tot 7,5 % DS	1	12,3	13,3
ontwatering tot 30 % DS	1	2,3	3,3
ontwatering en solidificatie tot 45 % DS	1,9 <sup>62</sup>	2,3	4,2
vergisting en ontwatering tot 35 % DS	0,7 <sup>63</sup>	1,3	2,0
vergisting, ontwatering en solidificatie tot 45 % DS	1,1 <sup>64</sup>	1,3	2,4

compostering (compost 60 % DS)	0,7 <sup>65</sup>	0,5	1,2
droging tot 90 % DS	1	0,1	1,1
vergisting en droging tot 90 % DS	0,7 <sup>63</sup>	0,08	0,8
verbranding	0 / 0,4 <sup>66</sup>	0	0 / 0,4
coverbranding in een elektriciteitscentrale			0 <sup>67</sup>
coverbranding in een cementoven			0 <sup>68</sup>
coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf			0 <sup>69</sup>
pyrolyse			0,4 <sup>70</sup>
vergassing			0,4 <sup>71</sup>
verglazing			0,04 <sup>72</sup>
natte oxidatie			0,8

Op basis van deze gegevens worden de beoordelingen voor het aspect afval als volgt toegekend. Met droge stof wordt steeds bedoeld de hoeveelheid droge stof in het verse slib.

- : gestorte hoeveelheid: > 3 kg / kg droge stof  
(storten van niet-vergist ontwaterd of gesolidificeerd slib)
- : gestorte hoeveelheid: 1,5 – 3 kg/kg droge stof  
(storten van vergist ontwaterd of gesolidificeerd slib)
- 0 : gestorte hoeveelheid: < 1,5 kg/kg droge stof en > 1,1 kg/kg anorganische droge stof  
(storten van gecomposteerd of gedroogd slib, gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen, natte oxidatie)
- + : gestorte hoeveelheid: 0,2 - 1,1 kg/kg anorganische droge stof  
(verbranding<sup>73</sup>, pyrolyse, vergassing)
- ++ : gestorte hoeveelheid: < 0,2 kg/kg anorganische droge stof  
(gebruik als meststof of bodemverbeterend middel, verbranding<sup>74</sup>, coverbranding in een elektriciteitscentrale, cementoven of kleiverwerkend bedrijf, verglazing)

Voor het verwerkingssysteem ‘gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen’ is de neutrale beoordeling van het aspect afval gebaseerd op volgende feiten. Enerzijds komt het slib bij deze verwerkingsmethode niet terecht in dat gedeelte van de stortplaats dat bedoeld is voor het storten van afvalstoffen, doch wordt het toegepast in de

<sup>61</sup> mits het opleggen van specifieke milieuhygiënische voorwaarden voor de gebruikte inputafvalstoffen en/of het eindmateriaal (b.v. grenswaarden inzake uitloogbaarheid) en het afbakenen van specifieke toepassingsvoorwaarden die gelden voor afdichtlagen van stortplaatsen (waaronder afdek met ondoordringbaar folie)

<sup>62</sup> inclusief toeslagstoffen

<sup>63</sup> rekenend met 50 % afbraak van organische droge stof tijdens de vergisting

<sup>64</sup> rekenend met 50 % afbraak van organische droge stof tijdens de vergisting, inclusief toeslagstoffen

<sup>65</sup> rekenend met 50 % afbraak van organische droge stof tijdens de compostering

<sup>66</sup> afhankelijk van het feit of voor de bodem- en vliegassen al dan niet een nuttige toepassing wordt gevonden

<sup>67</sup> asresten worden nuttig toegepast

<sup>68</sup> slibrest maakt deel uit van het geproduceerde cement

<sup>69</sup> slibrest maakt deel uit van de geproduceerde bakwaar

<sup>70</sup> inclusief asrest die overblijft na verbranding van de in het pyrolyseproces gevormde koolresten

<sup>71</sup> inclusief asrest die overblijft na verbranding van de in het vergassingsproces gevormde koolresten

<sup>72</sup> op voorwaarde dat voor verglazingsrest een nuttige toepassing wordt gevonden

<sup>73</sup> indien voor de bodem- en vliegassen geen nuttige toepassing wordt gevonden

<sup>74</sup> op voorwaarde dat voor de bodem- en vliegassen een nuttige toepassing wordt gevonden

afdichtlaag die hier bovenop wordt aangebracht. Anderzijds wordt het slib gebruikt onder de folie en maakt het dus deel uit van het stortlichaam. De techniek is gekoppeld aan de exploitatie van categorie II stortplaatsen, die op termijn volledig dient afgebouwd te worden. De beoordeling staat los van het feit dat deze verwerkingsmethode in het Vlaamse Gewest volgens de vigerende afvalstoffenwetgeving beschouwd wordt als het storten van afvalstoffen (zie Technische Fiche B3 in bijlage 4), en doet hier ook geen afbreuk aan.

#### 4.1.6 Energie

Voor de beoordeling van het aspect energiegebruik wordt voor de diverse verwerkingssystemen de energiebalans bekeken. De energiebalans wordt beschouwd vanaf het indikken (inbegrepen) tot en met de eindafzet. Er wordt niet alleen rekening gehouden met de verbruikte energie, doch ook met de eventueel geproduceerde energie. Alle energiecijfers worden teruggerekend naar primaire energie, rekening houdend met conversierendementen van 80 % voor opwekking van warmte (b.v. in een aardgasketel) en 40 % voor elektriciteitsopwekking in een elektriciteitscentrale. Voor de berekening van de energiebalansen wordt verwezen naar bijlage 7.

Op basis van de energieberekeningen in bijlage 7 worden de scores voor het aspect energie als volgt toegekend. De energiebalansen zijn telkens uitgedrukt per ton droge stof in het verse slib.

- : energiebalans < - 6000 MJ/ton droge stof (netto energieverbruik)
- : energiebalans -6000 tot -2000 MJ/ton droge stof
- 0 : energiebalans -2000 tot 2000 MJ/ton droge stof
- + : energiebalans 2000 tot 6000 MJ/ton droge stof
- ++ : energiebalans > 6000 MJ/ton droge stof (netto energiewinning)

Belangrijk met het oog op de BBT-evaluatie zijn ook de invloed van de energiebron bij slibdroging en de invloed van slibgisting op de energiebalans.

##### *Invloed van de energiebron bij drogen op de energiebalans*

Voor verwerkingssystemen die slibdroging omvatten, is de energiebalans sterk afhankelijk van de aard van de energiebron die gebruikt wordt voor de droging. Gebruik van restwarmte beïnvloedt de energiebalans sterk positief, droging met biogas of met fossiele brandstoffen (b.v. aardgas) is energetisch minder interessant. Op basis van deze energetische overwegingen wordt de voorkeur gegeven aan het gebruik van restwarmte als energiebron voor slibdroging. Verwerkingssystemen waarin het slib gedroogd wordt met biogas of fossiele brandstoffen komen slechts als BBT in aanmerking wanneer geen of onvoldoende restwarmte beschikbaar is.

De keuze tussen biogas of fossiele brandstoffen als energiebron voor de slibdroging heeft, rekenend over de gehele verwerkingsketen, relatief kleinere gevolgen voor de energiebalans. Droging met biogas lijkt weliswaar energetisch iets voordeliger dan droging met fossiele brandstoffen, doch het energievoordeel kan snel verloren gaan wanneer het vloeibare slib over een aanzienlijke afstand moet getransporteerd worden naar een centrale slibdroog- en vergistingsinstallatie. Transport van vloeibaar slib over een afstand van 50 km vergt immers +/- 3.680 MJ per ton droge stof (zie bijlage 7). Op basis hiervan wordt voor de BBT selectie

geen onderscheid gemaakt tussen biogas en fossiele brandstoffen als energiebron voor de slibdroging.

#### *Invloed van slibgisting op de energiebalans*

Voor verwerkingsystemen waarbij in de eindverwerking geen energierugwinning geschiedt (storten, gebruik als meststof of bodemverbeterend middel, gebruik in afdichtlagen, verbranding in een slibverbrandingsinstallatie), heeft slibgisting in principe steeds een positief effect op de energiebalans. De grootte van de energiewinst door slibgisting is o.a. functie van de aard van het slib en de gebruikte verwerkingstechnologieën, en bedraagt typisch 3.000 tot 5.000 MJ per ton droge stof. Alhoewel deze energiewinst belangrijk geacht wordt, wordt ze onvoldoende groot geacht om systemen zonder slibgisting uit te sluiten voor selectie als BBT. Aan slibgisting zijn immers ook nadelen verbonden. Wegens het lager gehalte aan organische stof heeft vergist slib bijvoorbeeld minder waarde als organische bodemverbeteraar. Bij verbranding in een slibverbrandingsinstallatie worden voor vergist slib, wegens de lagere energie-inhoud, moeilijker autotherme condities bereikt dan voor niet-vergist slib. Indien vloeibaar slib over aanzienlijke afstand moet getransporteerd worden naar een slibgistingsinstallatie, wordt de energiewinst door slibgisting bovendien snel teniet gedaan door het energiegebruik voor transport (grootte-orde 3.680 MJ per ton droge stof bij transport van nat slib over een afstand van 50 km, zie bijlage 7).

Voor de coverbrandingsroutes is de energiewinst door slibgisting minder groot. In sommige gevallen (b.v. wanneer gedroogd wordt met restwarmte) is er, gerekend over de gehele verwerkingsketen, zelfs sprake van een energieverlies door slibgisting. Dit wordt verklaard doordat de energiewinst door de vergisting geheel of gedeeltelijk teniet gedaan wordt door de verminderde energieproductie bij de coverbranding. Ook hier worden de energiever verschillen tussen routes met en zonder slibgisting onvoldoende groot geacht om het al dan niet uitvoeren van slibgisting als een criterium voor BBT-selectie te hanteren.

#### **4.1.7 Materialen**

Onder het aspect materialen wordt nagegaan in hoeverre de in het slib aanwezige materialen gerecycleerd en gevaloriseerd worden, zodat een besparing van primaire materialen gerealiseerd wordt. Energieterugwinning wordt in deze context niet onder recyclage of valorisatie gerekend, aangezien deze vorm van valorisatie reeds in rekening wordt gebracht onder het aspect 'energie'.

In de beschouwde verwerkingsystemen doen zich drie vormen van materiaalrecyclage en –valorisatie voor:

- gebruik van slib als meststof en/of bodemverbeterend middel: recyclage van nutriënten en organische droge stof;
- coverbranding in een elektriciteitscentrale, cementoven of kleiverwerkend bedrijf, verglazing,: recyclage van anorganische droge stof voor aanmaak van cement, kleibakwaar of secundaire grondstoffen;
- gebruik van slib in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen: recyclage van ontwaterd slib voor aanmaak van slecht doorlatend materiaal.

Bij de twee eerste vormen van materiaalrecyclage komt het slib geheel of gedeeltelijk terecht in een nuttig product (meststof of bodemverbeterend middel, cement, kleibakwaar, bouw materiaal) dat in de economie aanwezig blijft, zodat de waardevolle bestanddelen ervan (nutriënten, organische stof, metalen) in principe beschikbaar blijven voor eventueel verdere recyclage. Aangezien bij de eerste vorm van recyclage (gebruik van slib als meststof en/of bodemverbeterend middel) zowel het organische als het anorganische gedeelte van het slib nuttig worden toegepast, terwijl dit in de tweede vorm van recyclage (coverbranding, verglazing) enkel om het anorganisch gedeelte gaat, wordt de eerste vorm van recyclage als de meest hoogwaardige beschouwd. Bij de derde vorm van recyclage tot slot wordt wel een besparing van primaire materialen gerealiseerd, zoals in beide voorgaande gevallen, doch hier wordt het slib samen met zijn waardevolle bestanddelen in feite definitief geborgen en dus uit de economische kringloop onttrokken. Deze vorm van materiaalrecyclage wordt hierom minder gunstig beoordeeld dan de twee voorgaande.

Ook bij pyrolyse en vergassing bestaat de mogelijkheid om de gevormde producten te benutten voor chemische syntheses. In dit geval is er sprake van een vorm van materiaalrecyclage. Anderzijds kunnen de gevormde producten ook als energiebron verbrand worden. In de evaluatietabel is uitgegaan van de 2e mogelijkheid, en is voor pyrolyse en vergassing geen materiaalrecyclage in rekening gebracht.

De scores voor het aspect materialen worden als volgt toegekend:

- :
- : verwerkingssystemen zonder materiaalrecyclage
- 0 : gebruik van slib in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen
- + : coverbranding in een elektriciteitscentrale, cementoven of kleiverwerkend bedrijf, verglazing<sup>75</sup>
- ++ : gebruik van slib als meststof en/of bodemverbeterend middel

Voor het verwerkingssysteem ‘gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen’ is de beoordeling van het aspect materialen gebaseerd op het feit dat bij deze verwerkingsmethode het slib aangewend wordt ter vervanging van de klassieke afdichtmaterialen (natuurlijke klei, zand- en bentonietmengsels) en hierdoor primaire materialen vervangt. De beoordeling staat dus los van het feit dat deze verwerkingsmethode in het Vlaamse Gewest volgens de vigerende afvalstoffenwetgeving beschouwd wordt als het storten van afvalstoffen (zie Technische Fiche B3 in bijlage 4) en doet hier ook geen afbreuk aan.

#### 4.1.8 Globale milieubeoordeling

Uit de BBT-evaluatietabel blijkt dat geen van de beschouwde verwerkingssystemen over de ganse lijn (voor alle milieu-aspecten) gunstig scoort in vergelijking met de overigen. Tussen de diverse verwerkingssystemen doet zich met andere woorden een vorm van probleemverschuiving voor van één milieucompartiment naar een ander. Om een globale milieubeoordeling te kunnen maken, dient hierdoor een afweging gemaakt te worden tussen

<sup>75</sup> ook verbranding, pyrolyse en vergassing op voorwaarde dat een nuttige toepassing voor de asrest kan gevonden worden



de zes beschouwde milieu-aspecten. Het relatief belang dat hierbij gehecht wordt aan elk milieu-aspect, is bepalend voor het resultaat van de evaluatie. Bij gebrek aan een objectieve en wetenschappelijke basis om een nauwgezette afweging te maken, wordt er in deze studie voor geopteerd om voor de globale milieubeoordeling slechts 2 scores te hanteren:

- score -: verwerkingssystemen waarvan de milieubelasting te groot wordt geacht om als BBT in aanmerking te komen
- score +: verwerkingssystemen waarvan de milieubelasting voldoende laag wordt geacht om als BBT in aanmerking te komen

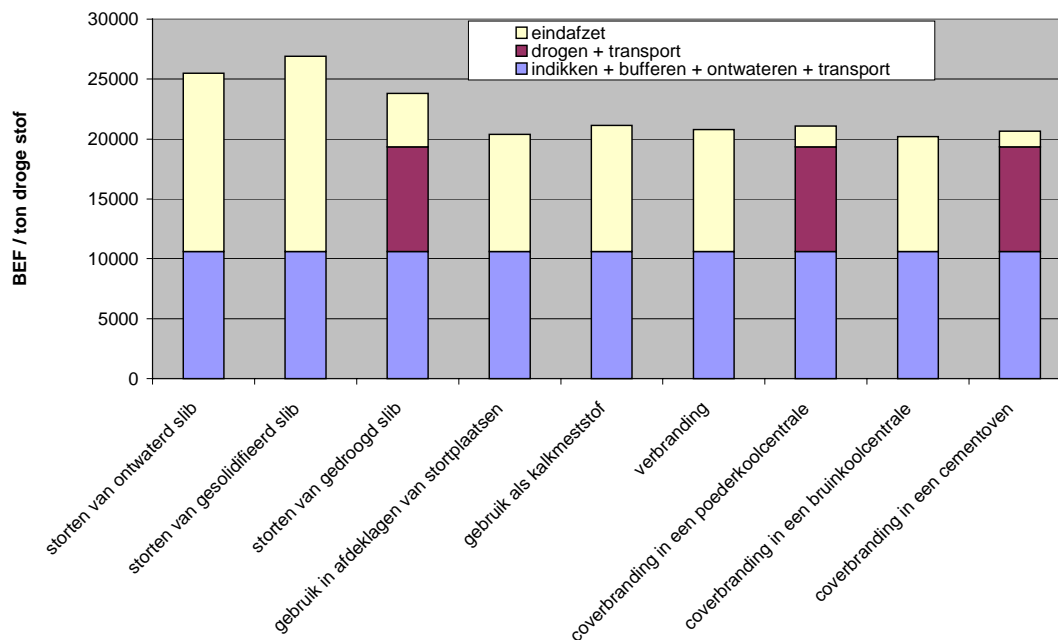
Verwerkingssystemen krijgen een score – als globale milieubeoordeling indien:

- op één van de zes beschouwde milieu-aspecten een score - - behaald werd;
- voor het aspect ‘afval’ een score --, - of 0 behaald werd (wegens het groot belang dat in Vlaanderen beleidsmatig wordt gehecht aan het vermijden van storten);

Indien aan geen van beide voorwaarden is voldaan, wordt een score + als globale milieubeoordeling toegekend. Binnen de groep van verwerkingssystemen die een score + als globale milieubeoordeling behalen, doen zich vanzelfsprekend verschillen voor tussen de aard en de grootte van de milieubelasting. Hiervoor wordt verwezen naar de scores voor de individuele milieu-aspecten.

#### **4.1.9 Kostprijs**

Voor de kostprijs van slibverwerking zijn gegevens beschikbaar gesteld door Aquafin. De opgegeven kostprijzen omvatten de niet alleen de eigenlijke werkingskosten (energiekosten, chemicaliënkost, personeel, overhead, onderhoud) en de investeringskosten (burgerlijke bouwkunde afgeschreven over 33 jaar en elektromechanica afgeschreven over 15 jaar), doch ook eventuele milieuheffingen en, voor bewerkingen die niet door Aquafin zelf worden uitgevoerd, de winstmarges van de verwerkende bedrijven.



*Figuur 6: Totale kostprijs van RWZI-slibverwerking*

Bron: Aquafin, 2000

Uit deze gegevens blijkt dat voor indikken, bufferen, ontwateren en transport, voorbehandelingen die in vrijwel alle slibverwerkingssystemen nodig zijn, de kostprijs reeds meer dan 10.000 BEF/ton droge stof bedraagt. De kostprijs voor de verdere verwerking is van dezelfde grootteorde of groter, zodat de totale kostprijs voor de slibverwerking minimaal 20.000 BEF/ton droge stof bedraagt.

De grafiek toont aan dat de kostprijs voor het storten van slib onder diverse vormen (ontwaterd, gesolidificeerd, gedroogd) merkelijk hoger ligt dan de kostprijs voor de meeste overige verwerkingswegen.

De kostprijs voor rechtstreekse afzet van slib in de landbouw wordt geschat op 10.000 tot 12.000 BEF/ton droge stof voor ontwaterd slib, en op 5.000 tot 6.000 BEF/ton droge stof voor ingedikt slib (Bron: Fevia).

Op basis van deze gegevens worden voor het aspect kostprijs de beoordelingen als volgt toegekend. De kostprijzen hebben telkens betrekking op de ganse verwerkingsketen:

- : > 27.500 BEF/ton droge stof
- : 22.500 - 27.500 BEF/ton droge stof  
(storten)
- 0 : 17.500 - 22.500 BEF/ton droge stof  
(merendeel van de verwerkingswegen)
- + : 12.500 - 17.500 BEF/ton droge stof
- ++ : < 12.500 BEF/ton droge stof  
(rechtstreekse afzet van vloeibaar of ontwaterd slib in de landbouw)

Voor de verwerkingssystemen die op dit moment niet als technisch bewezen beschouwd worden, wordt bij gebrek aan informatie geen beoordeling van de kostprijs gemaakt.

#### **4.1.10 BBT**

Op basis van de scores voor de verschillende criteria wordt bepaald of een verwerkingssysteem al dan niet als BBT kan beschouwd worden. Bij deze evaluatie worden volgende principes gehanteerd:

- verwerkingssystemen met een grote milieubelasting (score – als globale milieubeoordeling) worden niet als BBT beoordeeld;
- verwerkingssystemen die onvoldoende technisch bewezen zijn (score – voor status) worden niet als BBT weerhouden, maar kunnen mogelijk in de toekomst tot BBT evalueren indien zij milieukundig en economisch gunstig beoordeeld worden;
- buitensporig dure verwerkingssystemen (score -- voor kostprijs) worden niet als BBT weerhouden.

Tabel 12: BBT-evaluatietabel

Code	Omschrijving	Techn.	Milieu							Econ.	BBT
		Status	Lucht	Water	Bodem	Afval	Energie	Materialen	Gloobaal	Kostprijs	
S1	Storten van ontwaterd slib	+	0	+	++	--	0	-	-	-	nee
S2	Storten van ontwaterd vergist slib	+	0	0	++	-	0	-	-	-	nee
S3	Storten van gesolidificeerd slib	+	0	+	++	--	-	-	-	-	nee
S4	Storten van gesolidificeerd vergist slib	+	0	0	++	-	0	-	-	-	nee
S5	Storten van gecomposteerd slib	+	0	0	++	0	-	-	-	-	nee
S6	Storten van gecomposteerd vergist slib	+	0	0	++	0	0	-	-	-	nee
S7	Storten van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie)	+	0	0	++	0	--	-	-	-	nee
S8	Storten van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte)	+	0	0	++	0	-	-	-	-	nee
S9	Storten van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie)	+	0	0	++	0	-	-	-	-	nee
S10	Storten van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas)	+	0	0	++	0	-	-	-	-	nee
S11	Storten van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte)	+	0	0	++	0	0	-	-	-	nee
S12	Storten van gedroogd slib (hoogrendementsdroger)	-	0	0	++	0	--	-	-		nee
S13	Storten van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger)	-	0	0	++	0	-	-	-		nee
A1	Gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt slib in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen	+	0	+	0 <sup>76</sup>	0	-	0	+ <sup>76</sup>	0	ja <sup>76</sup>

<sup>76</sup> mits het opleggen van specifieke milieuhygiënische voorwaarden voor de gebruikte inputafvalstoffen en/of het eindmateriaal (b.v. grenswaarden inzake uitloogbaarheid) en het afbakenen van specifieke toepassingsvoorwaarden die gelden voor afdichtlagen van stortplaatsen (waaronder afdek met ondoordringbaar folie)

Code	Omschrijving	Techn.	Milieu							Econ.	BBT
		Status	Lucht	Water	Bodem	Afval	Energie	Materialen	Gloobaal	Kostprijs	
A2	Gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt vergist slib in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen	+	0	0	0 <sup>76</sup>	0	0	0	+ <sup>76</sup>	0	ja <sup>76</sup>
L1	Gebruik van vloeibaar slib als meststof	+	0	++	0/-- <sup>77</sup>	++	-	++	+/- <sup>77</sup>	+	ja/nee <sup>77</sup>
L2	Gebruik van vloeibaar vergist slib als meststof	+	0	++	0/-- <sup>77</sup>	++	+	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L3	Gebruik van ontwaterd slib als meststof	+	0	+	0/-- <sup>77</sup>	++	-	++	+/- <sup>77</sup>	+	ja/nee <sup>77</sup>
L4	Gebruik van ontwaterd vergist slib als meststof	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	0	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L5	Gebruik van gecomposteerd slib als bodemverbeteraar	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	-	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L6	Gebruik van gecomposteerd vergist slib als bodemverbeteraar	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	0	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L7	Gebruik van tot kalkhoudende bodemverbeteraar opgewerkt slib als bodemverbeteraar	+	0	+	0/-- <sup>77</sup>	++	-	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L8	Gebruik van tot kalkhoudende bodemverbeteraar opgewerkt vergist slib als bodemverbeteraar	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	0	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L9	Gebruik van tot zwarte grond opgewerkt slib als bodemlaag	+	0	+	0/-- <sup>77</sup>	++	-	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L10	Gebruik van tot zwarte grond opgewerkt vergist slib als bodemlaag	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	0	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L11	Gebruik van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) als meststof	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	--	++	-	0	nee
L12	Gebruik van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) als meststof	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	-	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L13	Gebruik van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) als meststof	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	-	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L14	Gebruik van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) als meststof	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	-	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>
L15	Gebruik van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) als meststof	+	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	0	++	+/- <sup>77</sup>	0	ja/nee <sup>77</sup>

<sup>77</sup> voor slib dat respectievelijk wel/niet voldoet aan de Vlarea voorwaarden voor gebruik als meststof of als bodemverbeterend middel

Code	Omschrijving	Techn.	Milieu							Econ.	BBT
		Status	Lucht	Water	Bodem	Afval	Energie	Materialen	Gloobaal	Kostprijs	
L16	Gebruik van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) als meststof	-	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	--	++	-		nee
L17	Gebruik van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) als meststof	-	0	0	0/-- <sup>77</sup>	++	-	++	+/- <sup>77</sup>		nee
V1	Verbranding van ontwaterd slib in een conventionele slibverbrandingsinstallatie <sup>78</sup>	+	-	+	++	+/ <sup>79</sup>	--	-/ <sup>79</sup>	-	0	nee
V2	Verbranding van ontwaterd vergist slib in een conventionele slibverbrandingsinstallatie <sup>78</sup>	+	-	0	++	+/ <sup>79</sup>	--	-/ <sup>79</sup>	-	0	nee
V3	Verbranding van ontwaterd slib in een hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie <sup>80</sup>	+	-	+	++	+/ <sup>79</sup>	-	-/ <sup>79</sup>	+	0	ja
V4	Verbranding van ontwaterd vergist slib in een hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie <sup>80</sup>	+	-	0	++	+/ <sup>79</sup>	0	-/ <sup>79</sup>	+	0	ja
V5	Verbranding van ontwaterd slib in een afvalverbrandingsinstallatie <sup>81</sup>	+	-	+	++	+/ <sup>79</sup>	0	-/ <sup>79</sup>	+	0	ja <sup>82</sup>
V6	Verbranding van ontwaterd vergist slib in een afvalverbrandingsinstallatie <sup>81</sup>	+	-	0	++	+/ <sup>79</sup>	+	-/ <sup>79</sup>	+	0	ja <sup>82</sup>
V7	Verbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	+	-	0	++	+/ <sup>79</sup>	-	-/ <sup>79</sup>	+	0	ja
V8	Verbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	+	-	0	++	+/ <sup>79</sup>	+	-/ <sup>79</sup>	+	0	ja
V9	Verbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	+	-	0	++	+/ <sup>79</sup>	0	-/ <sup>79</sup>	+	0	ja
V10	Verbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	+	-	0	++	+/ <sup>79</sup>	0	-/ <sup>79</sup>	+	0	ja

<sup>78</sup> conventionele slibverbrandingsinstallatie: verbrandingsinstallatie waarin uitsluitend slib (geen andere afvalstoffen) wordt verbrand, en waarin bij verbranding van ontwaterd slib geen autotherme condities bereikt worden

<sup>79</sup> naargelang voor de asresten respectievelijk geen of wel een nuttige toepassing wordt gevonden

<sup>80</sup> hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie: verbrandingsinstallatie waarin uitsluitend slib (geen andere afvalstoffen) wordt verbrand, en waarin bij verbranding van ontwaterd slib minstens autotherme condities bereikt worden, b.v. d.m.v. een partiële voordroging van het te verbranden slib

<sup>81</sup> afvalverbrandingsinstallatie: verbrandingsinstallatie (roosteroven of wervelbedoven) waarin slib samen met andere (hoger calorische) afvalstoffen wordt verbrand

<sup>82</sup> om technische redenen bij voorkeur in een wervelbedoven

Code	Omschrijving	Techn.	Milieu							Econ.	BBT
		Status	Lucht	Water	Bodem	Afval	Energie	Materialen	Gloabaal	Kostprijs	
V11	Verbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	+	-	0	++	+ / + + <sup>79</sup>	+	- / + <sup>79</sup>	+	0	ja
V12	Verbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	-	-	0	++	+ / + + <sup>79</sup>	0	- / + <sup>79</sup>	+		nee
V13	Verbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	-	-	0	++	+ / + + <sup>79</sup>	+	- / + <sup>79</sup>	+		nee
E1	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een poederkoolcentrale	+	- / - <sup>83</sup>	0	++	++	0	+	+ / - <sup>83</sup>	0	ja/nee <sup>83</sup>
E2	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een poederkoolcentrale	+	- / - <sup>83</sup>	0	++	++	++	+	+ / - <sup>83</sup>	0	ja/nee <sup>83</sup>
E3	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een poederkoolcentrale	+	- / - <sup>83</sup>	0	++	++	+	+	+ / - <sup>83</sup>	0	ja/nee <sup>83</sup>
E4	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een poederkoolcentrale	+	- / - <sup>83</sup>	0	++	++	+	+	+ / - <sup>83</sup>	0	ja/nee <sup>83</sup>
E5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een poederkoolcentrale	+	- / - <sup>83</sup>	0	++	++	++	+	+ / - <sup>83</sup>	0	ja/nee <sup>83</sup>
E6	Coverbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een poederkoolcentrale	-	- / - <sup>83</sup>	0	++	++	+	+	+ / - <sup>83</sup>		nee
E7	Coverbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een poederkoolcentrale	-	- / - <sup>83</sup>	0	++	++	+	+	+ / - <sup>83</sup>		nee
E8	Coverbranding van ontwaterd slib in een poederkoolcentrale	+	- / - <sup>83</sup>	+	++	++	+ / 0 <sup>84</sup>	+	+ / - <sup>83,84</sup>	0	ja/nee <sup>83,84</sup>
E9	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een poederkoolcentrale	+	- / - <sup>83</sup>	0	++	++	+ / 0 <sup>84</sup>	+	+ / - <sup>83,84</sup>	0	ja/nee <sup>83,84</sup>
E10	Coverbranding van ontwaterd slib in een bruinkoolcentrale	+	- / - <sup>83</sup>	+	++	++	+	+	+ / -	0	ja/nee <sup>83</sup>
E11	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een bruinkoolcentrale	+	- / - <sup>83</sup>	0	++	++	+	+	+ / - <sup>83</sup>	0	ja/nee <sup>83</sup>
C1	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een cementoven	+	- / - <sup>85</sup>	0	++	++	0	+	+ / - <sup>85</sup>	0	ja/nee <sup>85</sup>

<sup>83</sup> naargelang al dan niet voldaan is aan de voorwaarden vastgelegd in de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval

<sup>84</sup> bij een daling van het rendement van de centrale met respectievelijk 0,5 % en 1,0 % tengevolge van het drogen van slib in de kolenmolens (bij een bijstook van 5 % slib)

<sup>85</sup> naargelang al dan niet voldaan is aan de voorwaarden vastgelegd in de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval

Code	Omschrijving	Techn.	Milieu							Econ.	BBT
		Status	Lucht	Water	Bodem	Afval	Energie	Materialen	Gloobaal	Kostprijs	
C2	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een cementoven	+	-/-- <sup>85</sup>	0	++	++	++	+	+/- <sup>85</sup>	0	ja/nee <sup>85</sup>
C3	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een cementoven	+	-/-- <sup>85</sup>	0	++	++	+	+	+/- <sup>85</sup>	0	ja/nee <sup>85</sup>
C4	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een cementoven	+	-/-- <sup>85</sup>	0	++	++	+	+	+/- <sup>85</sup>	0	ja/nee <sup>85</sup>
C5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een cementoven	+	-/-- <sup>85</sup>	0	++	++	++	+	+/- <sup>85</sup>	0	ja/nee <sup>85</sup>
C6	Coverbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een cementoven	-	-/-- <sup>85</sup>	0	++	++	+	+	+/- <sup>85</sup>	0	nee
C7	Coverbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een cementoven	-	-/-- <sup>85</sup>	0	++	++	+	+	+/- <sup>85</sup>	0	nee
C8	Coverbranding van ontwaterd slib in een cementoven	+	-/-- <sup>85</sup>	+	++	++	≤ 0	+	-	0	nee
C9	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een cementoven	+	-/-- <sup>85</sup>	0	++	++	≤ 0	+	-	0	nee
K1	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een kleiverwerkend bedrijf	+	-/-- <sup>86</sup>	0	++	++	0	+	+/- <sup>86</sup>	0	ja/nee <sup>86</sup>
K2	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een kleiverwerkend bedrijf	+	-/-- <sup>86</sup>	0	++	++	++	+	+/- <sup>86</sup>	0	ja/nee <sup>86</sup>
K3	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een kleiverwerkend bedrijf	+	-/-- <sup>86</sup>	0	++	++	+	+	+/- <sup>86</sup>	0	ja/nee <sup>86</sup>
K4	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een kleiverwerkend bedrijf	+	-/-- <sup>86</sup>	0	++	++	+	+	+/- <sup>86</sup>	0	ja/nee <sup>86</sup>
K5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een kleiverwerkend bedrijf	+	-/-- <sup>86</sup>	0	++	++	++	+	+/- <sup>86</sup>	0	ja/nee <sup>86</sup>
K5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een kleiverwerkend bedrijf	+	-/-- <sup>86</sup>	0	++	++	++	+	+/- <sup>86</sup>	0	ja/nee <sup>86</sup>
K6	Coverbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een kleiverwerkend bedrijf	-	-/-- <sup>86</sup>	0	++	++	+	+	+/- <sup>86</sup>	0	nee
K7	Coverbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een kleiverwerkend bedrijf	-	-/-- <sup>86</sup>	0	++	++	+	+	+/- <sup>86</sup>	0	nee

<sup>86</sup> naargelang al dan niet voldaan is aan de voorwaarden vastgelegd in de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval



Code	Omschrijving	Techn.	Milieu							Econ.	BBT
		Status	Lucht	Water	Bodem	Afval	Energie	Materialen	Gloobaal	Kostprijs	
K8	Coverbranding van ontwaterd slib in een kleiverwerkend bedrijf	+	-/-- <sup>86</sup>	+	++	++	++ <sup>87</sup>	+	+/- <sup>86</sup>	0	ja/nee <sup>86</sup>
K9	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een kleiverwerkend bedrijf	+	-/-- <sup>86</sup>	0	++	++	++ <sup>87</sup>	+	+/- <sup>86</sup>	0	ja/nee <sup>86</sup>
N1	Natte oxidatie van ingedikt slib	-	0	-	++	0		-		<sup>88</sup>	nee
N2	Natte oxidatie van vergist ingedikt slib	-	0	-	++	0		-		<sup>88</sup>	nee
P	Pyrolyse	-	-	0	++	+/ <sup>79</sup>		-/ <sup>89</sup>			nee
G	Vergassing	-	-	0	++	+/ <sup>79</sup>		-/ <sup>90</sup>			nee
GL	Verglazing	+	-	0	++	++	--	+ <sup>91</sup>	-		nee

<sup>87</sup> indien het ontwaterde slib in het grondstofmengsel wordt gemengd en het grondstofmengsel gedroogd wordt met restwamte afkomstig van de bakovens

<sup>88</sup> volgens Vartech 'concurrentieel prijsniveau'

<sup>89</sup> afhankelijk van het feit of de pyrolyseproducten voor materiaalproductie ingezet worden

<sup>90</sup> afhankelijk van het feit of de vergassingsproducten voor materiaalproductie ingezet worden

<sup>91</sup> op voorwaarde dat voor de verglazingsrest een nuttige toepassing wordt gevonden

## 4.2 Bespreking van de BBT

In de BBT-evaluatietabel (Tabel 12) wordt een groot aantal verwerkingssystemen, al dan niet onder voorwaarden, als BBT geëvalueerd. Deze verwerkingssystemen kunnen ingedeeld worden in 4 groepen, naargelang de aard van de eindverwerking:

- gebruik als meststof of bodemverbeterend middel
- gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen
- verbranding, al dan niet samen met andere afvalstoffen
- coverbranding in een cementoven, elektriciteitscentrale of kleiverwerkend bedrijf

In deze paragraaf wordt deze 4 groepen van verwerkingssystemen die als BBT werden geselecteerd onderling vergeleken vanuit milieustandpunt en wordt een rangorde voorgesteld (paragraaf 4.2.1). Verder wordt de huidige toepasbaarheid en beschikbaarheid van deze systemen in Vlaanderen besproken (paragraaf 4.2.2). Zoals zal blijken, zijn de verwerkingssystemen die vanuit milieustandpunt de voorkeur verdienen (gebruik als meststof of bodemverbeterend middel), slechts toepasbaar voor een relatief kleine, weinig gecontamineerde fractie van het in Vlaanderen geproduceerde zuiveringsslib. Voor slib dat niet in aanmerking komt voor deze verwerkingsweg worden de drie overige groepen van verwerkingssystemen als BBT voorgesteld. Tot slot worden voor elke groep verwerkingssystemen de voorwaarden opgelijst waaronder zij als BBT worden beschouwd (paragraaf 4.2.3).

### 4.2.1 Rangorde van de BBT

Overeenkomstig het principe van de ladder van Lansink, wordt bij de selectie van de BBT een hoge prioriteit gegeven aan het aspect hergebruik van materialen. Vanuit deze optiek wordt het gebruik van slib als meststof of bodemverbeterend middel als de meest hoogwaardige verwerkingsoptie beschouwd, temeer daar deze optie ook voor de aspecten lucht, water, afval en kostprijs even goed of beter presteert dan de overige verwerkingsmogelijkheden. Enkel voor het aspect energie levert deze verwerkingsweg minder goede resultaten op dan b.v. de coverbrandingsroutes. Het gebruik als meststof of bodemverbeterend middel is echter slechts voor een relatief kleine, weinig gecontamineerde fractie van het in Vlaanderen geproduceerde zuiveringsslib toepasbaar (zie paragraaf 4.2.2).

↳ *vanuit milieustandpunt hoogst gerangschikte verwerkingssysteem*

- gebruik als meststof of bodemverbeterend middel

Voor slib dat omwille van kwaliteitsredenen niet in aanmerking komt voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel dienen andere, vanuit milieustandpunt minder hoogwaardige verwerkingssystemen als BBT geselecteerd te worden.

Het gebruik in afdichtlagen wordt onder bepaalde voorwaarden als BBT beoordeeld daar ook hier een zekere, zij het laagwaardigere vorm van materiaalrecyclage plaatsvindt (zie paragraaf 4.1.7), en de milieubelasting beperkt blijft. Ook deze BBT is echter beperkt toepasbaar (zie paragraaf 4.2.2).

Verder resteren de verbrandings- en coverbrandingsopties. Op basis van de beschikbare LCA-studies (zie paragraaf 4.1.2) kan geen duidelijke voorkeur voor hetzij verbranding, hetzij coverbranding worden uitgesproken. In het algemeen kan gesteld worden dat de

coverbrandingsroutes iets beter presteren op het domein van gebruik van fossiele brandstoffen en energiegebonden emissies (CO<sub>2</sub>), terwijl de verbrandingsroutes een licht voordeel hebben op het domein van de procesgebonden luchtmissies. Mits voor de coverbranding bijkomende voorwaarden worden opgelegd (zie paragraaf 4.2.3), zijn de verschillen klein en worden verbranding en coverbranding als milieukundig evenwaardig beschouwd.

- ↳ *vanuit milieustandpunt lager gerangschikte verwerkingssystemen*  
(enkel BBT voor slib dat omwille van kwaliteitsredenen niet in aanmerking komt voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel)
- gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen
  - verbranding, al dan niet samen met andere afvalstoffen
  - coverbranding in een cementoven, elektriciteitscentrale of kleiverwerkend bedrijf

## 4.2.2 Beschikbaarheid / toepasbaarheid van de BBT in Vlaanderen

### 4.2.2.1 Gebruik als meststof of bodemverbeterend middel

Het gebruik als meststof of bodemverbeterend middel is wettelijk gezien slechts toegelaten voor slib dat voldoet aan de in Vlarea vastgestelde kwaliteitseisen inzake anorganische en organische polluenten. Voor sterk gecontamineerd slib is gebruik als meststof of bodemverbeterend middel trouwens geen BBT aangezien dit aanleiding geeft tot een te grote bodemverontreiniging. In de praktijk komt een groot gedeelte van het Vlaamse RWZI-slib (> 90 %<sup>92</sup>) om kwaliteitsredenen niet in aanmerking voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel. Probleemparameters zijn o.a. Zn, Cu, Ni en Pb. Voor zuiveringsslib van de voedingsindustrie stellen zich op dit domein analoge, doch relatief minder problemen.

Met betrekking tot het kwaliteitsprobleem dient enerzijds gewezen op het belang van preventieve maatregelen<sup>93</sup> om de kwaliteit van het slib te verbeteren (b.v. afkoppelen van industrieel afvalwater van de openbare riolering, maatregelen m.b.t. productbeleid, sensibilisering van de burger). Door invoering van preventieve maatregelen moet op termijn een verbetering van de slibkwaliteit kunnen verwezenlijkt worden, zodat een grotere fractie van het zuiveringsslib in aanmerking zal komen voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel. Toch wordt verwacht dat er steeds een aanzienlijke fractie van het zuiveringsslib zal blijven bestaan die niet aan de Vlarea normen voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel voldoet.

Opgemerkt wordt dat de in Vlaanderen gehanteerde normen tot de strengste in Europa behoren, zoals wordt aangetoond in bijlage 8. Met name voor Cu en Zn zijn enkel in Nederland strengere voorwaarden van toepassing.

Naast het kwaliteitsprobleem stelt zich met name in de Vlaamse landbouw ook een afzetprobleem (overbemestingsproblematiek). Dit probleem kan in principe opgelost worden door export naar het buitenland. Vooral slib dat is opgewerkt tot een hoogwaardig, gemakkelijk hanteerbaar, stockeerbaar en transporteerbaar product (b.v. compost, gedroogd slib, slib opgewerkt tot kalkmeststof) komt voor export in aanmerking.

<sup>92</sup> Bron: Aquafin

<sup>93</sup> Preventieve maatregelen behoren niet tot het onderzoeksveld van deze studie.

#### **4.2.2.2 Gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen**

In het Vlaams Gewest wordt het gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt slib in afdichtlagen van stortplaatsen tot op heden beschouwd als het storten van afvalstoffen. Dit betekent dat deze toepassing in Vlaanderen tot op heden slechts wordt toegelaten mits milieuheffing voor het storten wordt betaald. In Nederland wordt het gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt slib in afdichtlagen van stortplaatsen aangeduid als een nuttige toepassing van afvalstoffen. In Vlaanderen is een exportvergunning afgeleverd om RWZI-slib tot 1/10/2001 te exporteren naar Nederland waar het opgewerkt wordt tot slecht doorlatend materiaal.

Afgezien van het feit dat deze toepassing in Vlaanderen beschouwd wordt als het storten van afvalstoffen, zijn de afzetmogelijkheden voor deze verwerkingsoptie op termijn afhankelijk van de concurrentie met andere, klassieke afdichtmaterialen en van de aard en de grootte van het toepassingsveld.

#### **4.2.2.3 Verbranding, al dan niet samen met andere afvalstoffen**

Verbranding van Vlaams RWZI-slib gebeurt in de slibverbrandingsinstallatie (wervelbedoven) op de RWZI Brugge. Deze installatie heeft momenteel een verbrandingscapaciteit van 14.000 ton droge stof per jaar. Na renovatie zou deze capaciteit worden opgetrokken tot 20.000 ton droge stof per jaar.

Daarnaast worden kleine hoeveelheden slib bijverbrand in de bestaande roosterovens, b.v. door Indaver. Deze ovens zijn echter niet optimaal uitgerust voor slibverbranding.

Plannen voor de bouw van een bijkomende wervelbedoven waarin slib samen met hoogcalorisch afval zou verbrand worden, zijn in het verleden gestuit op vergunningsproblemen.

#### **4.2.2.4 Coverbranding in een cementoven, elektriciteitscentrale of kleiverwerkend bedrijf**

De Waalse cementindustrie verwerkt gedroogd RWZI-slib uit Vlaanderen in haar installaties. Deze afzetweg zal naar verwachting ook in de toekomst beschikbaar blijven. In het kader van de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval zullen op termijn wel strengere milieuvoorwaarden van toepassing worden.

Electrabel heeft in het verleden gedroogd RWZI-slib meeverbrand<sup>94</sup> in een aantal van haar poederkoolcentrales. De coverbranding gebeurde in centrales die niet zijn uitgerust met een ontzwavelingstrap. Onder deze voorwaarden wordt de coverbranding niet als BBT beschouwd (zie paragraaf 4.2.3), en is zij vanaf 1/1/2001 ook door de Vlarea wetgeving niet meer toegelaten. Bovendien gebeurde de coverbranding tot op heden onder het statuut van secundaire grondstof. Met de inwerkingtreding van de nieuwe Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.3.c) zal dit in de toekomst niet meer mogelijk zijn, en zal de coverbranding als afvalverbranding worden beschouwd, hetgeen bijkomende milieuverplichtingen met zich meebrengt. Gelet op

<sup>94</sup> Contractueel werd in de periode van april 1999 tot eind 2000 1000 ton gedroogd RWZI-slib per maand afgenomen.

de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval zullen deze milieuvorwaarden in de toekomst nog verder verstrengen. Op dit moment is het niet duidelijk in hoeverre Electrabel onder deze omstandigheden nog bereid zal zijn om in de toekomst gedroogd zuiveringsslib mee te verbranden. Het feit dat elektriciteit opgewekt uit RWZI-slib in aanmerking komt voor het verkrijgen van groene stroomcertificaten kan mogelijk een drijfveer zijn.

Een gedeelte van het in Vlaanderen geproduceerde zuiveringsslib wordt tevens coverbrand in de Duitse bruinkoolcentrales.

Coverbranding van gedroogd slib in de kleiverwerkende nijverheid wordt tot nog toe niet uitgevoerd in Vlaanderen, en het is nog zeer twijfelachtig of dit in de toekomst wel het geval zal zijn. Op dit moment heeft slechts 1 bedrijf, producent van geëxpandeerde kleiaggregaten een zeer voorwaardelijke interesse hiervoor uitgesproken.

#### **4.2.2.5 Conclusie**

Gebruik als meststof en bodemverbeterend middel, hetzij in de Vlaamse landbouw, hetzij via export, is slechts toepasbaar voor een relatief kleine, weinig gecontamineerde fractie van het in Vlaanderen geproduceerde zuiveringsslib. Voor het slib dat omwille van kwaliteitsproblemen niet in de landbouw kan afgezet worden, is op dit moment binnen Vlaanderen onvoldoende verwerkingscapaciteit aanwezig om de geproduceerde hoeveelheden via de BBT te kunnen verwerken (verbranding, coverbranding door Electrabel). Export buiten de regio vangt het tekort aan Vlaamse verwerkingscapaciteit gedeeltelijk, doch niet geheel op (afdichting van Nederlandse stortplaatsen, coverbranding in de Waalse cementindustrie of in de Duitse bruinkoolcentrales).

#### **4.2.3 Voorwaarden opgelegd aan de BBT**

In deze paragraaf worden voor elk van de 4 groepen BBT voorwaarden opgesteld waaraan moet voldaan zijn opdat het verwerkingssysteem als BBT wordt beschouwd. Het betreft hier voorwaarden inzake slibkwaliteit, voorwaarden inzake voorbehandeling van het slib, en voorwaarden inzake procesvoering en emissiebeperkende maatregelen.

Aangezien de BBT-evaluatie in deze studie werd uitgevoerd op het niveau van de verwerkingssystemen in hun geheel, en niet op het niveau van de individuele verwerkingsprocessen waaruit deze zijn samengesteld, worden hier enkel voorwaarden opgesteld die van belang zijn bij de evaluatie op het niveau van het volledige verwerkingssysteem. Bijkomend dient voor elk verwerkingssysteem vanzelfsprekend als voorwaarde gesteld te worden dat in elk individueel verwerkingsproces dat er deel van uitmaakt, de voor het betrokken proces geldende BBT maatregelen worden toegepast. Aangezien de BBT voor individuele verwerkingsprocessen niet systematisch onderzocht zijn in deze studie, wordt de toepassing van de geldende milieureglementering verondersteld overeen te komen met de verplichting de BBT toe te passen.

Dit hieronder opgestelde voorwaarden dienen dus beschouwd te worden als een aanvulling op de reeds geldende milieuwetgeving.

#### 4.2.3.1 *Gebruik als meststof of bodemverbeterend middel*

- Het slib dient minstens één van de wettelijk vereiste behandelingenprocessen (zie paragraaf 2.3.1) te hebben ondergaan of aan bepaalde hygiënische kwaliteitseisen te voldoen (cfr. Europese regelgeving). Het slib kan zowel in vloeibare, ontwaterde of gedroogde vorm alsook onder vorm van slibcompost, kalkmeststof of zwarte grond worden toegepast.
- Het behandeld slib dient inzake gehalte aan anorganische en organische verontreinigingen te voldoen aan de wettelijke concentratie-eisen ter zake (zie paragraaf 2.3.1). Indien tijdens het behandlingsproces toeslagstoffen aan het slib werden toegevoegd, mag het voldoen aan de concentratie-eisen niet louter het gevolg zijn van het verdunningseffect.
- Indien het slib vooraf thermisch gedroogd wordt, dient voor de droging in de mate van het mogelijke gebruik gemaakt te worden van restwarmte. Bij onvoldoende beschikbaarheid van restwarmte mag voor de slibdroging ook gebruik gemaakt worden van biogas (afkomstig van de slibgisting) of fossiele brandstoffen. In geval van droging met fossiele brandstoffen dient het slib vooraf vergist te zijn.

#### 4.2.3.2 *Gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen*

- Gebruik in afdichtlagen is enkel BBT voor slib dat *niet* voldoet aan de kwaliteitseisen die door de Vlaamse wetgeving worden opgelegd voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel.
- Het slib dient opgewerkt te worden tot slecht doorlatend materiaal dat voldoet aan de technische kwaliteitseisen voor gebruik in afdichtlagen (o.a. permeabiliteit, waterhoudend vermogen, stabiliteit, scheurbestendigheid, droogtekrimpgevoeligheid, zettingsvermogen). Overeenkomstig Artikel 5.2.4.3.6 van Vlarem II dient het slecht doorlatend materiaal als een continue laag te worden aangebracht over het volledige stortterrein, en dient de slecht doorlatende laag inzake doorlatendheid gelijkwaardig te zijn aan een laag van 0,5 m dikte met een k-waarde die kleiner dan of gelijk aan  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s is.
- Voor de aanmaak van tot slecht doorlatend materiaal wordt voor de slibfractie bij voorkeur gebruik gemaakt van slib dat wegens zijn lage energie-inhoud moeilijk thermisch valoriseerbaar is.
- Er dient te worden gegarandeerd dat toepassing van het materiaal geen nadelige gevolgen voor het milieu kan hebben. Dit is mogelijk door het creëren van een beoordelingskader voor het gebruik in afdichtlagen (zie paragraaf 5.2.1).

#### 4.2.3.3 *Verbranding, al dan niet samen met andere afvalstoffen*

- Verbranding is enkel BBT voor slib dat *niet* voldoet aan de kwaliteitseisen die door de Vlaamse wetgeving worden opgelegd voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel.
- Het slib kan zowel in ontwaterde als in gedroogde vorm verbrand worden, en mag vooraf al dan niet vergist zijn.
- Indien het slib vooraf thermisch gedroogd wordt, dient voor de droging in de mate van het mogelijke gebruik gemaakt te worden van restwarmte. Bij onvoldoende beschikbaarheid van restwarmte mag voor de slibdroging ook gebruik gemaakt worden van biogas (afkomstig van de slibgisting) of fossiele brandstoffen.
- De bij de verbranding vrijkomende warmte dient zoveel mogelijk nuttig te worden gebruikt.
- Verbranding van ontwaterd slib dient minstens autotherm te gebeuren, d.i. zonder inzet van fossiele brandstoffen of biogas als steunbrandstof. Het gebruik van gedroogd slib als

steunbrandstof is wel toegelaten, op voorwaarde dat het slib gedroogd werd met restwarmte afkomstig uit de rookgassen van de slibverbranding. Wanneer het slib samen met andere afvalstoffen in een afvalverbrandingsinstallatie wordt verbrand, kunnen deze (hoger calorische) als steunbrandstof fungeren.

- De verbrandingsinstallatie dient te voldoen aan de milieuvorwaarden die worden vastgelegd door de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval (zie paragraaf 2.3.5).

#### **4.2.3.4 Coverbranding in een cementoven, elektriciteitscentrale of kleiverwerkend bedrijf**

- Coverbranding is enkel BBT voor slib dat *niet* voldoet aan de kwaliteitseisen die door de Vlaamse wetgeving worden opgelegd voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel.
- Het slib dient in gedroogde vorm meeverbrand te worden. In een elektriciteitscentrale mag ook ontwaterd slib meeverbrand worden, op voorwaarde dat de coverbranding het rendement van de centrale niet of slechts beperkt negatief beïnvloedt<sup>95</sup>. In een kleiverwerkend bedrijf mag ontwaterd slib verwerkt worden op voorwaarde dat dit slib bijgemengd wordt in het grondstofmengsel en het grondstofmengsel gedroogd wordt met restwarmte afkomstig van de bakovens.
- Als energiebron voor de droging dient in de mate van het mogelijke gebruik gemaakt te worden van restwarmte. Bij onvoldoende beschikbaarheid van restwarmte mag voor de slibdroging ook gebruik gemaakt worden van biogas (afkomstig van de slibgisting) of fossiele brandstoffen.
- De coverbrandingsinstallatie dient te voldoen aan de milieuvorwaarden die worden vastgelegd door de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval (zie paragraaf 2.3.5).

---

<sup>95</sup> b.v. in een bruinkoolcentrale, of in een poederkoolcentrale indien het rendementsverlies van de centrale tengevolge van het drogen van het slib in de kolenmalers beperkt blijft tot max. 0,1 % per % bijgestookt slib (op droge stof basis).





## **HOOFDSTUK 5: AANBEVELINGEN OP BASIS VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN**

In dit hoofdstuk worden een aantal beleidsaanbevelingen gemaakt om de beschikbaarheid en toepasbaarheid van de BBT voor slibverwerking binnen Vlaanderen te verhogen.

De aanbevelingen hebben betrekking op:

- verbetering van de slibkwaliteit door middel van preventieve maatregelen
- verhogen en verzekeren van de slibverwerkingscapaciteit in Vlaanderen

### **5.1 Verbetering van de slibkwaliteit door middel van preventieve maatregelen**

Gebruik als meststof of bodemverbeterend middel geniet vanuit milieustandpunt de voorkeur boven alle andere slibverwerkingssystemen (zie paragraaf 4.2.1). Deze BBT is echter slechts beperkt toepasbaar aangezien een grote fractie van het Vlaamse zuiveringsslib niet voldoet aan de kwaliteitseisen die door Vlarea gesteld worden voor het gebruik van slib als meststof of bodemverbeterend middel (zie paragraaf 4.2.2.1). Om de toepasbaarheid van deze BBT te verhogen wordt voorgesteld om te streven naar een kwaliteitsverbetering van het zuiveringsslib door onderzoek naar en implementatie van preventieve maatregelen. Voor het RWZI-slib dient hier naast een verderzetting van het afkoppelingsbeleid<sup>96</sup> ook aandacht besteed te worden aan een reductie van de hoeveelheid schadelijke stoffen die tengevolge van hun aanwezigheid in o.a. detergents, cosmetica, medicijnen, diervoeding, leidingen enz. in de riolering en dus in het zuiveringsslib terecht komen. Hiertoe kunnen maatregelen op het domein van het productbeleid en sensibilisering van de bevolking doorgevoerd worden.

---

<sup>96</sup> afkoppelen van industrieel afvalwater van de openbare riolering

## **5.2 Verhogen en verzekeren van de slibverwerkingscapaciteit in Vlaanderen**

Zoals gesteld in paragraaf 4.2.2 beschikt Vlaanderen op dit moment over onvoldoende verwerkingscapaciteit om de hoeveelheid zuiveringsslib die omwille van kwaliteitsredenen niet in de landbouw kan afgezet worden, via de BBT te verwerken. Voor deze slibfractie werden 3 groepen van verwerkingssystemen als BBT voorgesteld:

- gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen
- verbranding, al dan niet samen met andere afvalstoffen
- coverbranding in een cementoven, elektriciteitscentrale of kleiverwerkend bedrijf

Tussen deze drie groepen van verwerkingssystemen kan, mits telkens voldaan is aan de voorwaarden die opgelijst zijn in paragraaf 4.2.3, vanuit milieustandpunt geen voorkeur worden uitgesproken. Om te verzekeren dat in de toekomst al het in Vlaanderen geproduceerde zuiveringsslib via de BBT kan worden verwerkt, dient de gezamenlijke capaciteit van deze drie verwerkingssystemen opgetrokken te worden. Strategieën die hiertoe, al dan niet parallel, kunnen toegepast worden, zijn:

### **5.2.1 Creëren van een beoordelingskader voor het gebruik in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen**

Om te garanderen dat het gebruik van tot slecht doorlatend materiaal in afdichtlagen geen nadelige gevolgen voor het milieu kan hebben, dient men voor deze toepassing specifieke milieuhygiënische voorwaarden voor de gebruikte inputafvalstoffen en/of het eindmateriaal vast te stellen (b.v. grenswaarden inzake uitloogbaarheid, verontreinigingsgraad en herkomst van gebruikte bodems<sup>97</sup>) en specifieke toepassingsvoorwaarden die gelden voor afdichtlagen van stortplaatsen (waaronder afdek met ondoordringbaar folie) af te bakenen. Tevens zijn ook technische parameters (b.v. permeabiliteit, waterhoudend vermogen, stabiliteit, scheurbestendigheid, droogtekrimpgevoeligheid, zettingsvermogen) van belang bij de beoordeling.

### **5.2.2 Vergunning van bijkomende slibverbrandingscapaciteit**

De slibverbrandingscapaciteit in Vlaanderen is beperkt. Tenzij door middel van contractuele afspraken met b.v. Electrabel en/of de Waalse cementindustrie de capaciteit voor coverbranding van slib kan uitgebreid en verzekerd worden (zie paragraaf 5.2.3), is bijkomende slibverbrandingscapaciteit noodzakelijk opdat al het in Vlaanderen geproduceerde zuiveringsslib in de toekomst via de BBT zal kunnen verwerkt worden. Voor de voorwaarden die gesteld moeten worden bij de vergunning wordt verwezen naar paragraaf 4.2.3.3.

Indien geen bijkomende verbrandingscapaciteit vergund wordt, zal minstens een gedeelte van het geproduceerde zuiveringsslib niet via de BBT kunnen verwerkt worden, en b.v. gestort moeten worden.

---

<sup>97</sup> Hierbij kan het beleid sturend optreden om het gebruik te vermijden van gronden die dienen te worden gesaneerd.

### **5.2.3 Langdurige contractuele afspraken m.b.t. coverbranding**

Door coverbranding van zuiveringsslib in de cementindustrie, elektriciteitscentrales of in de kleiverwerkende nijverheid kan in principe minstens een gedeelte van het huidige tekort aan verwerkingscapaciteit ingevuld worden. Mits de coverbranding gebeurt volgens de voorwaarden opgelijst in paragraaf 4.2.3.3 wordt deze coverbranding milieukundig evenwaardig beschouwd aan verbranding en dus als BBT geëvalueerd.

Op dit moment is het met name voor de elektriciteitscentrales en de kleiverwerkende nijverheid onduidelijk in hoeverre deze sectoren in de toekomst bereid zullen zijn zuiveringsslib mee te verbranden in hun installaties, o.a. gelet op de bijkomende milieuverplichtingen die dergelijke coverbranding met zich meebrengt, en de vrees dat de coverbranding het bedrijfsimago negatief zou beïnvloeden. De afzetweg via coverbranding is dus onzeker. Door het maken van langdurige contractuele afspraken met de coverbranders kan de verwerkingscapaciteit via coverbranding eventueel uitgebreid en in elk geval verzekerd worden.



## HOOFDSTUK 6: SUGGESTIES VOOR ECOLOGIESTEUN

### 6.1 Inleiding

Bedrijven die investeren in Vlaanderen kunnen daarvoor subsidies krijgen van de Vlaamse Overheid. De voorwaarden die gelden bij het toekennen van deze steun worden beschreven in de richtlijnen VL7<sup>98</sup> en MGB3<sup>99</sup>, ter uitvoering van de economische expansiewetgeving. Naast algemene investeringssteun, kan specifieke steun worden toegekend aan ondernemingen indien zij ecologie-investeringen doen.

Op 1 november 1998 werden nieuwe richtlijnen terzake van kracht. Daarin wordt de investeringssteun voor kleine ondernemingen vastgelegd op 20 %. Voor (middel)grote ondernemingen wordt onderscheid gemaakt tussen procesgeïntegreerde technieken (12 %), energiebesparing (10 %) en end-of-pipe technieken (8 %). Daarenboven wordt een vrijstelling van onroerende voorheffing op de ecologische investeringen toegekend voor vijf jaar.

Wel moet het toegekende bedrag minimum 100.000 BEF bedragen en dient de tewerkstelling gedurende 2,5 jaar behouden te blijven.

De praktische uitwerking van de ecologie-investeringssteun is toevertrouwd aan de Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie (ANRE) van de Administratie Economie van het Vlaams Gewest<sup>100</sup>.

Een *ecologie-investering* wordt omschreven als “*een milieu-investering gericht op de vermindering van de belasting van het milieu door het invoeren van een verbeterde techniek in het productieproces of door het toepassen van zuiveringstechnieken. Deze investering moet een duidelijke meerkost hebben ten opzichte van een klassiek of standaardinvestering en de meerinvestering moet specifiek gericht zijn naar één van volgende milieu-aspecten:*”

- *grondstoffenbesparing;*
- *energiebesparing;*
- *milieu-ontlasting t.a.v. lucht, water, bodem, afval of geluid.”*

In deel 1 van de richtlijn staan een aantal criteria vermeld die gehanteerd worden om te besluiten of een investering al dan niet van ecologiesteun kan genieten. De belangrijkste worden hieronder toegelicht:

1. De nieuwe investeringen dienen betere resultaten op te leveren dan verplicht door wettelijke reglementering:
  - investeringen die gericht zijn op het voldoen aan bestaande normen of andere wettelijke verplichtingen komen *niet* in aanmerking;
  - investeringen gericht op het voldoen aan toekomstige normen of andere verplichtingen komen wel in aanmerking, indien de bestaande installatie *meer dan twee jaar oud* is

<sup>98</sup> De administratieve richtlijnen VL7 gelden voor kleine ondernemingen en zijn opgesteld ter uitvoering van de Economische Expansiewet van 4 augustus 1978.

<sup>99</sup> De administratieve richtlijnen MGB3 gelden voor middelgrote en grote ondernemingen en zijn opgesteld ter uitvoering van de wet van 30 december 1970 betreffende de economische expansie en het decreet van 15 december 1993 tot bevordering van de economisch expansie in het Vlaamse Gewest.

<sup>100</sup> ANRE, Markiesstraat 1, 1000 Brussel; tel.: 02/507.31.11

en de investeringen *meer dan één jaar* voor het van kracht worden van deze nieuwe normen / verplichtingen uitgevoerd worden;

- ook de investeringen gericht op het bereiken van een beduidend hoger niveau van bescherming van het milieu dan bij de verplichte normen is vereist, komen in aanmerking.
- 2. Enkel de *meerkost* ten opzichte van de standaardinvestering komt in aanmerking.
- 3. Er mogen geen “*zwartelijststoffen*” (aangegeven in deel 4 van de richtlijn) gebruikt worden als actieve stof (i.e. als grondstof, halffabrikaat, hulpstof of eindproduct) tenzij aangetoond wordt dat er geen technisch en economisch haalbaar alternatief bestaat.
- 4. Enkel het specifiek *ecologisch gericht gedeelte* komt in aanmerking voor ecologiesteun.
- 5. Ecologie-investeringen dienen vooral gericht te zijn op een *structurele aanpassing* van het productieproces.
- 6. Voorkeur voor *procesgeïntegreerde technieken* boven end-of-pipe oplossingen (cf. 12 %, respectievelijk 8 % steun).
- 7. *Evidente* maatregelen die op minder dan twee jaar terugverdiend worden, komen niet in aanmerking.

Deel 2 van de richtlijn geeft een niet-limitatieve lijst van technieken die in aanmerking komen voor ecologiesteun. Ook andere technieken kunnen in aanmerking komen, indien de aanvrager het ecologisch belang voldoende kan motiveren. De lijst in deel 2 bevat algemene technieken die in vele sectoren kunnen toegepast worden. Indien een bepaalde techniek niet voorkomt in deze algemene lijst, dient men na te gaan of de techniek niet opgenomen is in de sectorale lijst van deel 3.

Deel 3 bevat een niet-limitatieve lijst van technieken, gegroepeerd per sector. De opgesomde technieken kunnen genieten van ecologiesteun omdat ze voor die sector beschouwd worden als beste beschikbare technieken. Tevens wordt in deel 3 per sector nagegaan welke zwartelijststoffen toelaatbaar zijn omdat er geen technisch en economisch haalbare alternatieven bestaan.

## **6.2 Voorstel van technieken voor slibverwerking die in aanmerking kunnen komen voor ecologiesteun**

Technieken die niet als BBT werden geselecteerd om technische en/of economische redenen, doch die milieukundig beter scoren dan de technieken die wel als BBT werden geselecteerd, worden voorgesteld als mogelijke kandidaten voor ecologiesteun. Volgende technieken komen hiervoor in aanmerking :

- slibdrogers met mechanische damprecompressie (zie Technische Fiche A25 in bijlage 3)
- slibdrogers met meertrapsindamping (zie Technische Fiche A26 in bijlage 3)
- thermische en/of chemische behandelingen van het slib die erop gericht zijn de vergistbaarheid en/of de ontwaterbaarheid te verbeteren, b.v. d.m.v. thermische hydrolyse (zie Technische Fiche D1 in bijlage 6) of oxidatie met ozon (zie Technische Fiche A7 in bijlage 3)





## BIBLIOGRAFIE

An., *Slibafvoerplan Vlaanderen*, Aquafin, Directie Planning, Afdeling Technologie, november 1993.

An., *Kemira wil tweede Krepro installatie bouwen voor terugwinnen fosfaat uit zuiveringsslib*, MilieuTechnologie Nr. 14, 2000

Baeyens, J., Hosten L. en Van Vaerenbergh E., *Afvalwaterzuivering, Deel VI. Slibverwerking*, Stichting Leefmilieu, 1995

Belouschek H.P., *Untersuchungen zur Tiefenabhängigen Elution der mineralischen Oberflächenabdichtung der Probefelder auf der Deponie Twente*, Rapport Terrachem, november 1999

Bonquet W., Bartholomeeusen W. en Ockier P., *Slib als bron van energie*, Het Ingenieursblad 6-7, 2000

BUWAL, *Abfallentzorgung in Zementwerken*, Bern, 1997.

BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH, *Ecodumping by Energy Recovery, A report on Distortions of Environmental Standards between Disposal and Recovery and approaches to overcome them*, Client: European Environmental Bureau (EEB), january 2001

Caddet, *Technical Brochure 'Biogas from a mixture of sewage sludge and animal and industrial wastes'*, 1997

Caddet, *Technical Brochure 'Continuous composter converts municipal sewage sludge into fertiliser and heat'*, 1997

Caddet, *Technical Brochure 'Electricity, heat and fertiliser from source separated household waste and sewage sludge'*, 1999

Caddet, *Technical Brochure 'Thermal hydrolysis improves efficiency of sewage sludge treatment'*, 2000

Chassot G. M. en Candinas T., *Ökobilanz verschiedener Entsorgungsmöglichkeiten für Klärschlamm*, GWA 7/98, p. 544, 1998

CUR, *Afdichtingslagen met waterglas voor stortplaatsen, Systematiek voor de milieuhygiënische beoordeling*, rapport 2000-4, CUR (Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving), Gouda, 2000

de Bekker P., *Van VerTech tot Vartech, 1994 – 1999*, Neerslag 99/II, 1999

Debellefontaine H. en Foussard J. N., *Wet air oxidation for the treatment of industrial wastes. Chemical aspects, reactor design and industrial applications in Europe*, Waste Management 20, 15-25, 2000

Demey D. en Van Meenen P., *Kwantiteit en kwaliteit van waterzuiveringsslib en andere producten afkomstig van de voedingsindustrie afgezet in de landbouw*, studie uitgevoerd in opdracht van de Federatie van de Landbouw- en Voedingsindustrieën (LVN), 1997

Derden A., Vaesen A., Konings F., ten Have P. en Dijkmans R., *Beste Beschikbare Technieken voor het Be- en Verwerken van Dierlijke Mest*, Academia Press, 1998

Devoldere K. en Laethem B., *Controle van organische micropolluenten in slib*, studie uitgevoerd in opdracht van Aquafin, Vito, 1999/GRO/R/047, 1999

Dickens A., *Explosion hazards in sewage sludge drying*, Proceedings of the joint CIWEM Aqua Enviro Consultancy Services 5<sup>th</sup> European Biosolids and Organic Residuals Conference, Ed. Paul Lowe and John A. Hudson, Aqua Enviro Consultancy Services, Wakefield, UK, november 2000

EPT, *AFC Process Description*, 2000

ERM, *Inventarisatie van industriële processen voor verwerking van specifieke afvalstoffen*, studie in opdracht van het BBT-kenniscentrum, tussentijds rapport, juli 2000

Evans T., *An International Perspective on the Sludge Directive Working Document*, Proceedings of the IBC Conference 'Sewage Sludge Disposal, Treatment and Use', London, February 2000

Huybrechts D., Vercaemst P. en Dijkmans R., *Beste Beschikbare Technieken voor de kleiverwerkende nijverheid*, Academia Press, 1999

Juniper Consultancy Services Ltd, *Pyrolysis & gasification of waste: a worldwide technology & business review, Volume 2: Technologies & Processes*, 2000

Karlsson I., *The sludge disposal dilemma in Sweden*, Proceedings of the joint CIWEM Aqua Enviro Consultancy Services 5<sup>th</sup> European Biosolids and Organic Residuals Conference, Ed. Paul Lowe and John A. Hudson, Aqua Enviro Consultancy Services, Wakefield, UK, november 2000

Kenis C. en Vrancken K., *Milieuhygiënische karakterisering van Hydrostab op basis van vliegias van slibverbranding voor aanwending als afdichtlaag voor stortplaatsen*, studie uitgevoerd in opdracht van Geomilieu, Vito, 2000/IMS/R/175, november 2000

Klootwijk M., Verschoor M.J.E., Feenstra L. en Fijman W.J., *Energie-efficiënt drogen en verwerken van slib en mest*, NOVEM, 1998

Krebbeks P.J.A., *Verglazen en kristalliseren van gemeentelijk zuiveringsslib in combinatie met vliegias en andere gevaarlijke afvalstromen*, Life-project, LIFE94/NL/A13/NL/01274/LIM, 1999

Ockier P., *Slibbehandeling*, Gevorderde cursus waterzuivering, TI-KVIV, december 1995

OVAM, *Uitvoeringsplan Organisch-Biologisch Afval*, OVAM, 2000

Rogister, K., *Literatuurstudie over alternatieve eindverwerkingstechnieken voor rioolwaterzuiveringsslib*, Studiecentrum Voor Water, 1994

Scholten, H., *Kan slibverbranding goedkoper ?*, Milieutechnologie, 1996

Smis K., Gellynck X. en Viaene J., *Uitvoeringsplan slib* (in opdracht van OVAM), voorlopige ontwerpstekst dd. 18 september 2000

Stowa, *Compost en zwarte grond uit zuiveringsslib*, 1982

Stowa, *Compendium slibdroging*, Stowa, rapport 91-02, 1991

Stowa, *Compendium slibverbranding*, Stowa, rapport 88-05, 1988

Tize R., *Energie en besparende maatregelen op waterzuiveringsstations*, Gevorderde cursus waterzuivering, TI-KVIV, januari 1996

Tobometal N.V., *Toepassing van een waterdichte Hydrostab -afdichtingslaag*, dossier overhandigd aan OVAM in het kader van de vraag voor erkenning van Hydrostab als nuttige toepassing, februari 2000

Torfs R. en Devoldere K., *Vergelijkende studie van slibverwerkingsopties*, studie uitgevoerd in opdracht van Aquafin, Vito, oktober 1999

Van den Broeck E. en Vergauwen P., *Inventaris en beslisondersteunend systeem technieken voor industriële afvalwaterzuivering en slibverwerking*, TAUW, februari 2000

Vanderborgh B. en Dijkema G., *Perspectieven voor het gebruik van brandbare afvalstoffen in de Belgische en Franse cementindustrie*, TU Delft, 1996

Vanderhaegen B., *Overzicht toluen – situatie in de praktijk van de waterzuiveringsinstallaties van de voedingsindustrie*, Proceedings Fevia Studiedag “Gebruik van slib van de voedingsindustrie in de landbouw”, 8 maart 2000

Weemaes, M., Grootaerd H., Simoens, F., en Verstraete W., *Anaerobic Digestion of ozonized biosolids*, Water Research, 34 (8), 2330-2336, 2000

Witteveen + Bos Raadgevende ingenieurs, *AVI-warmte voor slibverwerking*, Novem, 1994



**LIJST DER AFKORTINGEN**

BZV	Biochemische ZuurstofVraag
BOD	Biological Oxygen Demand
CFB	Circulerend wervelbed (Circulating Fluid Bed)
DRANCO	Dry Anaërobic Conversion
DS	Droge Stof
HVVI	Huisvuilverbrandingsinstallatie
KWS	Koolwaterstoffen
LCA	Levenscyclusanalyse
MDR	Mechanische DampRecompressie
PCDD	Polygechloreerde dibenzodioxines
PCDF	Polygechloreerde dibenzofuranen
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SNCR	Selectieve Niet-katalytische Reductie
TOC	Total Organic Carbon (Totaal Organische Koolstof)
Vlarea	Besluit van de Vlaamse regering tot vaststelling van het Vlaams reglement inzake afvalvoorkoming en –beheer
Vlarem I	Besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning
Vlarem II	Besluit van de Vlaamse Regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne



## BEGRIPPENLIJST

actief slib:	een slibmassa bestaande uit miljoenen microscopisch kleine organismen die organisch materiaal in het te zuiveren afvalwater biologisch afbreken
afdichtlaag:	laag aangebracht op een stortvak waar de stortactiviteiten definitief beëindigd zijn en die het binnendringen van water in de gestorte afvalstoffen moet beletten
afvalverbrandingsinstallatie:	verbrandingsinstallatie (roosteroven of wervelbedoven) waarin slib samen met andere (hoogcalorische) afvalstoffen wordt verbrand
anorganische droge stof:	gloeirest die overblijft wanneer op de droge stof een gloeiing op 600 °C wordt toegepast
autotherm:	zonder toevoeging van externe energiebronnen (met uitzondering van de opstartfase)
BOD:	Biological Oxygen Demand: zie BZV
BZV:	Biochemische Zuurstof Vraag: de hoeveelheid zuurstof per liter verontreinigd water die micro-organismen nodig hebben om de afbreekbare organische stoffen in het afvalwater af te breken (biochemische reactie)
categorie 1 stortplaats:	stortplaats voor bedrijfs- en daarmee vergelijkbare afvalstoffen van voornamelijk anorganische samenstelling
categorie 2 stortplaats:	stortplaats voor niet gevaarlijke huishoudelijke en daarmee vergelijkbare afvalstoffen
conventionele slibverbrandingsinstallatie:	slibverbrandingsinstallatie waarin bij verbranding van ontwaterd slib geen autotherme condities bereikt worden
coverbranding:	gebruik van afval als normale of aanvullende brandstof, of thermische behandeling van afval voor verwijdering in een installatie die in hoofdzaak bestemd is voor de opwekking van energie of de fabricage van materiële producten
droge stof:	gewichtshoeveelheid die overblijft na droging bij een temperatuur van 105 °C, bestaat uit een organisch en een anorganisch gedeelte
droge stofgehalte:	hoeveelheid droge stof per gewichtseenheid slib

eenheidsbewerking:	een proces dat een bepaalde taak binnen een slibverwerkingssysteem verricht (b.v. 'drogen')
eindafdek:	laag aangebracht op een stortvak boven op de afdichtlaag bij de definitieve beëindiging van de stortactiviteiten
gemengd slib:	slib dat ontstaat als het secundair slib in de voorbezinktank samen met het primair slib bezinkt
hoogrendements-slibverbrandingsinstallatie:	slibverbrandingsinstallatie waarin bij verbranding van ontwaterd slib minstens autotherme condities bereikt worden, b.v. d.m.v. een partiële voordroging van het te verbranden slib
meeverbranding:	zie coverbranding
monostortplaats:	stortplaats waar een bepaalde afvalstof die in grote hoeveelheden ontstaat afzonderlijk wordt gestort
organische droge stof:	gloeiverlies dat optreedt wanneer op de droge stof een gloeiing op 600 °C wordt toegepast
oxydatiesloot:	bijzondere uitvoering van waterzuivering door middel van actief slib waarbij het te zuiveren water samen met het slib in sloten circuleert
polyelektrolyt:	organisch polymeer met een groot aantal ladingsgroepen per gewichtseenheid, wordt in geval van mechanische ontwatering aan het slib toegevoegd om de ontwaterbaarheid te verbeteren
primair slib:	slib dat in de voorbezinktank van een waterzuiveringsinstallatie wordt afgescheiden en dat bestaat uit bezinkbare zwevende stoffen
secundair slib:	biologisch slib dat wordt verwijderd uit de actiefslibinstallatie, (het kan gaan om aëroob of anaëroob slib, of om een mengsel van beiden)
slib:	verzamelnaam voor bezinkbare stoffen die worden afgescheiden bij het zuiveren van afvalwater. Men maakt eventueel een onderscheid tussen primair slib en secundair slib (surplusslib, spuislib).
slibverbrandingsinstallatie:	verbrandingsinstallatie waarin uitsluitend slib (geen andere afvalstoffen) wordt verbrand
slibwater:	water dat aanwezig is in het slib of door behandeling uit het slib werd verwijderd



spuislib:	zie secundair slib
steekvastheid:	omvat de stortbaarheid en de weerstand tegen afschuiving, zoals gemeten door de vintest (meetmethode uit de grondmechanica)
stortplaats:	elke plaats in of op de bodem die wordt gebruikt om afvalstoffen te bergen voor onbepaalde tijd
surplusslib:	zie secundair slib
vers slib:	slib dat uit de waterzuivering wordt onttrokken
verwerkingssysteem:	een aaneenschakeling van diverse eenheidsbewerkingen (b.v. 'storten van gedroogd vergist slib')
zwarte grond:	grondmengsel dat dient tot verbetering van het groeimilieu op voor de plantengroei niet of weinig geschikte gronden



# BIJLAGEN



**BIJLAGEN**

Bijlage 1: De leden van het begeleidingscomité .....	111
Bijlage 2: Gecontacteerde bedrijven .....	113
Bijlage 3: Technische fiches deel A: voorbehandelingstechnieken .....	115
Bijlage 4: Technische fiches deel B: eindverwerkingstechnieken .....	177
Bijlage 5: Technische fiches deel C: specifieke installaties .....	221
Bijlage 6: Technische fiches deel D: innovatieve technologieën .....	251
Bijlage 7: Berekening van energiebalansen .....	259
Bijlage 8: Samenstellingsvoorwaarden voor gebruik van slib in de landbouw .....	275
Bijlage 9: Samenstellingsvoorwaarden voor gebruik van afvalstoffen als brandstof .....	277



**BIJLAGE 1: DE LEDEN VAN HET BEGELEIDINGSCOMITÉ**

Dhr. Willy Bartholomeeussen  
 Aquafin  
 Dijkstraat 8  
 2630 AARTSELAAR

Mevr. Martine Blondeel  
 Aminimal Lucht  
 Koning Albert II-laan 20  
 1000 BRUSSEL

Mevr. Claire Bosch  
 Fevia  
 Kortenberglaan 172  
 1000 BRUSSEL

Dhr. Luc Debaene  
 OVAM  
 Kan. De Deckerstraat 22-26  
 2800 MECHELEN

Dhr. Gilbert Degroote  
 Aminimal Milieuvergunningen  
 Copernicuslaan 1 bus 8  
 2018 ANTWERPEN

Mevr. Marjan Degroote  
 Aminabel – cel MER  
 Koning Albert II-laan 20  
 1000 BRUSSEL

Dhr. Frank Delaere  
 Aquafin  
 Dijkstraat 8  
 2630 AARTSELAAR

Dhr. Mark Draeck  
 ANRE  
 Markiesstraat 1  
 1000 BRUSSEL

Dhr. Stefan Kestens  
 VMM  
 A. Van De Maelestraat 96  
 9320 EREMBODEGEM

Dhr. Erwin Lamot  
 Amylum Europe N.V.  
 Burchtstraat 10  
 9300 AALST

Dhr. Bart Martens  
 BBL  
 Tweekerkenstraat 47  
 1000 BRUSSEL

Dhr. Georges Mertens  
 Aminimal – Water  
 Alhambragebouw, E. Jacquainlaan 20 bus 5  
 1000 BRUSSEL

Mevr. An Nachtergaele  
 Fevia  
 Kortenberglaan 172  
 1000 BRUSSEL

Dhr. Paul Ockier  
 Aquafin  
 Dijkstraat 8  
 2630 AARTSELAAR

Mevr. Myriam Rosier  
VMM  
A. Van De Maelestraat 96  
9320 EREMBODEGEM

Dhr. Kurt Sannen  
Natuurreservaten vzw  
Koninklijke St.-Mariastraat 105  
1030 BRUSSEL

Mevr. Martine Swerts  
Aminal Land  
Koning Albert II-laan 20  
1000 BRUSSEL

Mevr. Krista Vervliet  
Aminabel – NTMB  
Koning Albert II-laan 20  
1000 BRUSSEL

Mevr. Marjoleine Weemaes  
Aquafin  
Dijkstraat 8  
2630 AARSTELAR

Dhr. Wim Wouters  
Brouwerij Alken Maes  
Stationsstraat 2-10  
3570 ALKEN



**BIJLAGE 2: GECONTACTEERDE BEDRIJVEN****AQUAFIN**

Dhr. Willy Bartholomeeusen,  
 Dhr. Wouter Bonquet,  
 Mevr. Dina De Vadder,  
 Mevr. Marjoleine Weemaes  
 Dijkstraat 8  
 2630 AARTSELAAR

**ARGEX**

Dhr. Gaston Dirickx,  
 Dhr. Kurt Vernimmen  
 Kruibeeksesteenweg 227-229  
 2070 BURCHT (Zwijndrecht)

**BELGISCHE BAKSTEENFEDERATIE**

Mevr. Kristin Aerts  
 Dhr. Giovanni Peirs  
 Visverkopersstraat 13, bus 22  
 1000 BRUSSEL

**CARGILL N.V.**

Dhr. Stephan Ghekiere  
 Prins Albertlaan 12  
 8870 IZEGEM

**DEC, Divisie Slib (voorheen Silt)**

Dhr. Jef De Brabandere  
 Slibrecyclagecentrum Ruisbroek  
 Nijverheidsstraat 13  
 2870 PUURS

**DECKX Alg. Ond. N.V.**

Dhr. J. Vanroye  
 Goormansdijk 15  
 2480 DESSEL

**DE NUL (Envisan, MAV)**

Mevr. Janssens  
 Scheepzatestraat 3  
 9000 GENT

**ELECTRABEL**

Dhr. Y. Ryckmans  
 Dhr. Henri Toté  
 Regentstraat 8  
 1000 BRUSSEL

**HOLDERBANK**

Dhr. Bruno Vanderborcht  
 Louisalaan 489 (12°)  
 1050 BRUSSEL

**INDAVER**

Dhr. Nick Alderweireldt  
 Poldervlietweg  
 2030 ANTWERPEN

**INDAVER**

Mevr. Mariet Jaspers  
 Dijle 17A  
 2800 MECHELEN

**Nederlandse Slibverglazingsmaatschappij**

Dhr. Peter Krebbeks  
 Postbus 1125  
 6201 BC MAASTRICHT (Nederland)

RHEINBRAUN  
Dhr. B. Röper  
Stüttgenweg 2  
50935 KÖLN (Duitsland)

SEGHERS BETTER TECHNOLOGY  
Dhr. Ronald Tize  
Hoofd 1  
2830 WILLEBROEK

Slachthuis DE RESE  
Dhr Roger De Rese  
Torhoutsteenweg 237  
8210 ZEDELGEM

SOBRY  
Dhr. Wim Deforsche  
Dhr. Geert Schoutteten  
Regenbeekstraat 7c  
8800 ROESELARE (Rumbeke)

TOBO Metal  
Dhr. Tony Borgmans  
Dorp 11D  
3920 LOMMEL

Vereniging der Belgische Dakpannenfabricanten  
Mevr. Anita Ory  
Ter Bede Business Center, Kapel Ter Bede 86  
8500 KORTRIJK

WATCO  
Dhr. Bert Straetmans  
Westvaardijk 83  
1850 GRIMBERGEN

O.W.S.  
Dhr. Winfried Six  
Dok Noord 4  
9000 GENT

**BIJLAGE 3: TECHNISCHE FICHES DEEL A:  
VOORBEHANDELINGSTECHNIEKEN**

A1.	Gravitaire indikking.....	117
A2.	Flotatie indikking.....	120
A3.	Mechanische indikking met zeefband (= indiktafel) .....	122
A4.	Mechanische indikking met zeeftrommel.....	124
A5.	Mechanische indikking met decanteercentrifuge .....	126
A6.	Mechanische indikking met nozzle centrifuge .....	128
A7.	Anaërobe stabilisering (slibgisting).....	130
A8.	Aërobe stabilisering.....	134
A9.	Chemische stabilisering.....	136
A10.	Fysische conditionering.....	137
A11.	Thermische conditionering .....	138
A12.	Chemische conditionering .....	140
A13.	Natuurlijke ontwatering (lagunes of droogbedden) .....	142
A14.	Mechanische ontwatering met kamerfilterpers.....	144
A15.	Mechanische ontwatering met zeefbandpers.....	146
A16.	Mechanische ontwatering met decanteercentrifuge .....	148
A17.	Mechanische ontwatering met roterende vacuümtrommelfilter .....	150
A18.	Solidificatie (mogelijk in combinatie met immobilisatie).....	152
A19.	Opwerking tot slecht doorlatend materiaal (type Hydrostab ) .....	154
A20.	Opwerking tot zwarte grond.....	157
A21.	Opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar (type Agroviro ) .....	159
A22.	Compostering .....	162
A23.	Droge slibgisting.....	165
A24.	Droging in een conventionele droger .....	168
A25.	Droging met mechanische damprecompressie (MDR) .....	172
A26.	Droging met meertrapsindamping (Carver-Greenfield) .....	174



## A1. Gravitaire indikking

### Doel

Bij slibindikking wordt een groot gedeelte van het zogenaamde vrije slibwater, dat geen bindingskrachten met het slib heeft en +/- 70 % van het totaal watergehalte van het slib uitmaakt, afgescheiden. Hierbij stijgt het droge stofgehalte en wordt het volume van het slib tot meer dan de helft gereduceerd. Dit is zeer belangrijk enerzijds naar daaropvolgende slibbehandelingsstappen, zoals b.v. slibgisting en ontwatering, en anderzijds naar vloeibaar transport toe.

Bij gravitaire indikkingstechnieken gebeurt de waterafscheiding onder invloed van de zwaartekracht.

### Proces- en installatiebeschrijving

Gravitaire indikkers worden meestal uitgevoerd als ronde tanks met een hellende bodem. Bij het inbrengen van het slib bovenaan in de indikker zal het slib eerst bezinken (consolidatiezone), vervolgens verder indikken onder invloed van de druk van bovenliggende sliblagen (compressiezone) en tenslotte onderaan in de tank naar het midden verschoven en afgelaten worden (slibruimzone). Het slibwater neemt het bovenste deel van de indikker in (waterzone).

Gravitaire slibindikkers kunnen op verschillende manieren uitgevoerd zijn:

#### *Indikbuffer:*

Een indukbuffer bestaat uit een ronde tank met een mixer en vervult naast de indikfunctie ook de functie van buffering. Gezien de lange verblijftijd in de tank is de bereikte indikingsgraad vrij laag. Daar staat tegenover dat de constructie eenvoudig en goedkoop is. Bovendien is geen aparte buffertank nodig, en geen pomp tussen indikker en buffer. Indikbuffers worden veel gebruikt in kleine RWZI's waar kleine hoeveelheden slib moeten ingedikt worden, en de diameter van de tank kleiner is dan 3 meter.

#### *Gravitaire indikkers met steile bodemhelling:*

Een gravitaire indikker met steile bodemhelling bestaat uit een ronde tank met een bodemhelling van 60° om het slib naar de slibput te verzamelen. Omdat dit type indikkers geen bewegende onderdelen bevatten, vergen zij niet veel onderhoud en zijn ze relatief goedkoop. Daar staat tegenover dat het indikproces o.a. omwille van laagvorming en afzetting van slib niet optimaal verloopt en de bereikte droge stofgehaltes relatief laag zijn. Gravitaire indikkers met steile bodemhelling worden hierdoor weinig gebruikt.

#### *Gravitaire indikkers met vlakke bodem:*

Een gravitaire indikker met vlakke bodem bestaat uit een ronde tank met een lichte bodemhelling en een ruimmechanisme dat het slib naar de slibput brengt. Om het indikproces te bevorderen wordt een roerwerk op het ruimmechanisme voorzien.

Dankzij de aanwezigheid van het ruim- en roermechanisme worden met dit type indikkers betere indikresultaten behaald dan met de twee voorgaande types. Ze zijn daarentegen wel duurder en vergen meer onderhoud. Bovendien hebben zij een minimum diameter van 3 meter vanwege het ruimmechanisme. Gravitaire indikkers met vlakke bodem worden relatief veel gebruikt in de grotere RWZI's.

*Indiklagunes:*

Voor een beschrijving van sliblagunes wordt verwezen naar de lagunes voor slibontwatering (zie Technische Fiche A13 in bijlage 3). In een indiklagune wordt slib minder lang (1 tot 2 maanden) gestockeerd dan in een ontwateringslagune.

Indiklagunes zijn arbeidsintensief, maar hebben vrij goede indikresultaten (tot 6 - 8 % droge stof). Zij worden voornamelijk toegepast op RWZI's met oxydatiesloten.

**Bestaande installaties**– *Aquafin*

Alle RWZI's in Vlaanderen beschikken over één of meerder slibindikers. Voor kleinere RWZI's (wanneer de diameter van de indiktank kleiner dan 3 meter is) wordt meestal gekozen voor een indikbuffer. Voor grotere RWZI's wordt meestal gebruik gemaakt van gravitaire indikers met vlakke bodem. Induklagunes raken langzamerhand in onbruik.

– *voedingsindustrie*

Het indikken van slib wordt in de voedingsindustrie vrij algemeen toegepast.

**Verwerkbare materialen**

Vrijwel alle slibsoorten (vers of gestabiliseerd) kunnen in principe gravitair ingedikt worden. Voorafgaande conditionering is niet noodzakelijk. Gravitair indikken is het meest efficiënt voor slib van voorbezinkingsbekkens. Voor het beste resultaat dient het slib niet voorbehandeld te zijn. Een aantal slibsoorten (o.a. aëroob gestabiliseerd slib) zijn moeilijker gravitair in te dikken. Voor deze slibsoorten kunnen andere indikkingstechnieken meer geschikt zijn.

**Eindmaterialen**

Gravitair ingedikt slib heeft een droge stofgehalte van 2 tot 10 %, afhankelijk van de aard van het slib. In tegenstelling tot mechanisch ingedikt slib (zie Technische Fiches A3 t.e.m. A6 in bijlage 3) is het niet gecontamineerd met polyelektrolyten, waardoor het beter mengbaar en behandelbaar is.

**Emissies**

Bij indikking komt slibwater vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie.

Eventuele geurhinder veroorzaakt door een indikker kan beperkt worden door de installatie te overdekken.

**Energiegebruik**

Het energiegebruik voor gravitaire indikking is zeer gering: per ton droge stof wordt typisch 0,8 kWh gebruikt door de indikker zelf, en 8 kWh voor de voedingspompen.

**Kosten**

In de totale kostprijs voor gravitair indikken weegt de investeringkost het zwaarst door. Deze wordt geschat op +/- 1.600 BEF/ton droge stof.

**Technische problemen**

Gravitair indikers zijn in het algemeen weinig storingsgevoelig.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**  
geen bijzonderheden

## **A2. Flotatie indikking**

### **Doel**

Bij slibindikking wordt een groot gedeelte van het zogenaamde vrije slibwater, dat geen bindingskrachten met het slib heeft en +/- 70 % van het totaal watergehalte van het slib uitmaakt, afgescheiden. Hierbij stijgt het droge stofgehalte en wordt het volume van het slib tot meer dan de helft gereduceerd. Dit is zeer belangrijk enerzijds naar daaropvolgende slibbehandelingsstappen, zoals b.v. slibgisting en ontwatering, en anderzijds naar vloeibaar transport toe.

Bij flotatie indikking wordt de droge stof afgescheiden van het slibwater met behulp van luchtinblazing.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Een flotatie indikker bestaat uit een slibtank waarin fijne luchtbelletjes worden geblazen. De gedispergeerde luchtbelllen hechten zich aan de slibvlokken en trekken deze mee in een opwaartse beweging. Aan de waterspiegel vormt zich een drijfslag die door middel van een schrapermechanisme wordt verwijderd.

Om het indikproces te bevorderen kan het slib eventueel vooraf worden geconditioneerd door toevoeging van polyelektrolyten (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3). Het polyelektrolytgebruik bedraagt gemiddeld +/- 3 kg/ton droge stof.

### **Bestaande installaties**

Flotatie-indikking wordt relatief weinig toegepast. Aquafin geeft voor haar RWZI's de voorkeur aan mechanische indikkingsapparatuur. In de voedingsindustrie wordt wel gebruik gemaakt van flotatie-indikking.

### **Verwerkbare materialen**

Vrijwel alle slibsoorten (vers of gestabiliseerd) kunnen in principe ingedikt worden door flotatie. Flotatie indikking wordt hoofdzakelijk toegepast op actief slib.

### **Eindmaterialen**

Slib ingedikt door flotatie indikking heeft een droge stofgehalte van 2 tot 10 % afhankelijk van de aard van het slib en het al dan niet gebruik van polyelektrolyten. Het kan al dan niet gecontamineerd zijn met polyelektrolyten.

### **Emissies**

Bij indikking komt slibwater vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie.

Eventuele geurhinder veroorzaakt door een indikker kan beperkt worden door de installatie te overdekken.

### **Energiegebruik**

Het energiegebruik voor flotatie indikking is sterk afhankelijk van de toepassing en de uitvoeringsvorm. Qua grootteorde kan een waarde van ca. 3 kWh/m<sup>3</sup> ingedikt slib gehanteerd worden.



**Kosten**

Een flotatie indikker is duurder dan een gravitaire indikker. Ook de operationele kosten zijn hoger voor flotatie indikking dan voor gravitaire indikking.

**Technische problemen**

Een flotatie indikker is een vrij complexe installatie voor een relatief eenvoudig proces en is meer storingsgevoelig dan een gravitaire indikker.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

### **A3. Mechanische indikking met zeefband (= indiktafel)**

#### **Doel**

Bij slibindikking wordt een groot gedeelte van het zogenaamde vrije slibwater, dat geen bindingskrachten met het slib heeft en +/- 70 % van het totaal watergehalte van het slib uitmaakt, afgescheiden. Hierbij stijgt het droge stofgehalte en wordt het volume van het slib tot meer dan de helft gereduceerd. Dit is zeer belangrijk enerzijds naar daaropvolgende slibbehandelingsstappen, zoals b.v. slibgisting en ontwatering, en anderzijds naar vloeibaar transport toe.

Bij mechanische indikking gebeurt de waterafscheiding met behulp van mechanische krachten, waardoor in vergelijking met gravitaire en flotatie indikking hogere droge stofgehalten haalbaar zijn en er een extra volumereductie verkregen wordt.

#### **Proces- en installatiebeschrijving**

Een zeefband of indiktafel is een band zonder einde die via rollen in beweging wordt gebracht en waarop het in te dikken slib wordt gestort. Door de zevende werking van de band kan het slib als het ware uitlekken. Op de zeefband rusten omwoelnoppen waardoor het water beter vrijgemaakt kan worden. Vooraleer het slib van de band valt, is een ophoping voorzien zodat de indikking verbetert door het extra omwoelen van het slib. De band wordt continu gespoeld met water. Een automatisch bandsturings- en bandspanningssysteem (hydraulisch of pneumatisch) moet voorzien worden.

#### **Bestaande installaties**

In RWZI's bestaat veel ervaring met het gebruik van zeefbandindikkers. Zeefbandindikkers worden er b.v. ingezet voor de indikking van secundair slib dat vergist wordt. In RWZI's met biologische defosfatering waar het slib direct ontwaterd moet worden, wordt een zeefbandindikker vaak gevolgd door een zeefbandpers voor de slibontwatering (zie Technische Fiche A15 in bijlage 3) (zogenaamde cascade opstelling).

#### **Verwerkbare materialen**

Vrijwel alle slibsoorten (vers of gestabiliseerd) kunnen in principe ingedikt worden met een zeefband. Om het rendement van de mechanische indikking te verbeteren, kan het slib vooraf geconditioneerd worden door toevoeging van polyelektrolyten (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3). Het polyelektrolytgebruik voor indikking met zeefband is vrij hoog (4 tot 6 kg/ton droge stof).

#### **Eindmaterialen**

Door indikking met een zeefband zijn, afhankelijk van de aard van het slib, droge stofgehalten van 4 tot 10 % haalbaar. Met een zeefband ingedikt slib is meestal gecontamineerd met polyelektrolyten (4 tot 6 kg/ton droge stof), waardoor het in vergelijking met gravitair ingedikt slib moeilijker mengbaar en behandelbaar is.

#### **Emissies**

Bij indikking met een zeefband komt slibwater en spoelwater vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie. Dankzij het hoge afscheidingsrendement (98 %) van een zeefband is het vrijgestelde water relatief zuiver.

Eventuele geurhinder veroorzaakt door een zeefbandindikker kan beperkt worden door de installatie te overdekken.

**Energiegebruik**

Het energiegebruik voor indikking met een zeefband bedraagt typisch 15 kWh per ton droge stof voor de zeefband zelf, en 30 kWh per ton droge stof voor de voedings- en afvoerpompen en de polyelektrolytinstallatie.

**Kosten**

Mechanische indikking is relatief duur in vergelijking met gravitaire indikking. In de totale kostprijs voor indikking met een zeefband weegt de investeringkost vrij zwaar door. Deze wordt geschat op 700 – 2.900 BEF/ton droge stof, afhankelijk van de grootte van de installatie.

**Technische problemen**

Vanwege het mechanische werkingsprincipe is een zeefband onderhevig aan slijtage. De omgeving van de zeefband wordt snel smerig door druipen en lekken van de band. Een zeefband vraagt bij wisselende slibsamenvorming toezicht voor het bijstellen van de bandsnelheid of de chemicaliëndosering.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

## **A4. Mechanische indikking met zeeftrommel**

### **Doel**

Bij slibindikking wordt een groot gedeelte van het zogenaamde vrije slibwater, dat geen bindingskrachten met het slib heeft en +/- 70 % van het totaal watergehalte van het slib uitmaakt, afgescheiden. Hierbij wordt het volume van het slib tot meer dan de helft gereduceerd. Dit is zeer belangrijk enerzijds naar daaropvolgende slibbehandelingsstappen, zoals b.v. slibgisting en ontwatering, en anderzijds naar vloeibaar transport toe.

Bij mechanische indikking gebeurt de waterafscheiding met behulp van mechanische krachten, waardoor in vergelijking met gravitaire en flotatie indikking hogere droge stofgehalten haalbaar zijn en er een extra volumereductie verkregen wordt.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Een zeeftrommel is een schuin opgestelde roterende trommel met een cilindrisch en een conisch gedeelte waarin het slib wordt ingebracht. De indikking gebeurt doordat het water onder invloed van de zwaartekracht doorheen de geperforeerde trommelwand verwijderd wordt.

### **Bestaande installaties**

Er bestaat weinig ervaring met het gebruik van zeeftrommels voor slibindikking.

### **Verwerkbare materialen**

Vrijwel alle slibsoorten (vers of gestabiliseerd) kunnen in principe ingedikt worden met een zeeftrommel. Om het rendement van de mechanische indikking te verbeteren, kan het slib vooraf geconditioneerd worden door toevoeging van polyelektrolyten (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3). Het polyelektrolytgebruik voor indikking met een zeeftrommel is vrij hoog (soms meer dan 10 kg/ton droge stof).

### **Eindmaterialen**

Slib dat is ingedikt met een zeeftrommel is meestal sterk gecontamineerd met polyelektrolyten (> 10 kg/ton DS), waardoor het in vergelijking met gravitair ingedikt slib moeilijker mengbaar en behandelbaar is.

### **Emissies**

Bij indikking met een zeeftrommel komt slibwater en spoelwater vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie. Gezien het slechte afscheidingsrendement van een zeeftrommel is het vrijgestelde water relatief meer vervuild dan bij een indikking met een zeefband of een decanteercentrifuge.

Eventuele geurhinder veroorzaakt door een zeeftrommel kan beperkt worden door de installatie te overdekken.

### **Energiegebruik**

### **Kosten**

Een zeeftrommel is relatief goedkoop in vergelijking met andere mechanische indikapparatuur.

**Technische problemen**

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**  
geen bijzonderheden

## **A5. Mechanische indikking met decanteercentrifuge**

### **Doel**

Bij slibindikking wordt een groot gedeelte van het zogenaamde vrije slibwater, dat geen bindingskrachten met het slib heeft en +/- 70 % van het totaal watergehalte van het slib uitmaakt, afgescheiden. Hierbij wordt het volume van het slib tot meer dan de helft gereduceerd. Dit is zeer belangrijk enerzijds naar daaropvolgende slibbehandelingsstappen, zoals b.v. slibgisting en ontwatering, en anderzijds naar vloeibaar transport toe.

Bij mechanische indikking gebeurt de waterafscheiding met behulp van mechanische krachten, waardoor in vergelijking met gravitaire en flotatie indikking hogere droge stofgehalten haalbaar zijn en er een extra volumereductie verkregen wordt.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

In de decanteercentrifuge worden water en slib van elkaar gescheiden onder invloed van centrifugale krachten. Voor verdere beschrijving van de decanteercentrifuge wordt verwezen naar de centrifuge voor slibontwatering (zie Technische Fiche A16 in bijlage 3).

### **Bestaande installaties**

Decanteercentrifuges voor slibindikking worden weinig gebruikt. Aquafin geeft voor haar RWZI's de voorkeur aan indiktafels.

### **Verwerkbare materialen**

Vrijwel alle slibsoorten (vers of gestabiliseerd) kunnen in principe ingedikt worden met een decanteercentrifuge. Om het rendement van de mechanische indikking te verbeteren, kan het slib vooraf geconditioneerd worden door toevoeging van polyelektrolyten (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3). Het polyelektrolytgebruik voor indikking met een decanteercentrifuge is relatief laag (2 kg/ton droge stof).

### **Eindmaterialen**

Slib dat is ingedikt met een decanteercentrifuge is meestal licht gecontamineerd met polyelektrolyten (2 kg/ton droge stof) waardoor het in vergelijking met gravitair ingedikt slib wat moeilijker mengbaar en behandelbaar is.

### **Emissies**

Bij indikking met een decanteercentrifuge komt slibwater (geen spoelwater) vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie. Dankzij het hoge afscheidingsrendement (98 %) van een decanteercentrifuge is het vrijgestelde water relatief zuiver.

Aangezien een decanteercentrifuge een gesloten systeem is, treedt normaal weinig of geen geurhinder op.

### **Energiegebruik**

#### **Kosten**

Mechanische indikking is relatief duur in vergelijking met gravitaire indikking. In de totale kostprijs voor indikking met een decanteercentrifuge weegt de investeringskost vrij zwaar door. Deze wordt geschat op +/- 2.300 BEF per ton droge stof.

**Technische problemen**

Decanteercentrifuges zijn onderhevig aan slijtage door zand en grove verontreinigingen die in het slib aanwezig zijn. Om slijtage te voorkomen is verwijdering van grove delen voor de indikking nodig.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

## **A6. Mechanische indikking met nozzle centrifuge**

### **Doel**

Bij slibindikking wordt een groot gedeelte van het zogenaamde vrije slibwater, dat geen bindingskrachten met het slib heeft en +/- 70 % van het totaal watergehalte van het slib uitmaakt, afgescheiden. Hierbij wordt het volume van het slib tot meer dan de helft gereduceerd. Dit is zeer belangrijk enerzijds naar daaropvolgende slibbehandelingsstappen, zoals b.v. slibgisting en ontwatering, en anderzijds naar vloeibaar transport toe.

Bij mechanische indikking gebeurt de waterafscheiding met behulp van mechanische krachten, waardoor in vergelijking met gravitaire en flotatie indikking hogere droge stofgehalten haalbaar zijn en er een extra volumereductie verkregen wordt.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

In de nozzle centrifuge worden water en slib van elkaar gescheiden onder invloed van centrifugale krachten. Het in te dikken slib wordt in een centraal compartiment van een met hoge snelheid roterende trommel gebracht. Op de as van de rotor is een groot aantal gehelde schijven aangebracht, voorzien van gaten over één volledige omtrek. Deze gaten vormen kanalen waardoor het in te dikken slib kan opstijgen en zich aldus kan verdelen in de ruimten tussen de verschillende schijven. De slibdeeltjes bezinken op de schijven en schuiven onder invloed van de centrifugale kracht verder af naar de buitenzijde van de trommel waar zij via een opening (nozzle) uit het apparaat worden verwijderd. Het slibwater wordt langs de bovenzijde van de schijven naar buiten gedreven.

### **Bestaande installaties**

Nozzle centrifuges voor slibindikking worden nog voornamelijk in de voedingsindustrie gebruikt.

### **Verwerkbare materialen**

Vrijwel alle slibsoorten (vers of gestabiliseerd) kunnen in principe ingedikt worden met een nozzle centrifuge. Om het rendement van de mechanische indikking te verbeteren, kan het slib vooraf geconditioneerd worden door toevoeging van polyelektrolyten (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3), doch dit is in het geval van de nozzle centrifuge niet noodzakelijk.

### **Eindmaterialen**

Met een nozzle centrifuge worden, afhankelijk van de aard van het slib, droge stofgehalten van 3 tot 5 % haalbaar.

### **Emissies**

Bij indikking met een nozzle centrifuge komt slibwater (geen spoelwater) vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie. Het vrijgestelde water is relatief zuiver dankzij de grote centrifugaalkrachten die inwerken op de slibdeeltjes.

Aangezien een nozzle centrifuge een gesloten systeem is, treedt normaal weinig of geen geurhinder op.

### **Energiegebruik**

Het energiegebruik voor een nozzle centrifuge bedraagt 70 tot 80 kWh voor een totaal indikkingssysteem met een capaciteit van 20 m<sup>3</sup>/u.



**Kosten**

Mechanische indikking is relatief duur in vergelijking met gravitaire indikking. In de totale kostprijs voor indikking met een nozzle centrifuge weegt de investeringskost vrij zwaar door. Deze wordt geschat op +/- 1.500 BEF per ton droge stof.

**Technische problemen**

Nozzle centrifuges zijn onderhevig aan slijtage door zand en grove verontreinigingen die in het slib aanwezig zijn. Om slijtage te voorkomen is verwijdering van grove delen voor de indikking nodig.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

## A7. Anaërobe stabilisering (slibgisting)

### Doel

Anaërobe stabilisering is een biologisch proces waarbij een gedeelte van het organisch materiaal in het slib wordt afgebroken.

Anaërobe stabilisering heeft volgende voordelen:

- geurhinder bij de verdere slibbehandeling en slibafzet wordt beperkt;
- een groot deel van de pathogene micro-organismen sterven af (vooral belangrijk bij afzet in de landbouw);
- de ontwaterbaarheid verbetert (zie Eindmaterialen);
- de hoeveelheid droge stof neemt af (met 20 - 40 % afhankelijk van de aard van het slib);
- het geproduceerde biogas kan als energiebron gebruikt worden;
- in het slib aanwezige organische pollutanten (b.v. toluen) worden gedeeltelijk afgebroken.

### Proces- en installatiebeschrijving

Anaërobe stabilisering of slibgisting is een biologisch proces waarbij een gedeelte (circa 50 %) van het organisch materiaal in het slib onder anaërobe omstandigheden wordt omgezet onder vorming van biogas, bestaande uit methaan en CO<sub>2</sub>. Bij dit proces komt ook een gedeelte van het organisch gebonden stikstof in het slib vrij, waardoor het slibwater aangerijkt wordt met stikstof.

Slibgisting wordt uitgevoerd in cilindrische of eivormige gistingstanks bij een temperatuur van 30 – 55 °C. Afhankelijk van de temperatuur wordt onderscheid gemaakt tussen mesofiele en thermofiele vergisting. Mesofiele vergisting (tot +/- 40 °C) is een stabiel proces, maar de rendementen zijn iets lager dan voor thermofiele vergisting (vanaf 50 °C). Thermofiele vergisting is echter veel gevoeliger aan storingen dan mesofiele vergisting. Bij temperaturen tussen 40 en 50 °C verloopt vergisting in het algemeen zeer slecht. De verblijftijd van het slib in een vergister ligt in principe tussen 10 en 30 dagen. De pH moet tussen 6,8 en 7,2 gehandhaafd worden.

Om het slib beter vergistbaar te maken, kan voorafgaand aan de slibgisting een conditionering uitgevoerd worden die de cellen in het slib desintegreert en hun biodegradeerbaarheid verhoogt. Voorbeelden van dergelijke behandelingsprocessen zijn thermische hydrolyse (Caddett, 2000, zie Technische Fiche D1 in bijlage 6) en oxidatie met ozon (Weemaes, M., 2000). Met het gebruik van dergelijke technieken bestaat nog relatief weinig ervaring op industriële schaal.

Slib kan ofwel als dusdanig vergist worden, ofwel samen met andere organische afvalstromen (b.v. mest).

### Bestaande installaties

- *Aquafin*

In 2000 was op 10 RWZI's in Vlaanderen een slibgistingsinstallatie in bedrijf (Deurne, Dendermonde, Genk, Hasselt, Leuven, Sint-Truiden, Lichtaart, Zele, Zwalm en Beerse). Bij de slibgistingsinstallatie op de RWZI te Deurne (zie Technische Fiche C1 in bijlage 5) wordt het geproduceerde biogas gebruikt als energiebron voor de nabijgelegen slibdrooginstallatie. Bij de slibgistingsinstallaties op de overige RWZI's gebeurt de energierecuperatie meestal door middel van een gasmotor gekoppeld aan een generator.

In 1999 werd in totaal 21.776 ton RWZI-slib (droge stof) vergist, wat overeenstemt met 26 % van de totale RWZI-slibproductie. Door de bouw van nieuwe gistinginstallaties en het opnieuw in gebruik nemen van oude installaties, voorziet Aquafin tegen 2005 te beschikken over een totale gistingcapaciteit van 60.000 ton droge stof.

– *slachthuis De Rese*

Slachthuis De Rese te Zedelgem beschikt over een installatie waarin naast slib uit de eigen waterzuivering ook andere afvalstromen uit het slachthuis en van externe bedrijven onder thermofiele condities worden vergist (zie Technische Fiche C2 in bijlage 5).

– *MAV*

De firma MAV te Gent, behorende tot de groep De Nul, beschikt over een installatie waar slib samen met mest en andere dierlijke en organische industriële afvalstromen onder mesofiele condities wordt vergist (zie Technische Fiche C3 in bijlage 5).

Ook in het buitenland zijn een aantal installaties in gebruik waar zuiverings-slib samen met andere afvalstromen wordt vergist. Voorbeelden hiervan zijn:

- Blaabjerg biomassa installatie te Norre Nebel, Denemarken: vergisting van dierlijk mest, organisch afval en waterzuiverings-slib (Caddet, 1997)
- biogas installatie te Grindsted, Denemarken: vergisting van organisch industrieel afval (vloeibare vetten afkomstig van de voedingsindustrie), selectief ingezameld huishoudelijk afval en RWZI-slib (Caddet, 1999)

### **Verwerkbaar materialen**

Slibgisting wordt onder meer toegepast op biologisch slib uit de levensmiddelenindustrie en voor RWZI-slib. Het ingaand slib moet lage concentraties toxische stoffen (specifiek zware metalen) bevatten. Voor RWZI-slib en waterzuiverings-slib uit de voedingsindustrie stelt zich hier in het algemeen geen probleem, aangezien zware metalen hier niet in voor gisting kritische concentraties aanwezig zijn. Voorafgaande indikking van het slib is niet noodzakelijk, maar maakt wel kleinere reactoren mogelijk, en heeft bovendien een gunstig effect op de energiebalans omdat het op te warmen volume kleiner wordt.

Zuiverings-slib kan ook samen met andere organische afvalstromen vergist worden. Voorbeelden hiervan worden gegeven in Technische Fiches C2 en C3 in bijlage 5. Aquafin verwerkt in haar slibgistinginstallatie te Dendermonde ook septisch materiaal, en plant dit in de toekomst ook in andere gistinginstallaties te doen.

### **Eindmaterialen**

Bij slibgisting worden twee eindmaterialen bekomen: biogas en uitgest slib. Het geproduceerde biogas kan aangewend worden als energiebron (zie Energiegebruik). Voor het uitgest slib staan in principe verschillende verwerkingswegen open.

Uitgest slib heeft in vergelijking met vers slib een lager droge stofgehalte (20 - 35 % lager), en een gelijkmatigere korrelverdeling. Aangezien de korrelverdeling van belang is bij de aanwending van filterdoeken en zeefbanden, is uitgest slib in het algemeen beter ontwaterbaar dan vers slib, zodat bij de ontwatering hogere droge stofgehalten kunnen gerealiseerd worden en het polyelektrolytgebruik met 1/3 tot 1/2 kan worden gereduceerd. Door het vergisten vermindert dus de slibhoeveelheid die na ontwateren verder moet verwerkt worden, enerzijds omdat een gedeelte van de droge stof is afgebroken, anderzijds omdat het resterend gedeelte beter kan ontwaterd worden.

Daar staat tegenover dat slibgisting een daling van de energie-inhoud van het slib veroorzaakt als gevolg van de afbraak van organisch materiaal. Dit kan een nadeel zijn voor thermische eindverwerkingstechnieken. Ook wordt tengevolge van de afbraak van organisch materiaal de concentratie (niet de vracht) van anorganische verontreinigingen (metalen) in het slib verhoogd, waardoor het eindmateriaal in bepaalde gevallen niet meer voldoet aan de Vlarea voorwaarden inzake gebruik als secundaire grondstof. Hierdoor is het mogelijk dat het ingaand slib wel doch het uitgaande slib niet meer voldoet aan de Vlarea voorwaarden inzake gebruik als secundaire grondstof.

Op voorwaarde dat de slibgisting wordt uitgevoerd volgens de voorwaarden gegeven in Bijlage 4.2.1.C van Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.2), wordt uitgestist slib door Vlarea beschouwd als behandeld (zuiverings)slib, waardoor het onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.2) als meststof of bodemverbeterend middel mag worden gebruikt (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

### **Emissies**

Bij vergisting van slib komt organisch gebonden stikstof vrij, waardoor het slibwater aangerijkt wordt met stikstof en organische stoffen. Het relatief zwaar belaste slibwater vormt geen emissie op het niveau van de gistingsinstallatie zelf, maar komt vrij wanneer het vergiste slib ingedikt en / of ontwaterd wordt.

Aangezien slibgisting wordt uitgevoerd in een gesloten installatie, is er weinig kans op geurhinder.

Buiten de emissies afkomstig van de verbranding van het biogas, zijn er geen relevante emissies naar lucht.

### **Energiegebruik**

Bij slibgisting is warmte nodig om het gistingproces op gang te houden. De warmtebehoefte wordt sterk beïnvloed door het seizoen en de vorm en de uitvoering van de tanks. De netto warmtebehoefte bedraagt typisch 2.600 MJ / ton droge stof bij extreme wintercondities (buitentemperatuur  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , slibtemperatuur  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en 1.500 MJ / ton droge stof bij zomercondities (buitentemperatuur  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , slibtemperatuur  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Als warmtebron voor de slibgisting wordt meestal gebruik gemaakt van het geproduceerde biogas. Bij vergisting van gemengd RWZI-slib volstaat de biogasproductie (typisch  $280\text{ Nm}^3$  of 6.440 MJ per ton droge stof) in het algemeen om in de warmtebehoefte te voorzien. Het eventuele overschot aan gas kan gebruikt worden voor de productie van heet water, ruimteverwarming of het opwekken van energie. In andere gevallen, bijvoorbeeld bij vergisting van secundair RWZI-slib volstaat de biogasproductie (typisch  $108\text{ Nm}^3$  of 2.484 MJ per ton droge stof) niet steeds om in de warmtebehoefte te voorzien, en kan een bijstook met b.v. aardgas nodig zijn.

Een andere optie bestaat erin het biogas in een gasmotor te verbranden om elektriciteit op te wekken. De slibgisting kan dan op temperatuur gehouden worden door middel van restwarmte van de gasmotor. Soms is in dit geval nog hulpbrandstof (b.v. biogas) nodig om de energiebalans in evenwicht te houden. Daar staat echter tegenover dat elektriciteit geproduceerd wordt en dat het gistingsgas met een groter rendement gebruikt wordt.

In de RWZI van Deurne worden de vergisters op temperatuur gehouden door middel van restwarmte afkomstig van de slibdroger. De slibdroger wordt op zijn beurt van energie voorzien door het biogas van de vergister (zie Technische Fiche C1 in bijlage 5).

Naast warmte is bij slibgisting ook elektriciteit nodig voor de voedingspompen, mixers, biogasbooster, en voor de koeling van de gasmotor. Het elektriciteitsgebruik bedraagt typisch 165 kWh/ton droge stof<sup>101</sup>.

### **Kosten**

Slibgisting vergt vrij hoge investeringskosten. Volgens gegevens van Aquafin bedraagt de investeringskost voor slibgisting +/- 2.000 BEF per ton droge stof. Daar staat tegenover dat de slibgisting ook kostenbesparend werkt doordat energie geproduceerd wordt, de ontwaterbaarheid van het slib verbetert en de hoeveelheid finaal af te zetten slib vermindert. Volgens berekeningen van Aquafin is de bouw van nieuwe slibgistingsinstallaties economisch rendabel vanaf een installatiegrootte van +/- 3.000 ton droge stof per jaar (150.000 IE).

Indien elektriciteit uit biogas afkomstig van de vergisting van slib in aanmerking zou komen voor het verkrijgen van een groen stroomcertificaat, zou een betere prijs voor de levering van elektriciteit aan het net kunnen bekomen worden, waardoor het globale kostenplaatje positief zou beïnvloed worden.

### **Technische problemen**

De vergisting van RWZI-slib is vrij goed gekend en stelt procesmatig weinig technische problemen. Wel vormen de met relatief zwaar belaste slibwaters die vrijkomen wanneer vergist slib ingedikt en / of ontwaterd wordt (zie Emissies) een extra belasting voor de waterzuiveringsinstallatie. In bepaalde gevallen zullen maatregelen moeten getroffen om de bijkomende stikstofvracht te kunnen verwijderen.

Met de co-vergisting van zuiveringsslib met andere organische afvalstromen bestaat daarentegen wat minder ervaring en blijkt het in sommige gevallen (zie Technische Fiches C2 en C3 in bijlage 5) moeilijker om tot stabiele werkingscondities te komen.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

---

<sup>101</sup> Bron: Aquafin, 2000

## **A8. Aërobe stabilisering**

### **Doel**

Aërobe stabilisering is een biologisch proces waarbij een gedeelte van het organisch materiaal in het slib wordt afgebroken.

Aërobe stabilisering heeft volgende voordelen:

- geurhinder bij de verdere slibbehandeling en slibafzet wordt beperkt;
- een groot deel van de pathogene micro-organismen sterven af (vooral belangrijk bij afzet in de landbouw);
- de hoeveelheid droge stof neemt af (15 - 30 %);
- de vorming van toluëen in het slib door anaërobe microbiologische processen wordt voorkomen.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Bij aërobe stabilisering wordt zuurstof in het slib gebracht door middel van beluchtingsapparatuur. Er dient een onderscheid gemaakt te worden tussen koude en thermofiele aërobe stabilisering.

Koude aërobe stabilisering kan simultaan in het beluchtingsbekken van een waterzuiveringsinstallatie plaatsgrijpen of in een afzonderlijke stabiliseringstank in de sliblijn. Bij simultane aërobe stabilisering wordt meestal geen voorbezinktank toegepast en werkt men met uiterst laag belaste actiefslibsystemen. Bij de uitvoering met een afzonderlijke tank wordt gewoonlijk een verblijftijd van het slib van 15 tot 20 dagen aangehouden.

Bij thermofiele aërobe stabilisering wordt de procestemperatuur verhoogd tot 55 - 60 °C. De verblijftijd bedraagt 5 tot 7 dagen. Door de kleinere verblijftijden zijn kleinere stabiliseringstanks vereist.

### **Bestaande installaties**

In alle door Aquafin ontworpen waterzuiveringsinstallaties gebeurt simultane aërobe stabilisering.

### **Verwerkbare materialen**

Aërobe stabilisering kan toegepast worden op vrijwel alle slibsoorten. Wel dient het slib voldoende organisch materiaal te bevatten om een goede microbiële omzetting te verkrijgen. Voorafgaande indikking van het slib is niet noodzakelijk, maar maakt wel kleinere stabiliseringstanks mogelijk.

### **Eindmaterialen**

Aëroob gestabiliseerd slib heeft in vergelijking met vers slib een lager droge stofgehalte (15 - 30 % lager in geval van thermofiele stabilisering). Door het aëroob stabiliseren vermindert dus de slibhoeveelheid die na ontwateren verder moet verwerkt worden. De verhouding organische / anorganische droge stof is door de stabilisering afgenomen.

Op voorwaarde dat de aërobe stabilisering wordt uitgevoerd volgens de voorwaarden gegeven in Bijlage 4.2.1.C van Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.2), wordt aëroob gestabiliseerd slib door Vlarea beschouwd als behandeld (zuiverings)slib, waardoor het onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.2) als meststof of bodemverbeterend middel mag worden gebruikt (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

**Emissies**

Bij aërobe slibstabilisering kan geurhinder optreden. Ook kunnen emissies naar lucht (o.a. aërosolen) optreden.

**Energiegebruik**

Het energiegebruik voor aërobe stabilisering is vrij hoog, vooral bij thermofiele stabilisering. De zuurstoftoevoer vereist een hoeveelheid elektriciteit die ondermeer functie is van het droge stofgehalte van het slib en van de temperatuur. Bij een zuurstofbehoefte van 1 kg O<sub>2</sub> per kg organische droge stof en een rendement van het zuurstoftoevoersysteem van 1,6 kg O<sub>2</sub> / kWh (voor zuiver water) bedraagt het elektrische energiegebruik 0,625 kWh/kg organische droge stof. Hier komt nog het energiegebruik voor het opwarmen van de tankinhoud bovenop, zodat het totale energiegebruik aanzienlijk hoger is.

**Kosten**

De kostprijs voor aërobe stabilisering is, zeker voor slibverwerking op kleine schaal, lager dan voor anaërobe stabilisering.

**Technische problemen****Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

## **A9. Chemische stabilisering**

### **Doel**

Bij chemische stabilisering wordt de pH door toevoeging van b.v. kalk verhoogd tot boven 12 waardoor de microbiologische omzettingsprocessen tegengehouden worden. De voordelen van kalktoevoeging zijn:

- geurhinder bij de verdere slibbehandeling en slibafzet wordt beperkt;
- een groot deel van de pathogene micro-organismen sterven af (vooral belangrijk bij afzet in de landbouw);
- de vorming van toluëen in het slib door anaërobe microbiologische processen wordt voorkomen.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Bij deze vorm van slibbehandeling wordt kalk in poedervorm of als vloeistof toegevoegd aan onbehandeld slib om de pH te verhogen tot boven 12. De meeste micro-organismen overleven niet bij deze waarde zodat het slib geconserveerd wordt, geen aanleiding geeft tot geurhinder, en geen risico voor de gezondheid vormt. Bepaalde micro-organismen blijven echter wel actief. Deze breken lange organische koolstofketens af tot lagere vetzuren zoals boterzuur en propionzuur. Hierdoor daalt de pH als er onvoldoende kalk is toegevoegd. Om de pH-daling te voorkomen moet dus een overdosis kalk toegevoegd worden (tot 50 %) of moet het slib snel verder verwerkt worden. Bij slib met een droge stofgehalte van 4 % is een kalkdosering van ongeveer 250 g/kg droge stof nodig.

### **Bestaande installaties**

#### **Verwerkbare materialen**

Chemische stabilisatie kan in principe worden toegepast op vrijwel alle slibsoorten.

#### **Eindmaterialen**

Op voorwaarde dat de kalktoevoeging wordt uitgevoerd volgens de voorwaarden gegeven in Bijlage 4.2.1.C van Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.2), wordt met kalk gestabiliseerd slib door Vlarea beschouwd als behandeld (zuiverings)slib, waardoor het onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.2) als meststof of bodemverbeterend middel mag worden gebruikt (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

#### **Emissies**

Bij de kalkbijmenging kan geurhinder optreden.

#### **Energiegebruik**

Het energiegebruik voor kalkbijmenging is relatief laag.

#### **Kosten**

#### **Technische problemen**

#### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden



## **A10. Fysische conditionering**

### **Doel**

Conditionering van slib heeft tot doel de ontwaterbaarheid te verbeteren. Voorafgaande conditionering is aangewezen wanneer het slib via mechanische methoden ingedikt of ontwaterd zal worden. Ook een flotatie-indikking kan voorafgegaan worden door een conditioneringsstap. Gravitaire indikking en natuurlijke ontwatering worden normaal toegepast zonder voorafgaande conditionering.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Bij fysische conditionering wordt een inert materiaal toegevoegd aan het slib. Dit kan bijvoorbeeld as zijn van een verbrandingsinstallatie. Dit inert materiaal zal de ontwateringseigenschappen weinig beïnvloeden. Het is vooral een toeslagstof waardoor het droge stofgehalte verhoogt.

### **Bestaande installaties**

### **Verwerkbare materialen**

Fysische conditionering kan in principe toegepast worden op alle slibsoorten.

### **Eindmaterialen**

Fysisch geconditioneerd slib heeft door de aanwezigheid van toeslagstoffen een verhoogd droge stofgehalte. Het volume af te zetten slib wordt door deze conditioneringswijze sterk verhoogd.

### **Emissies**

### **Energiegebruik**

### **Kosten**

### **Technische problemen**

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

Gezien de stijgende kosten voor slibafzet in Vlaanderen is fysische conditionering in de meeste gevallen niet interessant, aangezien het volume af te zetten slib door deze behandeling te sterk stijgt.

## **A11. Thermische conditionering**

### **Doel**

Conditionering van slib heeft tot doel de ontwaterbaarheid van het slib te verbeteren. Voorafgaande conditionering is aangewezen wanneer het slib via mechanische methoden ingedikt of ontwaterd zal worden. Ook een flotatie-indikking kan voorafgegaan worden door een conditioneringsstap. Gravitaire indikking en natuurlijke ontwatering worden normaal toegepast zonder voorafgaande conditionering. Thermische conditionering kan naast een verbetering van de ontwaterbaarheid ook een verbetering van de vergistbaarheid van het slib tot doel hebben.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Bij thermische conditionering wordt de structuur van het slib door een warmte- of koudebehandeling zodanig veranderd dat een beter ontwaterbaar en/of vergistbaar slib wordt gevormd. In sommige gevallen is de behandelingstemperatuur zo hoog (tot 180 °C) dat tegelijk met de conditionering een pasteurisatie bekomen wordt. Installaties voor thermische conditionering zijn complex.

### **Bestaande installaties**

Thermische conditionering wordt relatief weinig toegepast. Voor verbetering van de ontwateringseigenschappen wordt meestal de voorkeur gegeven aan chemische conditionering (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3) boven thermische conditionering. Thermische conditionering wordt in een beperkt aantal installaties wel toegepast om de vergistbaarheid van het slib te verhogen (zie Technische Fiche D1 in bijlage 6).

### **Verwerkbare materialen**

Thermische conditionering kan in principe toegepast worden op alle slibsoorten.

### **Eindmaterialen**

Thermisch geconditioneerd slib is in vergelijking met niet-geconditioneerd slib beter te ontwateren en/of te vergisten.

### **Emissies**

Bij thermische conditionering worden gassen vrijgesteld die b.v. door naverbranding kunnen worden gezuiverd.

Tijdens de thermische conditionering wordt het slibwater aangerijkt met o.a. stikstof en organische stoffen. Het relatief zwaar belaste slibwater vormt geen emissie op het niveau van de thermische conditionering zelf, maar komt vrij wanneer het geconditioneerde slib, al dan niet na vergisting, ontwaterd wordt.

Bij thermische conditionering kan geurhinder optreden.

### **Energiegebruik**

De warmtebehoefte voor thermische conditionering zelf wordt geschat op 200.000 tot 300.000 kJ/m<sup>3</sup> slib. Voor de naverbranding van de gassen is er een bijkomende warmtebehoefte van ca. 70.000 kJ/m<sup>3</sup> slib. Het elektrisch gebruik bedraagt 5 tot 9 kWh/m<sup>3</sup> slib.

**Kosten****Technische problemen**

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**  
geen bijzonderheden

## A12. Chemische conditionering

### Doel

Conditionering van slib heeft tot doel de ontwaterbaarheid te verbeteren. Voorafgaande conditionering is aangewezen wanneer het slib via mechanische methoden moet ingedikt of ontwaterd worden. Ook een flotatie-indikking kan voorafgegaan worden door een conditioneringsstap. Gravitaire indicking en natuurlijke ontwatering worden normaal toegepast zonder voorafgaande conditionering.

### Proces- en installatiebeschrijving

Bij chemische slibconditionering worden anorganische of organische conditioneringsmiddelen aan het slib toegevoegd. Deze toevoeging veroorzaakt een destabilisering van de colloïdale sliboplossing, waardoor de slibdeeltjes aan elkaar gaan kleven tot vlokken en beter filtreerbaar worden. De keuze van het conditioneringsmiddel hangt af van de slibsoort en het type van slibontwatering. Naast de keuze van het conditioneringsmiddel is ook de aanmaak en de wijze van toediening (o.a. roersnelheid) van belang om optimale ontwatering te bekomen. Met name voor organische conditioneringsmiddelen zijn er diverse types van aanmaak- en doseerapparatuur op de markt.

#### – *anorganische conditionering*

Als anorganische conditioneringsmiddelen wordt in België meestal een combinatie van  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en  $\text{FeCl}_3$  gebruikt. Afhankelijk van het soort slib dient normaal, op basis van het droge stofgehalte van het slib, 20 gewichts%  $\text{FeCl}_3$  en 15 tot 40 gewichts%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  toegevoegd te worden. Hierdoor zal de hoeveelheid droge stof gemiddeld met circa 30 % toenemen, alsook de totale hoeveelheid af te zetten slib. Wegens de stijgende afzetkosten wordt anorganische conditionering veelal vervangen door organische conditionering.

#### – *organische conditionering*

Bij organische conditionering worden aan het slib organische polymeren toegevoegd die meestal voorzien zijn van een groot aantal ladingsgroepen per gewichtseenheid, vandaar de naam polyelektrolyten. Er bestaan zowel poedervormige als vloeibare polyelektrolyten. Bij de vloeibare polyelektrolyten kan verder onderscheid gemaakt worden tussen polyelektrolyt oplossingen (in water), polyelektrolyt emulsies (water/olie) en polyelektrolyt dispersies (olie/olie). Afhankelijk van het soort slib en het type van slibontwatering wordt bij het conditioneren 4 tot 15 kg polyelektrolyt per ton droge stof toegevoegd.

### Bestaande installaties

Chemische conditionering wordt toegepast door alle RWZI's die mechanische ontwatering doorvoeren.

### Verwerkbare materialen

Chemische conditionering wordt meestal toegepast op slibsoorten die via mechanische methoden moeten ingedikt of ontwaterd worden.

Anorganische conditioneringsmiddelen worden uitsluitend gebruikt voor slib dat met filterpersen moet ontwaterd worden.

### Eindmaterialen

Geconditioneerd slib is in vergelijking met niet-geconditioneerd slib beter te ontwateren.

**Emissies****Energiegebruik**

Bij chemische conditionering is slechts energie nodig voor het verpompen en mengen van diverse vloeistoffen. Het energiegebruik wordt geschat op ca. 0,3 – 0,6 kWh/m<sup>3</sup> slib.

**Kosten****Technische problemen****Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

## A13. Natuurlijke ontwatering (lagunes of droogbedden)

### Doel

Vloeibaar slib is ongeschikt voor de meeste verdere verwerkings- en afzetmethoden. Daarom moet het slib meestal vooraf ontwaterd worden tot slibkoek.

Bij de ontwatering wordt een gedeelte van het water dat na indikking (zie paragraaf 3.1.1) nog in het slib aanwezig blijft, verwijderd. Het gaat met name om het resterend gedeelte van het vrije slibwater en om een gedeelte van het capillaire slibwater. Het capillaire slibwater is zodanig gebonden in het slib dat het niet door inwerking van de zwaartekracht maar wel door mechanische krachten kan verwijderd worden. Het maakt +/- 22 % van het totale slibwater uit. Het slibwater dat door adhesie gebonden is aan de celwanden van de vaste stof (adsorptiewater) en het water dat deel uitmaakt van het celmateriaal (cellulair water), samen +/- 8 % van de totale hoeveelheid water in de slibmassa, kunnen niet door mechanische ontwatering verwijderd worden. De limiet van het technisch mogelijke bij mechanische ontwatering ligt om en bij de 40 % droge stof (afhankelijk van de slibsoort).

Bij natuurlijke ontwatering wordt gebruik gemaakt van zon, wind en zwaartekracht als energiebronnen.

### Proces- en installatiebeschrijving

Er zijn twee systemen voor natuurlijke ontwatering:

#### – droogbedden

Op een droogbed wordt vrij frequent (4 – 5 maal per jaar) een dunne laag slib aangebracht. Droogbedden hebben een groot terreinbehoefte, moeten frequent geruimd worden en zijn arbeidsintensief. Zij zijn afhankelijk van de weersomstandigheden en kunnen in de winter niet geruimd worden. Omwille van deze redenen worden droogbedden niet meer aangelegd en nog weinig gebruikt.

#### – lagunes

Een sliblagune is een omdijkt terrein waarin het slib wordt gepompt. De vulhoogte bedraagt 1 – 1,5 m. Door middel van aflatbakken kan het bovenstaande water worden verwijderd. Om bodem- en grondwaterverontreiniging tegen te gaan, is het aangewezen de lagune te bekleden met een kunststoffolie. Als het slib na een verblijftijd van 2 – 5 jaar ontwaterd is tot 10 – 25 % droge stof, wordt de lagune geruimd. Ook lagunes hebben een grote terreinbehoefte en zijn afhankelijk van weersomstandigheden.

### Bestaande installaties

Slibdroogbedden en –lagunes worden nog zelden nieuw aangelegd en weinig gebruikt.

### Verwerkbare materialen

In principe kunnen alle slibsoorten natuurlijk ontwaterd worden. Voorafgaande conditionering is niet vereist.

### Eindmaterialen

Natuurlijk ontwaterd slib heeft in vergelijking met mechanisch ontwaterd slib een vrij laag droge stofgehalte (typisch 10 – 25 %) en is meestal niet steekvast. Indien het slib lang genoeg blijft liggen, kunnen droge stofgehaltes tot 40 % bereikt worden. In tegenstelling tot

mechanisch ontwaterd slib is natuurlijk ontwaterd slib meestal niet gecontamineerd met conditioneringsmiddelen.

**Emissies**

Bij ontwatering komt slibwater vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie.

Wegens het gebruik van open systemen, kan bij natuurlijke ontwatering geurhinder optreden.

**Energiegebruik**

Bij natuurlijke ontwatering wordt nagenoeg geen gebruik gemaakt van eindige energiebronnen. De energie wordt geleverd door zon, wind en zwaartekracht.

**Kosten****Technische problemen****Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De grote terreinbehoefte voor droogbedden en lagunes kan de toepasbaarheid van natuurlijke ontwatering in de weg staan.

## A14. Mechanische ontwatering met kamerfilterpers

### Doel

Vloeibaar slib is ongeschikt voor de meeste verdere verwerkings- en afzetmethoden. Daarom moet het slib meestal vooraf ontwaterd worden tot slibkoek.

Bij de ontwatering wordt een gedeelte van het water dat na indikking (zie paragraaf 3.1.1) nog in het slib aanwezig blijft, verwijderd. Het gaat met name om het resterend gedeelte van het vrije slibwater en om een gedeelte van het capillaire slibwater. Het capillaire slibwater is zodanig gebonden in het slib dat het niet door inwerking van de zwaartekracht maar wel door mechanische krachten kan verwijderd worden. Het maakt +/- 22 % van het totale slibwater uit. Het slibwater dat door adhesie gebonden is aan de celwanden van de vaste stof (adsorptiewater) en het water dat deel uitmaakt van het celmateriaal (cellulair water), samen +/- 8 % van de totale hoeveelheid water in de slibmassa, kunnen niet door mechanische ontwatering verwijderd worden. De limiet van het technisch mogelijke bij mechanische ontwatering ligt om en bij de 40 % droge stof (afhankelijk van de slibsoort).

Bij ontwatering met kamerfilterpersen wordt gebruik gemaakt van mechanische perskrachten.

### Proces- en installatiebeschrijving

Bij kamerfilterpersen wordt de ontwatering gerealiseerd door het slib onder toenemende druk (tot 13 – 15 bar) in een gesloten ruimte ('kamer') te pompen. De kamers worden gevormd door tegen elkaar gelegen vierkante platen die met een druk van 300 bar tegen elkaar worden gedrukt. De platen hebben langs de gehele omtrek aan beide zijden een verdikte wand, zodat twee platen tegen elkaar een kamer vormen. De diepte van de kamers is meestal 3 cm, maar kan variëren tussen 2 en 8 cm. Het aantal platen kan 50 tot 150 bedragen, afhankelijk van de benodigde capaciteit. Een filterkamer is aan beide zijden van een filterdoek voorzien. De vaste slibdeeltjes worden in de filterkamers afgezet en het afgescheiden filtraat wordt door het filterdoek via het geribde oppervlak van de filterplaten afgevoerd. De perstijd kan variëren, afhankelijk van het soort slib en het gewenste droge stofgehalte, van 1 tot 3 uren. Na het persen worden de kamers geopend om de ontwaterde koeken te verwijderen. Als de ontwatering goed is verlopen valt de filterkoek vanzelf van de doeken en blijven deze schoon. Om de 10 tot 15 cycli moeten de filterdoeken gereinigd worden d.m.v. een automatische hogedruk-sproei-installatie.

Een variëte op de kamerfilterpers is de membraanfilterpers. Hierbij is er tussen de filterplaat en het filterdoek een elastisch membraan aangebracht. Na het persen van de slibkoek met behulp van de hogedruk-vulpomp kan het membraan (één per kamer) worden opgeblazen met lucht of water. Het kamervolume wordt verkleind en de slibkoek wordt nageperst. Door deze techniek wordt naast een vermindering van de perstijd een hoger (en gelijkmatiger) droge stofgehalte gerealiseerd.

### Bestaande installaties

Tot voor kort opteerde Aquafin in nieuw gebouwde RWZI's meestal voor decanteercentrifuges of, in geval van biologisch defosfatering, voor zeefbandpersen als ontwateringsapparatuur. Recent vertoont Aquafin opnieuw groeiende interesse voor kamerfilterpersen, ondermeer omwille van de lagere slijtagegevoeligheid in vergelijking met decanteercentrifuges. Zo werd voor de RWZI te Menen voor ontwatering met kamerfilterpersen gekozen. Ook andere bedrijven hebben kamerfilterpersen voor slibontwatering in gebruik (b.v. Sobry, zie Technische Fiche C7 in bijlage 5).



### **Verwerkbare materialen**

Een kamerfilterpers is niet geschikt voor slib met een hoog gehalte aan eiwitten en vetten, omdat dan het filterdoek verstopt raakt met organisch materiaal.

Om het rendement van mechanische ontwatering te verbeteren, dient het slib vooraf geconditioneerd te worden door toevoeging van polyelektrolyten of anorganische conditioneringsmiddelen (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3). Het polyelektrolytgebruik bedraagt typisch 6 tot 10 kg/ton droge stof. Het gebruik aan anorganische conditioneringsmiddelen bedraagt typisch 20 gewichts%  $\text{FeCl}_3$  en 15 tot 30 gewichts% kalk.

### **Eindmaterialen**

Slib dat ontwaterd is met een kamerfilterpers is steeds gecontamineerd met conditioneringsmiddelen. Indien geconditioneerd werd met kalk en  $\text{FeCl}_3$  heeft het een zeer hoog droge stofgehalte (30 – 50 %), hetgeen het gevolg is van het hoge gehalte aan anorganische toeslagstoffen. Door de aanwezigheid van deze anorganische toeslagstoffen is dit slib minder geschikt voor thermische verwijdering (asvorming !). Indien geconditioneerd werd met polyelektrolyten heeft slib dat ontwaterd is met een kamerfilterpers een droge stofgehalte van typisch 20 – 35 %.

### **Emissies**

Bij ontwatering met kamerfilterpersen komt slibwater en spoelwater vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie.

### **Energiegebruik**

Het energiegebruik voor ontwatering met een kamerfilterpers bedraagt typisch 20 kWh per ton droge stof<sup>102</sup>.

### **Kosten**

Een kamerfilterpers is in vergelijking met andere ontwateringsapparatuur duur in aankoop en arbeidsintensief. De kostprijs voor ontwatering met een kamerfilterpers bedraagt ongeveer 7.000 – 10.000 BEF per ton droge stof voor installaties met een voldoende grote capaciteit (vanaf +/- 1000 ton droge stof per jaar). Voor kleinere installaties kan de kostprijs tot het dubbele hiervan oplopen.

### **Technische problemen**

Als de kamers te snel gevuld worden, is de kans op het dichtslaan van de filterdoeken groot. Het slibwater kan dan niet meer worden afgevoerd, de ontwatering verloopt slecht. Verloopt het vullen echter te langzaam, dan is er geen evenwichtige opbouw van de droge stof in elke kamer. Onder in de kamer bouwt zich reeds een slibkoek op, terwijl bovenin daarvan nog geen sprake is. Voor een goede ontwatering is een gelijkmatig verdeelde slibkoek van groot belang.

Bij het openen van de pers kan de filterkoek blijven plakken aan het doek. In dit geval moet de pers grotendeels handmatig worden leeggemaakt.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

---

<sup>102</sup> Bron: Aquafin, 2000

## A15. Mechanische ontwatering met zeefbandpers

### Doel

Vloeibaar slib is ongeschikt voor de meeste verdere verwerkings- en afzetmethoden. Daarom moet het slib meestal vooraf ontwaterd worden tot slibkoek.

Bij de ontwatering wordt een gedeelte van het water dat na indikking (zie paragraaf 3.1.1) nog in het slib aanwezig blijft, verwijderd. Het gaat met name om het resterend gedeelte van het vrije slibwater en om een gedeelte van het capillaire slibwater. Het capillaire slibwater is zodanig gebonden in het slib dat het niet door inwerking van de zwaartekracht maar wel door mechanische krachten kan verwijderd worden. Het maakt +/- 22 % van het totale slibwater uit. Het slibwater dat door adhesie gebonden is aan de celwanden van de vaste stof (adsorptiewater) en het water dat deel uitmaakt van het celmateriaal (cellulair water), samen +/- 8 % van de totale hoeveelheid water in de slibmassa, kunnen niet door mechanische ontwatering verwijderd worden. De limiet van het technisch mogelijke bij mechanische ontwatering ligt om en bij de 40 % droge stof (afhankelijk van de slibsoort).

Bij ontwatering met zeefbandpersen wordt gebruik gemaakt van mechanische perskrachten.

### Proces- en installatiebeschrijving

Bij zeefbandpersen wordt het slib tussen twee parallel uitgevoerde transportbanden geperst. Tenminste één van de banden moet als zeefband uitgevoerd zijn, zodat het slibwater, dat door de perskrachten wordt uitgeduwd, kan afgeleid worden. Bij de meeste types zeefbandpersen dient de onderste band als draag- en zeefband. Hij bestaat uit een filterdoek en wordt ondersteund door rollen. De bovenste band is meestal geen filterdoek maar een gesloten persband. Met drukrollen wordt hij tegen de zeefband geperst. De drukrollen zijn in hoogte verstelbaar zodat de persdruk kan worden aangepast aan de te behandelen slibsoort.

In een eerste zone van de zeefbandpers, de voorontwateringszone, moet zoveel vrij water afgescheiden worden dat het slib pasteus wordt. Indien dit niet zo is, dan zou het slib in de daaropvolgende zones zijdelings tussen de banden worden uitgeperst. Het voorontwaterd slib (circa 8 % droge stof) komt vervolgens in de perszone, waar de afstand tussen de twee banden afneemt en de drukkracht dus geleidelijk aan toeneemt. In de laatste zone, de wrijvingszone, worden de steun- en drukrollen zodanig geplaatst dat de banden een slangvormige beweging maken. Hierdoor ontstaat een relatieve beweging en zullen naast de drukkrachten ook de wrijvingskrachten op het slib inwerken.

De zeefband wordt continu gewassen. Het debiet van het waswater is van dezelfde grootteorde als het inkomend slibdebiet.

### Bestaande installaties

In RWZI's met biologische defosfatering waar het slib direct ontwaterd moet worden, wordt gebruik gemaakt van cascades van een indiktafel (zeefband, zie Technische Fiche A3 in bijlage 3) gevolgd door een zeefbandpers. Het slib wordt hierbij eerst ingedikt op de indiktafel en vervolgens verder ontwaterd in de zeefbandpers. Voor de rest wordt momenteel in nieuw gebouwde RWZI's niet voor zeefbandpersen gopteerd.

### Verwerkbare materialen

Voor ontwatering met zeefbandpersen komen in principe vrijwel alle slibsoorten in aanmerking. Om het rendement van mechanische ontwatering te verbeteren, dient het slib

vooraf geconditioneerd te worden door toevoeging van polyelektrolyten (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3). Het polyelektrolytgebruik bedraagt typisch 4 tot 8 kg/ton droge stof.

### **Eindmaterialen**

Slib dat ontwaterd is met zeefbandpersen heeft een droge stofgehalte van typisch 15 – 30 %. Het is steeds gecontamineerd met polyelektrolyten (4 tot 8 kg/ton droge stof).

### **Emissies**

Bij ontwatering met een zeefbandpersen komt slibwater en spoelwater vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie.

Aangezien een zeefbandpersen een open systeem is, kunnen zich geur- en nevelproblemen voordoen.

### **Energiegebruik**

Het energiegebruik voor ontwatering met een cascade opstelling (indiktafel + zeefbandpersen) bedraagt typisch 30 kWh per ton droge stof. Hierbij komt nog +/- 95 kWh per ton droge stof voor de randapparatuur.

### **Kosten**

In de kostprijs voor ontwatering met een cascade opstelling (indiktafel + zeefbandpersen) weegt de investeringkost het zwaarst door. Deze wordt geschat op 3.200 BEF/ton droge stof, afhankelijk van de grootte.

### **Technische problemen**

Vanwege het mechanische werkingsprincipe is een zeefband onderhevig aan slijtage. De omgeving van de zeefband wordt snel smerig door druipen en lekken van de band.

De werking van een zeefbandpersen is gevoelig aan variaties in het droge stofgehalte van het ingaande slib, waardoor de flexibiliteit beperkt wordt.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

## A16. Mechanische ontwatering met decanteercentrifuge

### Doel

Vloeibaar slib is ongeschikt voor de meeste verdere verwerkings- en afzetmethoden. Daarom moet het slib meestal vooraf ontwaterd worden tot slibkoek.

Bij de ontwatering wordt een gedeelte van het water dat na indikking (zie paragraaf 3.1.1) nog in het slib aanwezig blijft, verwijderd. Het gaat met name om het resterend gedeelte van het vrije slibwater en om een gedeelte van het capillaire slibwater. Het capillaire slibwater is zodanig gebonden in het slib dat het niet door inwerking van de zwaartekracht maar wel door mechanische krachten kan verwijderd worden. Het maakt +/- 22 % van het totale slibwater uit. Het slibwater dat door adhesie gebonden is aan de celwanden van de vaste stof (adsorptiewater) en het water dat deel uitmaakt van het celmateriaal (cellulair water), samen +/- 8 % van de totale hoeveelheid water in de slibmassa, kunnen niet door mechanische ontwatering verwijderd worden. De limiet van het technisch mogelijke bij mechanische ontwatering ligt om en bij de 40 % droge stof (afhankelijk van de slibsoort).

Bij ontwatering met een decanteercentrifuge wordt gebruik gemaakt van centrifugaalkrachten.

### Proces- en installatiebeschrijving

Een decanteercentrifuge bestaat uit een roterende mantel met daarin een roterende transportschroef. De mantel heeft een cilindrisch en een conisch gedeelte. De mantel en de schroef roteren beide in dezelfde richting, maar met een verschil in toerental van ongeveer 10 - 20 rotaties per minuut. De snelheid van de mantel is normaal gezien 1.500 – 4.000 rotaties per minuut. Het te ontwateren slib wordt centraal in de draaiende mantel van de decanteercentrifuge ingebracht. Onder invloed van de centrifugale kracht treedt een scheiding tussen de vaste en de vloeibare stof op. De slibdeeltjes bewegen naar de buitenkant van de mantel en worden door de transportschroef naar de afvoer getransporteerd. Het slibwater of centraat verlaat de centrifuge aan het andere einde van de trommel via een verstelbaar overstort. De hoogte van de verstelbare overstort bepaalt de hoogte van het vloeistofniveau en daarmee ook de verblijftijd van de vloeistof in de decanteercentrifuge. Hoe langer de vloeistof in de decanteercentrifuge blijft, hoe meer deeltjes onder invloed van de zwaartekracht afgescheiden worden. De verblijftijd hangt ook af van het verschil in toerental. Door het toerental te variëren kan het droge stofgehalte worden beïnvloed.

### Bestaande installaties

Decanteercentrifuges worden in diverse industriële sectoren toegepast.

Tot voor kort opteerde Aquafin in nieuw gebouwde RWZI's meestal voor decanteercentrifuges als ontwateringsapparatuur, uitgezonderd in geval van biologische defosfatering, waar de voorkeur gegeven wordt aan zeefbandpersen. Recent vertoont Aquafin opnieuw groeiende interesse voor kamerfilterpersen in plaats van decanteercentrifuges, ondermeer omwille van de hoge kosten die meegebracht worden door de slijtage van decanteercentrifuges.

### Verwerkbare materialen

Voor ontwatering met decanteercentrifuges komen in principe alle slibsoorten in aanmerking. Om het rendement van mechanische ontwatering te verbeteren, dient het slib vooraf geconditioneerd te worden door toevoeging van polyelektrolyten (zie Technische Fiche A12

in bijlage 3). Het polyelektrolytgebruik voor ontwatering met een decanteercentrifuge bedraagt typisch 10 tot 15 kg/ton droge stof.

### **Eindmaterialen**

Slib dat ontwaterd is met een decanteercentrifuge heeft een droge stofgehalte van typisch 20 – 35 %. Het is steeds gecontamineerd met polyelektrolyten (10 tot 15 kg/ton droge stof).

### **Emissies**

Bij ontwatering komt slibwater vrij dat meestal teruggevoerd wordt naar de waterzuiveringsinstallatie.

Aangezien een decanteercentrifuge een gesloten systeem is, treedt normaal weinig of geen geurhinder op.

### **Energiegebruik**

Het energiegebruik voor ontwatering met een decanteercentrifuge bedraagt typisch 60 kWh per ton droge stof voor de centrifuge zelf en 95 kWh per ton droge stof voor de voedingspompen, de polyelektrolytinstallatie, het transport en de opslag van het ontwaterd slib<sup>103</sup>.

### **Kosten**

In de totale kostprijs voor ontwatering met een decanteercentrifuge weegt de investeringskost vrij zwaar door. Deze wordt geschat op +/- 2.300 BEF per ton droge stof.

### **Technische problemen**

Decanteercentrifuges zijn onderhevig aan slijtage door zand en grove verontreinigingen die in het slib aanwezig zijn. Om slijtage te voorkomen is verwijdering van grove delen voor de ontwatering nodig.

De werking van een decanteercentrifuges is gevoelig aan variaties in het droge stofgehalte van het ingaande slib, waardoor de flexibiliteit beperkt wordt.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

---

<sup>103</sup> Bron: Aquafin, 2000

## **A17. Mechanische ontwatering met roterende vacuümtrummelfilter**

### **Doel**

Vloeibaar slib is ongeschikt voor de meeste verdere verwerkings- en afzetmethoden. Daarom moet het slib meestal vooraf ontwaterd worden tot slibkoek.

Bij de ontwatering wordt een gedeelte van het water dat na indikking (zie paragraaf 3.1.1) nog in het slib aanwezig blijft, verwijderd. Het gaat met name om het resterend gedeelte van het vrije slibwater en om een gedeelte van het capillaire slibwater. Het capillaire slibwater is zodanig gebonden in het slib dat het niet door inwerking van de zwaartekracht maar wel door mechanische krachten kan verwijderd worden. Het maakt +/- 22 % van het totale slibwater uit. Het slibwater dat door adhesie gebonden is aan de celwanden van de vaste stof (adsorptiewater) en het water dat deel uitmaakt van het celmateriaal (cellulair water), samen +/- 8 % van de totale hoeveelheid water in de slibmassa, kunnen niet door mechanische ontwatering verwijderd worden. De limiet van het technisch mogelijke bij mechanische ontwatering ligt om en bij de 40 % droge stof (afhankelijk van de slibsoort).

Bij ontwatering met een roterende vacuümtrummelfilter wordt gebruik gemaakt van vacuüm zuigkrachten.

### **Procesbeschrijving**

Het principe van ontwatering met een roterende vacuümtrummelfilter berust op het vacuüm zuigen van slib tegen een trommel bekleed met een filterdoek. Een vacuümtrommel bestaat uit een holle cilindrische gesegmenteerde trommel die langzaam (minder dan 1 omwenteling per minuut) ronddraait rond een horizontale as. Het slib wordt op het filterdoek gezogen dat gemaakt is van wol, nylon of glasvezel. Het ontwaterde slib wordt daarna afgeschraapt door messen, rollers of draden. De mogelijkheid bestaat om een wasfase te voorzien om een zuivere filterkoek te bekomen.

### **Bestaande installaties**

Roterende trummelfilter worden in diverse industrietakken, ondermeer in de voedingsindustrie voor ontwatering van slib, toegepast. Aquafin geeft de voorkeur aan andere ontwateringsapparatuur.

### **Verwerkbare materialen**

Om het rendement van mechanische ontwatering te verbeteren, wordt het slib bij voorkeur vooraf geconditioneerd door toevoeging van polyelektrolyten (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3).

### **Eindmaterialen**

Slib dat ontwaterd is met een roterende vacuümtrummelfilter heeft een droge stofgehalte van typisch 15 – 35 %.

### **Emissies**

Bij ontwatering met een roterende vacuümtrummelfilter komt slibwater en spoelwater vrij. Dankzij het goede afscheidingsrendement bevat het filtraat weinig zwevend stof.

De vacuümpomp maakt veel lawaai.

**Energiegebruik**

Het energiegebruik voor ontwatering met een roterende vacuümtrummelfilter is hoog in vergelijking met andere ontwateringstechnieken en bedraagt typisch 6 - 12 kWh/m<sup>3</sup> slib.

**Kosten**

Een roterende vacuümtrummelfilter vergt hoge investeringskosten en operationele kosten. De installatie heeft constant supervisie nodig, zodat de personeelskosten relatief hoog zijn.

De kostprijs voor ontwatering met een roterende vacuümtrummelfilter bedraagt ongeveer 6.000 – 8.000 BEF per ton droge stof voor installaties met een voldoende grote capaciteit (vanaf +/- 1000 ton droge stof per jaar). Voor kleinere installaties kan de kostprijs tot het dubbele hiervan oplopen.

**Technische problemen**

Fijne slibdeeltjes kunnen het filterdoek verstoppen waardoor de slibfilm niet opgebouwd kan worden. Dit probleem treedt vooral op wanneer het slib onvoldoende geconditioneerd.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

## A18. Solidificatie (mogelijk in combinatie met immobilisatie)

### **Doel**

Bij solidificatie door kalktoevoeging aan ontwaterd slib is het meestal de bedoeling de steekvastheid van het slib te verhogen zodat het beter geschikt wordt om te storten. Tegelijk sterven de meeste micro-organismen in het slib af, zodat kan gesproken worden van een post-stabilisatie. Door gebruik van toeslagstoffen met een immobiliserende werking wordt niet alleen een solidificatie, doch ook een correctie van het uitlooggedrag van de in het slib aanwezige metalen beoogd.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Het toevoegen van kalk na de ontwatering kan toelaten om een steekvast slib te bekomen wanneer dit wegens de aard van het slib met ontwatering alleen niet mogelijk is. Meestal kiest men voor toevoeging van ongebluste kalk (CaO) omdat de hydratatie tot Ca(OH)<sub>2</sub> de temperatuur van het slib laat toenemen, wat voor een bijkomende ontsmetting zorgt. Een goede menging van CaO en ontwaterd slib is vereist.

Voor het toevoegen van kalk aan ontwaterd slib bestaan verschillende menginstallaties:

#### *Brugbreker met wormpomp*

In een voorraadtrechter worden ontwaterd slib en ongebluste kalk samengebracht. In de trechter draaien twee paddels in tegenovergestelde richting. Het mengsel valt op een transportschroef die het slib met de kalk in een wormpomp brengt. Via de wormpomp kan het geconditioneerde slib in een container gebracht worden.

#### *Ploegschaarmenger*

In een horizontaal roterende trommel draaien ploegscharen waarvan de omtreksnelheid en de geometrie zodanig ontworpen zijn dat ze het slib van de trommelwand weg in de trommel slingeren. Dit zogenaamd mechanisch wervelbed bewerkt het mengsel en mengt het intensief.

#### *Paddelmenger*

In een horizontale trommel draaien twee stangen met paddels in tegenovergestelde richting.

Door gebruik van toeslagstoffen met een immobiliserende werking (b.v. cementachtige materialen, humusachtige en/of anorganische complexanten) wordt niet alleen een solidificatie, doch ook een correctie van het uitlooggedrag van de in het slib aanwezige metalen gerealiseerd.

### **Bestaande installaties**

Solidificatie door kalktoevoeging wordt voor zover geweten niet toegepast in Vlaanderen.

De divisie slib van de firma DEC N.V. (voorheen Silt) past in haar slibrecyclagecentrum te Ruisbroek de KIT-technologie toe om een solidificatie en immobilisatie van ontwaterd slib te realiseren (zie Technische Fiche C4 in bijlage 5).

### **Verwerkbare materialen**

Solidificatie, al of niet gecombineerd met immobilisatie, wordt toegepast op ontwaterd slib.



**Eindmaterialen**

De bijmenging van toeslagstoffen resulteert in een verhoging van het droge stofgehalte, waardoor het slib in bepaalde gevallen voldoende steekvast wordt om gestort te worden. De af te zetten hoeveelheid slib neemt sterk toe naarmate meer toeslagstoffen toegevoegd worden.

Op voorwaarde dat de kalktoevoeging wordt uitgevoerd volgens de voorwaarden gegeven in Bijlage 4.2.1.C van Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.2), wordt met kalk behandeld slib door Vlarea beschouwd als behandeld (zuiverings)slib, waardoor het onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.2) als meststof of bodemverbeterend middel mag worden gebruikt (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

**Emissies**

Toevoeging van kalk aan slib gaat gepaard met een temperatuursstijging en geeft hierdoor aanleiding tot emissies van organische stoffen en ammoniak. Dit kan aanleiding geven tot geurhinder, vooral indien de toevoeging gebeurt in een open installatie.

**Energiegebruik**

Het energiegebruik voor solidificatie, al dan niet in combinatie met immobilisatie, is relatief laag.

**Kosten**

Toevoegen van kalk aan slib is vrij goedkoop. De kostprijs van solidificatie en immobilisatie van ontwaterd slib door het KIT-procédé bedraagt zo'n 1.500 à 2.000 BEF per ton slib<sup>104</sup>. In deze kostprijs zijn de kosten voor kwaliteitsopvolging inbegrepen.

**Technische problemen**

Aan de solidificatie, al dan niet in combinatie met immobilisatie, zijn weinig technische problemen verbonden.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De toepasbaarheid van solidificatie, al dan niet in combinatie met immobilisatie, hangt samen met de toepasbaarheid van storten (zie Technische Fiche B2 in bijlage 4) en gebruik in de landbouw (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

---

<sup>104</sup> Bron: DEC, Divisie Slib, 2000

## **A19. Opwerking tot slecht doorlatend materiaal (type Hydrostab )**

### **Doel**

De doelstelling van de opwerking is een materiaal te bekomen met een lage permeabiliteit dat kan toegepast worden in afdichtlagen, b.v. voor het afdichten van stortplaatsen, ter vervanging van klassieke afdichtingsmaterialen zoals natuurlijke klei, zand- en bentonietmengsels (zie Technische Fiche B3 in bijlage 4).

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Opwerking tot slecht doorlatend materiaal kan gebeuren aan de hand van het Hydrostab procédé. Het proces voor de opwerking tot Hydrostab is afgeleid van de technologie om natuurlijke gronden door middel van waterglas (in water oplosbare alkali-silicaten) waterdicht te maken. Mengsels van natuurlijke bodemmaterialen met waterglas verkrijgen hun afdichtende werking door binding en opvulling van de bodemporiën met het in situ gevormde silicaatpolymeer. De binding tussen het waterglas en de bodemdeeltjes verloopt het meest efficiënt bij een welbepaalde korrelverdeling van de bodemmaterialen. Behalve de fysische binding van de bodemdeeltjes heeft waterglas eveneens de eigenschap om metaalionen te immobiliseren onder de vorm van metaalsilicaten.

In het Hydrostab procédé worden in plaats van natuurlijke bodemmaterialen afvalstoffen gebruikt die qua korrelverdeling vergelijkbaar zijn aan de ideale korrelverdeling van een bodemmengsel. De gebruikte afvalstoffen dienen steeds te bestaan uit een korrelfractie (b.v. zeefzand, verontreinigde grond), een vulstoffractie (b.v. vliegassen), en een slibfractie (b.v. zuiveringsslib). Het aandeel slib in het mengsel ligt tussen de 40 à 45 gewichts%. Het slib heeft omwille van zijn vezelige textuur een afdichtende en plastificerende werking. De inwerking van het slib in de porie-openingen van de korrelverdeelde dragende structuur levert een afdichtend en comprimeerbaar mengsel op. Dankzij de waterglasveredeling wordt het afdichtingseffect nog aanmerkelijk verhoogd. Zonder het slib zou het mengsel te korrelig, te droog en niet plastisch genoeg zijn om een degelijke verdichting en dus waterdichtheid te bekomen.

### **Bestaande installaties**

De opwerking tot Hydrostab wordt in Nederland uitgevoerd door BKB Reststoffen management, Dalfsen. Hydrostab is beschermd door een octrooi waarvan BKB Reststoffen management de licentiehouder is voor Europa. De firma Tobometal heeft een exclusiviteitsovereenkomst met BKB Reststoffen management wat betreft de acquisitie van de reststoffen voor, en de toepassing van Hydrostab in België en het Groot Hertogdom Luxemburg. Voor wat betreft RWZI-slib van Aquafin is er een deel-exclusiviteitsovereenkomst tussen Tobometal en Deckx Algemene Ondernemingen.

### **Verwerkbaar materialen**

In het Hydrostab procédé wordt, naast andere afvalstoffen, gebruik gemaakt van ontwaterde, al dan niet vergiste slibs (min. 28 % droge stof). Opdat de opgewerkte Hydrostab zou voldoen aan de normen die door de Nederlandse overheid worden opgelegd, worden aan het mengsel eisen opgelegd inzake het gehalte aan minerale oliën (max. 6000 mg/kg DS), EOX (max. 80 mg/kg DS) en fenolindex (max. 50 mg/kg DS). Het gehalte aan organisch materiaal mag ten hoogste 15 % (m/m, TOC) bedragen. Momenteel levert Aquafin enkel slib dat voor de ontwatering geconditioneerd werd met FeCl<sub>3</sub> en kalk. Slib dat geconditioneerd werd met vloeibare polyelektrolyten voldoet wegens het te hoge gehalte aan minerale oliën niet aan de

acceptatiecriteria voor opwerking tot Hydrostab . Momenteel wordt onderzocht of slib dat geconditioneerd werd met poedervormige polyelektrolyten wel aan de acceptatiecriteria voldoet.

### **Eindmaterialen**

Het eindmateriaal van het Hydrostab procédé is een korrelvormig mengsel, dat in contact met water of bij blootstelling aan lucht uithardt. Het voldoet aan de technische kwaliteitseisen die gesteld worden voor gebruik in afdichtlagen van stortplaatsen. Het is weinig waterdoorlatend (k-waarde kleiner dan  $5 \cdot 10^{-10}$  m/s, te vergelijken met door Vlarem II opgelegde k-waarde van  $1 \cdot 10^{-9}$ ), het waterhoudend vermogen is conform aan dat van klei of leem, en de scheurbestendigheid en droogtekrimpevoeligheid zijn beter dan die van klei of leem.

De concentraties van verontreinigende stoffen, zoals metalen, in het materiaal is afhankelijk van de aard en de kwaliteit van de gebruikte afvalstoffen. Uit een milieuhygiënische karakterisering van Hydrostab op basis van RWZI-slib, vliegashoudend materiaal van wervelbedverbranding van slib en verontreinigende bodem, bleek dat het materiaal ten opzichte van de achtergrondwaarde bodemkwaliteit in belangrijke mate is aangerijkt met Cd, Cu, Pb, Ni en Zn, minerale oliën en PAK's. De totaalconcentraties van deze stoffen liggen wel beneden de Vlare-eisen voor gebruik in of als vormgegeven bouwstof (C. Kenis, 2000).

Gezien de initieel beperkte vormvastheid kan Hydrostab niet onderworpen worden aan de standaard uitloogtest (NEN 7345) die door Vlarea wordt voorgeschreven om te toetsen of inzake uitloogbaarheid al dan niet voldaan is aan de voorwaarden voor gebruik in of als vormgegeven bouwstof. Het uitlooggedrag van de metalen in Hydrostab op basis van RWZI-slib, vliegashoudend materiaal van wervelbedverbranding van slib en verontreinigende bodem werd wel onderzocht met een maximale beschikbaarheidstest<sup>105</sup> volgens NEN 7341 en met een diffusieproef volgens NVN 7347 (C. Kenis, 2000). Op basis van de beschikbaarheidstest werd besloten dat Pb vrijwel volledig in het materiaal wordt geïmmobiliseerd. Voor As, Cr, Hg en Sb lag de beschikbaarheid beneden de bepalingsgrens. Cd, Cu, Ni en Zn worden slechts beperkt geïmmobiliseerd, en Mo is vrijwel volledig beschikbaar. De diffusieproef volgens NVN 7347 toont aan dat Ni in de onderzochte Hydrostab stalen een uitloogbaarheid heeft van +/- 35 mg/m<sup>2</sup>. Voor Cu en Zn ligt de uitloogbaarheid volgens NVN 7347 beneden 20 mg/m<sup>2</sup>. Deze waarden kunnen ter indicatie vergeleken worden met de Vlare-grenswaarden van 15 mg/m<sup>2</sup> voor Ni, 25 mg/m<sup>2</sup> voor Cu en 90 mg/m<sup>2</sup> voor Zn, evenwel bepaald volgens NEN 7345. De uitloogbaarheid van Cd in de onderzochte stalen lag beneden de bepalingslimiet.

De betrokken bedrijven houden zich sterk dat door verdere optimalisatie van het opwerkingsproces de uitloogbaarheid van de metalen, in het bijzonder deze van nikkel, verder teruggedrongen kan worden.

### **Emissies**

De opwerking gaat niet gepaard met noemenswaardige emissies. Wel kan mogelijk geurhinder optreden.

<sup>105</sup> Met deze proef worden de maximaal uitloogbare hoeveelheden bepaald (d.i. de uitloogbaarheid van een materiaal dat wordt blootgesteld aan extreme omstandigheden).

**Energiegebruik**

Het energiegebruik voor productie en intern transport en het aanbrengen van Hydrostab bedraagt 14.000 MJ / ton droge stof.

**Kosten**

Er zijn geen gegevens beschikbaar over de kostprijs van de opwerking. Voor de afname van RWZI-slib voor opwerking en gebruik als Hydrostab wordt aan Aquafin een prijs van +/- 2.450 BEF per ton slib aangerekend, wat overeenkomt met +/- 9.800 BEF per ton droge stof (voor slib met een droge stofgehalte van +/- 25 %).

**Technische problemen**

Voor de opwerking zijn geen technische problemen gekend.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De toepasbaarheid van deze opwerkingsmethode hangt samen met de mogelijkheid van het gebruik van het eindmateriaal in afdichtlagen, b.v. voor stortplaatsen (zie Technische Fiche B3 in bijlage 4).

## **A20. Opwerking tot zwarte grond**

### **Doel**

Het opwerken van zuiveringsslib tot zwarte grond heeft tot doel een materiaal te bekomen dat in plantsoenen en andere groenvoorzieningen kan worden toegepast. Een bijzondere toepassingsmogelijkheid is de bewortelingslaag van de eindafdek van stortplaatsen.

Zwarte grond wordt bodemkundig gedefinieerd als een grondmengsel dat dient tot verbetering van het groeimilieu op voor plantengroei niet of weinig geschikte gronden. Hiertoe dient de zwarte grond voldoende vocht te kunnen vasthouden, een voldoende hoog basisbemestingsniveau te bezitten en bodemfysisch geschikt te zijn voor plantengroei.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Bij het opwerken van zuiveringsslib tot zwarte grond wordt ontwaterd slib gemengd met zand en eventueel andere toeslagstoffen. Vervolgens laat men het mengsel narijpen. Al naargelang de ontwateringseigenschappen van het slib kan ook een voorrijping (voor de toevoeging van toeslagstoffen) wenselijk zijn.

### **Bestaande installaties**

Opwerken tot zwarte grond wordt op dit moment niet meer toegepast in Vlaanderen. In het verleden werd deze verwerkingsweg wel gebruikt.

### **Verwerkbare materialen**

Voor het opwerken tot zwarte grond wordt geheel of gedeeltelijk ontwaterd slib gebruikt. In het algemeen leent natuurlijk ontwaterd slib, en in het bijzonder anaëroob uitgegist slib, zich het best voor bereiding van zwarte grond. Mechanisch ontwaterd slib, dat chemisch geconditioneerd is, is slechts moeizaam en met veel extra handelingen tot zwarte grond te verwerken (Stowa, 1982).

Vermits zwarte grond in Vlaanderen niet is opgenomen in de lijst van secundaire grondstoffen is er geen milieureglementering die het gebruik toelaat. Aangezien verdunning van afvalstoffen verboden is, zou het gebruik van zwarte grond in principe enkel kunnen toegestaan worden indien de kwaliteit van het slib voldoet aan de Vlarea normen voor het gebruik als meststof of bodemverbeterend middel.

### **Eindmaterialen**

Zwarte grond kan onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.2) in plantsoenen en andere groenvoorzieningen als bodemverbeterend middel worden toegepast. Een andere toepassingsmogelijkheid is de bewortelingslaag van de eindafdek van stortplaatsen.

### **Emissies**

Tijdens de opwerking tot zwarte grond kunnen zich emissies van geurcomponenten voordoen, vooral indien het slib vooraf onvoldoende gestabiliseerd werd of indien er tijdens het verwerkingsproces anaërobe situaties ontstaan in het te verwerken materiaal.

### **Energiegebruik**

Bij opwerking tot zwarte grond is hoofdzakelijk energie nodig voor de werking van de menginstallatie. Het energiegebruik is dus beperkt.

**Kosten**

Als kostenindicatie voor opwerking van slib tot zwarte grond wordt een waarde van 200 tot 300 NLG per ton droge stof (prijspeil 1981) (Stowa, 1982). Dit komt overeen met een kostprijs van 6.500 à 9.500 BEF per ton droge stof anno 2000.

**Technische problemen**

Mits uitgegaan wordt van slib dat passend voorbehandeld werd (zie Verwerkbaar materialen), zijn met de opwerking tot zwarte grond weinig technische problemen verbonden.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De afzetmogelijkheden voor zwarte grond in Vlaanderen zijn beperkt (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

## **A21. Opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar (type Agroviro )**

### **Doel**

Het doel de opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar is het slib te ontsmetten, te stabiliseren en om te zetten in een materiaal dat in de landbouw kan worden toegepast.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar kan gebeuren aan de hand van het Agroviro procédé (voorheen gekend als N-Viro procédé). Dit procédé bestaat uit het toevoegen van kalkhoudende toeslagstoffen aan het te behandelen slib, dat gemiddeld uit 20 % droge stof bestaat. Op droge stof basis bedraagt het gehalte toeslagstoffen gemiddeld 100 %. De toeslagstoffen bestaan uit ongebluste kalk (5 à 10 % op droge stof basis) en een bijkomende lading inerte kalkachtige materialen. De toevoeging van ongebluste kalk veroorzaakt een stijging van de pH van het slib tot ca 11 – 12 en een temperatuurstijging tot ca 40 °C. Deze temperatuurstijging brengt een composteringsproces op gang waardoor de temperatuur verder oploopt tot 55-60 °C. De inerte kalkachtige materialen worden toegevoegd als bulkmateriaal, ter verhoging van de porositeit en ter verbetering van de composteringskwaliteiten. Na een rijpingsperiode (12 uur) en een composteringsfase (4 dagen) wordt een stabiel eindmateriaal bekomen.

### **Bestaande installaties**

Het Agroviro procédé is wereldwijd beschermd door zowel Amerikaanse als Europese patenten. In de Verenigde Staten en in Groot-Brittannië is het erg verspreid. In deze landen worden vooral kalk en cementovenstof als toeslagstof gebruikt.

De divisie slib van de firma DEC N.V. (voorheen Silt) heeft de licentie bekomen om het Agroviro -procédé uit te baten in de Benelux (zie Technische Fiche C4 in bijlage 5).

### **Verwerkbaar materialen**

Zuiveringsslib afkomstig van zowel openbare als industriële waterzuivering kan verwerkt worden via het Agroviro procédé. Het inkomend slib heeft gemiddeld een droge stofgehalte van 20 %.

Het slib dat aanvaard wordt voor het Agroviro procédé dient wat betreft de metaalconcentraties te voldoen aan de kwaliteitseisen voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel zoals deze in de Vlarea regelgeving worden vastgelegd (zie paragraaf 2.3.1.2). Volgens het gebruikscertificaat zijn voor Zn en Cu lichte overschrijdingen van de Vlarea normen in het ingaande slib toegestaan (een marge van 2x de norm voor ieder individueel slibstaal, en een marge van 1,5 de norm op jaarbasis voor elke slibstroom met partijen van dezelfde herkomst). Wat betreft de concentratie aan organische stoffen in het ingaande slib wordt een overschrijding van de Vlarea normen met een factor x toegestaan, waarbij x de factor is van afbraak van organische stoffen tijdens het proces.

### **Eindmaterialen**

Het eindmateriaal van het Agroviro procédé heeft een droge stofgehalte van zo'n 70 %, is gedeeltelijk gedesamonneerd, stofvrij (dus gemakkelijk verder hanteerbaar), geurvrij, pathogeenvrij (virus en wormvrij), en stabiel bij stockage. In vergelijking met het onbehandelde zuiveringsslib bevat het Agroviro materiaal tengevolge van het

composteringsproces een lager gehalte aan organisch materiaal, inclusief organische micropolluenten. De typische eigenschappen van Agroviro materiaal zijn:

droge stof	70 %
pH	11
organische stof	< 10 %
neutraliserende waarde	30 tot 40 %

Het Agroviro materiaal wordt gezien zijn hoge Ca gehalte in de eerste plaats beschouwd als een kalkmeststof met een zuurbindende waarde. Tevens is het een bron van organisch materiaal, van traagwerkende stikstof (want gebonden in de organische fractie), van P, K en Mg. De elementaire samenstelling van het materiaal kan variabel op wens van de klant worden gevarieerd.

Agroviro materiaal bereid uit zuiveringsslib wordt onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.2) door de Vlarea wetgeving beschouwd als behandeld (zuiverings)slib waardoor het in Vlaanderen als meststof of bodemverbeterend middel gebruikt mag worden. In de huidige Vlarea wetgeving (Art. 4.2.1.2) wordt specifiek voor RWZI-slib (niet voor industrieel zuiveringsslib) als voorwaarde voor de aanduiding als behandeld slib gesteld dat de wateroplosbare vormen van P en N met minstens 85 % moeten gereduceerd zijn. Uit metingen van verschillende soorten zuiveringsslib en het daaruit geproduceerde Agroviro blijkt dat, afhankelijk van de gebruikte methode voor het bepalen van wateroplosbare vormen van de nutriënten stikstof en fosfor, het Agroviro materiaal al dan niet voldoet aan deze voorwaarden (K. Devoldere, 2000):

- Indien voor de wateroplosbare vormen van de nutriënten stikstof en fosfor de totaalconcentraties aan stikstofhoudende componenten en aan  $P_2O_5$  worden genomen, voldoet het proces wel aan de gestelde vereisten. Deze interpretatie is conform de bepalingen van het meststoffendecreet.
- Indien de wateroplosbare vormen van de nutriënten stikstof en fosfor worden bepaald door middel van een uitloogprocedure (DIN S4 of pH-stat test), voldoet het proces voor fosfor niet aan de gestelde vereisten. Deze interpretatie is enkel gebaseerd op de onmiddellijk beschikbare fractie van de nutriënt P, die slechts een kleine fractie van de totale hoeveelheid  $P_2O_5$  uitmaakt.

In de ontwerp tekst voor de nieuwe Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) zijn de voorwaarden inzake de wateroplosbare vormen van stikstof en fosfor geschrapt.

Het Agroviro materiaal wordt ook in het buitenland afgezet, ook buiten de EU. Hiervoor werd door het ministerie van landbouw een fyto sanitair certificaat afgeleverd.

### **Emissies**

Tijdens het proces komen ammoniak en stof vrij. Deze kunnen worden gerecycleerd en terug aan het materiaal worden toegevoegd.

### **Energiegebruik**

Het energiegebruik voor behandeling via het Agroviro procédé is gering.



**Kosten**

De kostprijs voor behandeling via het Agroviro procédé bedraagt 2.500 tot 3.500 BEF per ton slib<sup>106</sup>. In deze kostprijs zijn de kosten voor kwaliteitsopvolging en bodemanalyse bij de eindgebruiker inbegrepen. Door verkoop van het Agroviro materiaal worden inkomsten bekomen.

**Technische problemen****Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De afzet van het Agroviro materiaal is beperkt tot gronden met een kalkbehoefte. Vermits de kalkbehoefte op landbouwgronden kleiner is dan de behoefte aan organisch materiaal kan per ha minder zuiveringsslib als humusbron gevaloriseerd worden.

---

<sup>106</sup> Bron: DEC, Divisie slib, 2000

## A22. Compostering

### Doel

Compostering is een gecontroleerd proces waarbij organisch materiaal in aanwezigheid van zuurstof door microbiële degradatie wordt omgezet tot een stabiel eindmateriaal, namelijk compost. Stabiel wil zeggen dat het nog resterende organisch materiaal slechts traag afbreekbaar is. Compost is een bodemverbeteraar die vooral door zijn hoge gehalte stabiele organische stof bijdraagt tot een goede bodemstructuur.

### Proces- en installatiebeschrijving

Het principe van composteren is zodanige procesomstandigheden (afvalsamenstelling, dichtheid, beluchting, vocht, temperatuur) creëren dat de microbiële afbraak van organisch materiaal wordt geoptimaliseerd. Door de microbiële activiteit ontstaat warmte en stijgt de temperatuur. De optimale procestemperatuur ligt tussen 50 en 60 °C, doch kan variëren in functie van de verschillende procesparameters en klimatologische omstandigheden. Door de verhoogde temperaturen tijdens de compostering wordt de afbraak van het biodegradeerbaar organisch materiaal tot CO<sub>2</sub> en water versneld. Uit de in het slib aanwezige N en S-verbindingen kunnen tevens NH<sub>3</sub>, aminen, H<sub>2</sub>S, mercaptanen en andere stoffen gevormd worden. Door de verhoogde temperatuur worden potentieel pathogene micro-organismen gedood en wordt water uit het slib verdampt. De verdamping van water resulteert in een volumereductie en een stijging van het gehalte droge stof. De duurtijd van het composteringsproces is afhankelijk van het uitgangsmateriaal, de gewenste eigenschappen van de compost en de technische kenmerken van de installatie en kan variëren van enkele dagen of weken (in gesloten installaties) tot enkele maanden.

Een composteringsinstallatie bestaat meestal uit lange rijen slib (eventueel gemengd met ander composteerbaar materiaal zoals GFT) gemengd met opvulmateriaal (b.v. houtsnippers, stro) met daaronder een buizenstelsel. Via het buizenstelsel kan lucht in de hopen worden geblazen (blaasbeluchting) of doorheen de hopen worden gezogen (zuigbeluchting). De beluchting zorgt voor zuurstofinbreng en controle van de reactietemperatuur en de vochtigheid. Het opvulmateriaal zorgt vooral voor een meer open structuur waardoor er beter belucht kan worden en bevordert vaak de vochthuishouding. Tijdens de compostering moet het materiaal worden gekeerd. Dit is noodzakelijk om al het materiaal bloot te stellen aan de hogere temperaturen (vermijden van randeffecten), evenals voor het verbreken van eventueel gevormde preferentiële luchtkanalen en om een homogener eindproduct te bekomen. Vaak wordt een keerinstallatie toegepast die langzaam over de hopen schuift en de compost mengt en keert. Nadat de compost klaar is wordt deze afgezeefd zodat een verhandelbaar en visueel aantrekkelijk product beschikbaar is. Bijkomende behandelingen kunnen toegepast worden tijdens deze zogenaamde nabewerking (vb. windshifting, afscheiding van harde delen). Het structuurmateriaal dat uit de compost verwijderd wordt tijdens het afzeven kan nadien terug gebruikt worden voor het opmengen van vers materiaal. Naast een functie als structuurmateriaal zorgt het op die manier ook voor een microbiële beënting zodat het proces sneller op gang komt.

Om geuroverlast te voorkomen en om de procescondities beter te kunnen beheersen wordt compostering ook wel in gesloten systeem uitgevoerd. Bij een gesloten systeem gebeurt de slibcompostering in een reactor met verticale as. Deze is één- of meercellig uitgevoerd, de compartimentering kan horizontaal of verticaal zijn aangebracht. De luchtinblazing gebeurt door middel van ventilatoren.

### **Bestaande installaties**

In Vlaanderen bestaan ruim 20 composteerinstallaties voor GFT- en groenafval. Vermits momenteel in Vlaanderen nog capaciteit tekort is voor de verwerking van GFT-afval, worden in de bestaande installaties geen zuiveringsslib of andere bedrijfsafvalstoffen verwerkt.

In het buitenland, o.a. in Duitsland en Nederland, bestaan wel composteerinstallaties waarin zuiveringsslib wordt verwerkt. Een voorbeeld van een gesloten systeem is de composteerinstallatie te Kankaanpää (Finland). In deze installatie wordt het slib van de stad Kankaanpää (+/- 3.000 m<sup>3</sup> per jaar) gemengd met turf en verwerkt tot compost (Caddet, 1997).

### **Verwerkbare materialen**

Composteren kan in principe toegepast worden op vrijwel alle slibsoorten, ook op slib dat voorafgaand reeds biologisch of chemisch gestabiliseerd werd. Slib dat reeds vergaand werd gestabiliseerd bevat echter minder biodegradeerbare organische stof die als voedingsbodem voor het composteringsproces kan dienen. Hierdoor wordt minder warmte geproduceerd bij de compostering, zodat minder water verdampt en de bereikte volumereductie geringer is. Aangezien het composteringsproces een vochtgehalte van 40 – 50 % vereist, dient het slib voorafgaand ontwaterd te zijn. Indien nodig kan een verdere vermindering van het vochtgehalte en een verhoging van het organische stofgehalte gerealiseerd worden door toevoeging van droge materialen, b.v. houtsnippers.

De samenstelling van het gecomposteerde slib is bepalend voor de kwaliteit van de bekomen compost (en daarmee samenhangend de afzetmogelijkheden). Slib met hoge concentraties aan pollutanten (specifiek zware metalen) levert sterk gecontamineerde compost op die niet voldoet aan de VLACO kwaliteitsnormen (zie Eindmaterialen) en waarvoor bijgevolg geen afzetmogelijkheden bestaan. Om een goede compost te bekomen moet het organische stofgehalte van het slib voldoende hoog zijn (minimum 50 %). Bovendien dient het slib te voldoen aan de kwaliteitseisen die door Vlarea gesteld worden voor het gebruik als meststof of bodemverbeterend middel (zie paragraaf 2.3.1.2).

### **Eindmaterialen**

Na compostering is de hoeveelheid organische stof in het slib gemiddeld met 50 % gereduceerd. Dankzij de afvoer van vocht tijdens de compostering stijgt het droge stofgehalte tot typisch 50 – 60 % en kan een volumereductie tot 60 % bereikt zijn. Gecomposteerd slib is meestal steekvast. Vermits een groot deel van de organische stof verwijderd is door de compostering, heeft gecomposteerd slib een vastere structuur en een minder vetig karakter dan niet-gecomposteerd ontwaterd slib. Gecomposteerd slib levert hierdoor bij het storten minder risico voor de stabiliteit van de stortplaats.

Op voorwaarde dat de compostering wordt uitgevoerd volgens de voorwaarden gegeven in Bijlage 4.2.1.C van Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.2), wordt gecomposteerd slib door Vlarea beschouwd als behandeld (zuiverings)slib, waardoor het onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.2) als meststof of bodemverbeterend middel mag worden gebruikt (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

Om de afzet van compost in Vlaanderen te ondersteunen werden door VLACO kwaliteitscriteria ontwikkeld. GFT- en groencompost dat aan deze kwaliteitscriteria voldoet kan aanspraak maken op het VLACO-kwaliteitslabel. Daarnaast is op Europees niveau een

richtlijn<sup>107</sup> in ontwerp waarin kwaliteitseisen voor compost worden vastgelegd. Een overzicht van de VLACO criteria inzake concentraties aan zware metalen en de waarden die hiervoor in het ontwerp van de Europese richtlijn worden voorgesteld, wordt gegeven in onderstaande tabel.

parameter (mg.kg DS)	VLACO	Ontwerp Europese richtlijn <sup>107</sup>		
		klasse 1 compost	klasse 2 compost	klasse 3 compost
Cd	1,5	0,7	1,5	3
Cr	70	100	150	300
Cu	90	100	150	300
Hg	1	0,5	1	2
Pb	120	100	150	250
Ni	20	50	75	100
Zn	300	200	400	600

### **Emissies**

Compostering gaat gepaard met emissies van o.a. vluchtige organische stoffen en ammoniak. Dit kan aanleiding geven tot geurhinder. Bij compostering van gevoelige afvalstromen dient daarom steeds te worden voorzien in een gesloten installatie met afzuiging en behandeling van de composteringslucht. Voor zuivering van de afgassen wordt typisch gebruik gemaakt van een biofilter met eventueel voorgeschakelde behandelingstechnieken.

Bij composteren komt condens- en uitloogwater vrij. Dit water wordt gekenmerkt door een aanzienlijke organische vracht en relatief hoge stikstofconcentraties en dient gezuiverd te worden vooraleer het kan geloosd worden.

### **Energiegebruik**

Composteerinstallaties vereisen energie voor de mechanische aandrijving en de beluchting. Voor hal- en tunnelcompostering ligt het energiegebruik typisch tussen 45 en 50 kWh/ton organische massa (ERM, 2000).

### **Kosten**

De kostprijs voor composteren bedraagt 2.500 tot 3.000 BEF per ton voor GFT-afval. De marktprijs voor VLACO compost bedraagt momenteel 200 tot 500 BEF/ton, afhankelijk van de hoeveelheid die wordt afgenomen.

### **Technische problemen**

#### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De afzet van de geproduceerde compost kan een probleem vormen indien er onvoldoende ondersteuning wordt aan gegeven (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

<sup>107</sup> Biological Treatment of Biodegradable Waste, Working Document, 1<sup>st</sup> Draft, October 2000

## A23. Droge slibgisting

### Doel

Droge slibgisting is een gecontroleerd proces waarbij organisch materiaal in afwezigheid van zuurstof door microbiële degradatie wordt omgezet tot een stabiel eindmateriaal, namelijk compost. Stabiel wil zeggen dat het nog resterende organisch materiaal slechts traag afbreekbaar is. Compost is een bodemverbeteraar die vooral door zijn hoge gehalte stabiele organisch stof bijdraagt tot een goede bodemstructuur. Bij droge slibgisting wordt tevens energie (biogas) uit het slib teruggewonnen.

### Proces- en installatiebeschrijving

Door middel van droge slibgisting wordt een gedeelte van het organisch materiaal in afwezigheid van zuurstof wordt omgezet in CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en water. Droge slibgisting vertoont veel overeenkomsten met compostering enerzijds (zie Technische Fiche A22 in bijlage 3) en met (natte) slibgisting anderzijds (zie Technische Fiche A7 in bijlage 3).

De voornaamste verschilpunten met compostering zijn:

- de afwezigheid van zuurstof
- geen vochtafvoer tijdens het proces
- de vorming van methaangas met mogelijkheid tot benutting als energiebron.

De voornaamste verschilpunten met (natte) slibgisting zijn:

- relatief laag watergehalte waardoor het benodigd reactorvolume kleiner is
- minimale opwarmingsenergie nodig: eens het systeem is opgestart, is er dankzij de licht exotherme reactie weinig bijkomende energie noodzakelijk
- er is geen menginstallatie nodig.

### Bestaande installaties

Droge slibgisting wordt in Vlaanderen uitgevoerd door het bedrijf O.W.S. (Organic Waste Systems N.V.) dat hiertoe de zogenaamde DRANCO (Dry Anaërobic Conversion) technologie gebruikt (zie Technische Fiche C5 in bijlage 5). In Vlaanderen zijn 2 DRANCO installaties operationeel: een pilootinstallatie te Gent en een industriële installatie te Brecht. Wereldwijd zijn nog een tiental DRANCO installaties in gebruik. De installatie te Gent verwerkt gemengd huisvuil en GFT-afval, de installatie te Brecht GFT-afval aangevuld met niet recycleerbaar papier. Geen van beide installaties verwerkt zuiveringsslib. De DRANCO installatie te Bassum (Duitsland) is wel uitgerust voor de verwerking van zuiveringsslib en restafval.

### Verwerkbare materialen

Droge slibgisting kan in principe toegepast worden op vrijwel alle slibsoorten, ook op slib dat voorafgaand reeds biologisch of chemisch gestabiliseerd werd. Slib dat reeds vergaand werd gestabiliseerd bevat echter minder biodegradeerbare organische stof die als voedingsbodem voor de biologische omzettingprocessen kan dienen.

De samenstelling van het slib is bepalend voor de kwaliteit van het bekomen compost (en daarmee samenhangend de afzetmogelijkheden). Slib met hoge concentraties aan pollutanten (specifiek zware metalen) levert sterk gecontamineerde compost die niet voldoet aan de VLACO kwaliteitsnormen (zie Eindmaterialen) en waarvoor bijgevolg geen afzetmogelijkheden bestaan. Om een goede compost te bekomen moet het organische

stofgehalte van het slib voldoende hoog zijn (minimum 50 %). Het slib dient bovendien te voldoen aan de in Vlarea opgelegde kwaliteitseisen voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel (zie paragraaf 2.3.1.2).

### Eindmaterialen

Na droge slibgisting is de hoeveelheid organische stof in het slib gemiddeld met 50 % gereduceerd. Vermits tijdens de droge slibgisting geen vocht wordt afgevoerd, heeft droog vergist slib een laag droge stofgehalte, en is de bereikte volumereductie gering. Droge slibgisting dient hierdoor gevolgd te worden door een ontwatering of een droging. Vermits droog vergist slib vergaand gemineraliseerd is, is het gemakkelijker te ontwateren dan het oorspronkelijke slib. Vermits een groot deel van de organische stof verwijderd is door de gisting, heeft droog vergist ontwaterd slib een vastere structuur en een minder vetig karakter dan niet-vergist ontwaterd slib. Droog vergist slib levert hierdoor bij het storten minder risico voor de stabiliteit van de stortplaats.

Op voorwaarde dat de droge gisting wordt uitgevoerd volgens de voorwaarden gegeven in Bijlage 4.2.1.C van Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.2), wordt het geproduceerde compost door Vlarea beschouwd als behandeld slib(zuiverings)slib, waardoor het onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.2) als meststof of bodemverbeterend middel mag worden gebruikt (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

Om de afzet van compost in Vlaanderen te ondersteunen werden door VLACO kwaliteitscriteria ontwikkeld. GFT- en groencompost dat aan deze kwaliteitscriteria voldoet kan aanspraak maken op het VLACO-kwaliteitslabel. Daarnaast is op Europees niveau een richtlijn<sup>108</sup> in ontwerp waarin kwaliteitseisen voor compost worden vastgelegd. Een overzicht van de VLACO criteria inzake concentraties aan zware metalen en de waarden die hiervoor in het ontwerp van de Europese richtlijn worden voorgesteld, wordt gegeven in onderstaande tabel.

parameter (mg.kg DS)	VLACO	Ontwerp Europese richtlijn <sup>108</sup>		
		klasse 1 compost	klasse 2 compost	klasse 3 compost
Cd	1,5	0,7	1,5	3
Cr	70	100	150	300
Cu	90	100	150	300
Hg	1	0,5	1	2
Pb	120	100	150	250
Ni	20	50	75	100
Zn	300	200	400	600

### Emissies

Droge slibgisting gaat gepaard met emissies van o.a. vluchtige organische stoffen en ammoniak. Dit kan aanleiding geven tot geurhinder. Aangezien de slibgisting wordt uitgevoerd in een gesloten installatie, is de geurhinder in het algemeen beperkt.

<sup>108</sup> Biological Treatment of Biodegradable Waste, Working Document, 1<sup>st</sup> Draft, October 2000

**Energiegebruik**

Droge slibgisting gaat gepaard met een netto energieproductie dankzij de productie van methaangas. Het geproduceerde methaangas kan b.v. d.m.v. een gasmotor aangewend worden voor elektriciteitsproductie.

**Kosten****Technische problemen****Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De afzet van het geproduceerde compost kan een probleem vormen indien er onvoldoende ondersteuning wordt aan gegeven (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4).

## A24. Droging in een conventionele droger

### **Doel**

Slibdroging heeft tot doel het slibwater grotendeels uit het slib te verwijderen zodat het slibvolume daalt, de hanteerbaarheid van het slib stijgt en het slib geschikt gemaakt wordt voor een aantal eindverwerkingstechnieken.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Het principe van slibdroging is gebaseerd op het verwarmen van het slib waardoor verdamping van water plaatsvindt. Bij de conventionele drogers kan onderscheid gemaakt worden tussen directe en indirecte drogers. In een directe droger wordt het slib gedroogd door rechtstreeks contact met het droogmedium (b.v. hete lucht of rookgassen). In een indirecte droger is er geen rechtstreeks contact tussen het warmtemedium (b.v. thermische olie of stoom) en het te drogen slib en heeft de warmte-overdracht plaats via een warmtegeleidende scheidingswand. Tevens bestaan er mengvormen, namelijk directe drogers met een indirect verwarmd, gesloten droogdamprecirculatiesysteem. Hierbij worden oververhitte droogdampen in een gesloten kringloop als droogmedium gebruikt. De verwarming van de droogdampen gebeurt indirect.

Directe drogers zijn in vergelijking met indirecte drogers meestal minder complex en minder gevoelig voor slijtage (geen interne bewegende delen). Bij directe drogers zijn de afgassen, een mengsel van het droogmedium en de droogdampen, erg volumineus, waardoor grote toegen afvoerkanalen nodig zijn. Bij een indirecte droger daarentegen bestaan de afgassen uitsluitend uit droogdampen, zodat een minder volumineus leidingwerk nodig is en de installatie compacter wordt. De laatste jaren wordt meer en meer gekozen voor indirecte drogers.

Ontwaterd slib kan als dusdanig moeilijk gedroogd worden vermits het tijdens de droging een zogenaamde kleeffase (tussen 40 en 50 % droge stof) zou doorlopen, waarbij het erg taai wordt en moeilijk kan gekneet of gemixt worden. In de droogtechniek wordt deze toestand van het slib in de droger vermeden door een terugmenging van reeds gedroogd slib met het inkomend ontwaterd slib toe te passen. In de menger ontstaan hierbij harde, reeds gedroogde slibkernen bekleed met een vochtige omhullende laag, die makkelijk en efficiënt te drogen zijn. De mengverhouding gedroogd / niet gedroogd slib varieert tussen 0,25 voor slib met een droge stofgehalte van 40 % en 0,75 voor slib met een droge stofgehalte van 20 %. Om de capaciteit van de drooginstallatie maximaal te benutten, is het dus van belang dat het te drogen slib vooraf zo ver mogelijk ontwaterd is, b.v. door middel van kamerfilterpersen (zie Technische Fiche A14 in bijlage 3).

Slibdrogers kunnen op verschillende manieren uitgevoerd zijn. Enkele van de meest gekende types slibdrogers zijn (Stowa, 1991, Theys G., 1999):

- etagedrogers
- wervelbedovens
- trommeldrogers
- schijvendrogers
- banddrogers
- dunne filmdrogers
- schroefdrogers



### **Bestaande installaties**

#### *– Aquafin*

Aquafin beschikt over een slibdroger te Deurne (zie Technische Fiche C1 in bijlage 5). In deze slibdroger wordt biogas van de slibvergisting aangewend als energiebron voor de droging. Om de droogcapaciteit uit te breiden voorziet Aquafin de bouw van in de nabije toekomst de bouw van bijkomende slibdrooginstallaties te Houthalen, Lichtaart of Gent, en Leuven. De slibdrooginstallatie te Houthalen zal een capaciteit hebben van 10.000 ton droge stof per jaar en zal voor zijn energievoorziening gebruik maken van restwarmte (stoom) uit de rookgassen van de nabijgelegen huisvuilverbrandingsoven. Hij zal volgens planning eind 2001 operationeel zijn. De installaties te Lichtaart of Gent en Leuven zullen elk een capaciteit hebben van 10.000 ton droge stof per jaar en zullen deels van energie voorzien worden door biogas uit nabijgelegen gistinginstallaties. Zij zullen naar verwachting operationeel zijn in 2002.

#### *– voedingsindustrie*

In de voedingsindustrie zijn een beperkt aantal bedrijven uitgerust met een installatie voor het drogen van slib.

#### *– externe verwerkers*

Vlaanderen telt een aantal bedrijven, o.a. Envisan te Gent (zie Technische Fiche C8 in bijlage 5) en Sobry te Roeselare (zie Technische Fiche C7 in bijlage 5), die slib drogen dat hen wordt toegeleverd door slibproducerende bedrijven.

#### *– cementindustrie*

De cementgroep Obourg-Origny (zie Technische Fiche B5 in bijlage 4) beschikt te Obourg over de zogenaamde BEMTI drooginstallatie. Deze installatie wordt gebruikt voor het drogen van waterzuiveringsslib dat zal worden coverbrand in de cementoven van Obourg. De BEMTI is ondermeer voorzien van een naverbrandingskamer.

Ook in het buitenland (b.v. Nederland) zijn diverse slibdrogers in gebruik.

### **Verwerkbaar materialen**

In principe komen vrijwel alle slibsoorten in aanmerking om gedroogd te worden. Om de capaciteit van de droger te optimaliseren en het energiegebruik te minimaliseren, is het van belang het slib voor de droging zo ver mogelijk te ontwateren.

### **Eindmaterialen**

Gedroogd slib heeft een droge stofgehalte van 75 tot 95 %, meestal > 90 %. Tijdens de droging kan de hoeveelheid droge stof verminderd zijn door vervluchtiging van organische stoffen. De reductie kan gaan tot 15 %.

Bij terugmenging van gedroogd slib, met als doel de kleeffase in de droger te vermijden, wordt een gegraneerd slib bekomen dat makkelijk op te slagen, te hanteren en te transporteren is.

Gedroogd slib is flexibel wat betreft eindverwerkingsmethoden. Het komt in principe o.a. in aanmerking voor gebruik als meststof, storten, coverbranding, verbranding, pyrolyse en verglazing.

### Emissies

Bij het drogen komen ‘droogdampen’ vrij. Deze moeten behandeld worden alvorens ze geloosd mogen worden. Mogelijke behandelingstechnieken zijn:

- verwijdering van geurcomponenten (ammoniak en vluchtige organische stoffen) via naverbranding, thermische nabehandeling, gaswassing, biofilter;
- eventueel stofverwijdering;
- eventueel verwijdering van vluchtige zware metalen.

Door het hoge watergehalte zijn de droogdampen erg volumineus. Door condensatie van de droogdampen kan een sterke volumereductie van de afgassen bekomen worden, en kan tegelijk een gedeelte van de warmte die aan het slib werd toegevoegd gerecupereerd worden. Het condensaatwater bevat een gedeelte van het uit het slib verdampte ammoniak en vluchtige organische componenten en moet hierdoor verder gezuiverd worden vooraleer het kan geloosd worden.

### Energiegebruik

In een conventionele slibdroger wordt de verdampingswarmte van het water niet teruggewonnen. De ondergrens van het energiegebruik is hierdoor gelijk aan de energie die nodig is voor de verdamping van het slibwater en voor het opwarmen van de droge stof. Rekening houdend met een warmteverlies van 10 % bedraagt de theoretische energiebehoefte 2793 kJ/kg H<sub>2</sub>O en 94 kJ/kg droge stof.

De totale warmtebehoefte voor het drogen is in sterke mate afhankelijk van het initieel watergehalte en in minder sterke mate van het eind watergehalte van het slib, zoals wordt aangetoond in onderstaande tabel.

Initieel watergehalte	60 %	60 %	75 %	75 %	80 %	80 %
Eindwatergehalte	10 %	20 %	10 %	20 %	10 %	20 %
Energiebehoefte (kJ/kg droge stof)	4.363	3.928	8.965	8.513	12.034	11.567

Hieruit blijkt dat de energiebehoefte voor droging bijna 2,8 maal zo groot is wanneer het slib vooraf slechts ontwaterd wordt tot 20 % droge stof (watergehalte 80 %) i.p.v. tot 40 % droge stof (watergehalte 60 %). Door een doorgedreven ontwatering, b.v. door voorafgaande slibgisting, kan de energiebehoefte voor het drogen bijgevolg aanzienlijk verminderd worden.

De reële energiebehoeften van een drooginstallatie kunnen afhankelijk van het type droger tot ruim 25 % hoger zijn dan de theoretische waarden. Voor een directe droger bedraagt het energiegebruik typisch 3100 – 3500 kJ/kg H<sub>2</sub>O, voor een indirecte droger typisch 2800 – 3300 kJ/kg H<sub>2</sub>O.

Als warmtebron voor het drogen kan gebruik gemaakt worden van klassieke brandstoffen, afvalwarmte, b.v. restwarmte van een huisvuilverbrandingsoven, biogas van een vergistingsinstallatie en dies meer.

Naast de warmte die nodig is voor het verdampen van water, vereist een droger ook elektriciteit voor de aandrijving van trommels, ruimers, schrapers, ventilatoren, transporteurs, mengers, pompen enz. Dit elektriciteitsverbruik bedraagt voor de meeste conventionele drogers tussen de 25 en 100 kWh/ton waterdamp, wat een fractie is van het warmteverbruik.

### **Kosten**

De investeringskost voor een slibdroger is afhankelijk van het type droger en de capaciteit. Bij de werkingskosten is naast het onderhoud vooral de energiekost van belang. Deze is uiteraard afhankelijk van de aard van de gebruikte energiebron. Door gebruik te maken van goedkope restenergie kan de kostprijs voor slibdroging gedrukt worden.

Aquafin geeft voor de kostprijs van slibdrogen een richtwaarde van +/- 8.750 BEF per ton droge stof. Hierin is een investeringskost van +/- 3.100 BEF per ton droge stof vervat.

Voor de slibdrogers in Nederland worden anno 1991 kostprijzen tussen 347 en 518 NLG/ton<sup>109</sup> droge stof opgegeven (Stora, 1991). Omgerekend naar een prijspeil anno 2000 komt dit overeen met een kostprijs van 7.368 – 11.000 BEF per ton droge stof. Aangezien de kapitaalskosten een belangrijk deel van de totale kostprijs uitmaken, daalt de kostprijs voor slibdrogen naarmate de capaciteit van de installatie groter is.

### **Technische problemen**

Vooraf indirecte drogers zijn slijtage gevoelig omwille van de aanwezigheid van bewegende onderdelen.

Bij slibdroging is er steeds een potentieel gevaar op zelfontbranding en stofexplosie. Om de risico's te beperken kunnen enerzijds preventieve en anderzijds beschermende maatregelen getroffen worden (Dickens, 2000). Preventieve maatregelen zijn erop gericht het ontstaan van brand of explosie te voorkomen, meer bepaald door te werken bij condities (zuurstofgehalte, temperatuur, stofconcentraties) buiten het explosiegebied en hot-spots te vermijden. Beschermende maatregelen hebben tot doel de mogelijke gevolgen van een eventuele brand of explosie te beperken, b.v. door het beschikbaar houden van brandblusapparatuur, het gebruik van materialen die bestand zijn tegen de bij explosie optredende drukken, het in gebruik nemen van apparatuur om beginnende explosies snel te detecteren (b.v. door drukmetingen) en indien nodig explosieonderdrukkende stoffen (b.v. natriumbicarbonaat) te injecteren.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De volgende jaren wordt een stijging van de slibdroogcapaciteit in Vlaanderen verwacht. De beperkte beschikbaarheid van restwarmte beperkt het aantal installaties waar met restenergie kan gedroogd worden.

---

<sup>109</sup> De opgegeven kostprijzen omvatten de kapitaalskosten, kosten voor onderhoud, personeel en bediening, energie, afvoer droogdamcondensaat, aanvoer slib en diverse kosten. De kostprijs voor de afvoer van het gedroogde slib is niet inbegrepen.

## A25. Droging met mechanische damprecompressie (MDR)

### **Doel**

Slibdroging heeft tot doel het slibwater grotendeels uit het slib te verwijderen zodat het slibvolume daalt, de hanteerbaarheid van het slib stijgt en het slib geschikt gemaakt wordt voor een aantal eindverwerkingstechnieken.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Het principe van slibdroging is gebaseerd op het verwarmen van het slib waardoor verdamping van water plaatsvindt. Bij mechanische damprecompressie wordt de vrijgekomen dampen door een compressor in druk en temperatuur verhoogd. De gecompriëerde damp wordt vervolgens in een warmtewisselaar gecondenseerd, en de warmte wordt gebruikt om de drooginstallatie op temperatuur te houden. De warmte die nodig is om de damp uit het slib te drijven, wordt dus geleverd door de uitgedreven dampen zelf.

#### *– Econdry slibdroger*

Het principe van MDR wordt o.a. toegepast in een slibdroger die ontworpen werd door de firma Econdry (Emmen, Nederland). De werking van deze slibdroger is als volgt (Klootwijk M., 1998). In een schroefgoot voorverwarmd slib wordt in een indirecte droger gedroogd. De droger bestaat uit twee assen waarop speciaal geconstrueerde schoepen zijn aangebracht. De assen en de schoepen zijn hol: aan de binnenzijde condenseert stoom. De assen draaien in twee horizontale cilindrische behuizingen, met daaromheen een door condenserende stoom verwarmde mantel. De schoepen transporteren het slib naar de uitgang van de droger. De droogdampen, hoofdzakelijk waterdamp, worden in een tussenverdampster gecondenseerd. Het condensaat heeft een temperatuur van ongeveer 95 °C en wordt alvorens te worden afgevoerd naar een zuiveringsinstallatie, aangewend om het slib voor te warmen. De niet condenseerbare fractie wordt afgezogen naar een gaswasser. In de tussenverdampster verdampt schoon water bij een temperatuur van ongeveer 90 °C. Deze lage-druk stoom wordt door een compressor aangezogen en gecompriëerd naar 5 bar. De gecompriëerde stoom wordt op verzadigingscondities gebracht door water te injecteren. De stoom wordt ingezet als warmtebron voor de droger: de verwarming van de mantel, assen en schoepen. Een deel van de stoom wordt gebruikt bij de voorverwarming van het slib. Het condensaat wordt teruggevoerd naar de tussenverdampster. De compressor is dus geplaatst in een gesloten systeem, zodat er strikt gesproken geen sprake is van mechanische damprecompressie in de zin zoals hierboven beschreven, maar wel van een compressiewarmtepomp met water als werkmedium. Het grootste voordeel hiervan is dat problemen met warmte-overdracht als gevolg van aanwezigheid van niet-condenseerbare gassen worden voorkomen.

### **Bestaande installaties**

Drogers op basis van mechanische damprecompressie worden al jaren succesvol toegepast in de zuivelindustrie, bijvoorbeeld voor het indampen van kaaswei.

De inzet van MDR technologie voor het drogen van slib staat echter nog in de kinderschoenen en er zijn op dit moment geen toepassingen op industriële schaal gekend. De Econdry slibdroger is in 1994 in een proefinstallatie bij Van Gansewinkel in Weert (Nederland) uitgetest (Klootwijk M., 1998).

### **Verwerkbare materialen**

In principe komen vrijwel alle slibsoorten in aanmerking om gedroogd te worden via mechanische damprecompressie.

### **Eindmaterialen**

Gedroogd slib heeft een droge stofgehalte van 75 tot 95 %, meestal > 90 %. Tijdens de droging kan de hoeveelheid droge stof verminderd zijn door vervluchtiging van organische stoffen. De reductie kan gaan tot 15 %.

Slib dat gedroogd werd in de Econdry droger is stofvormig.

Gedroogd slib is flexibel wat betreft eindverwerkingsmethoden. Het komt in principe o.a. in aanmerking voor gebruik als meststof, storten, coverbranding, verbranding, pyrolyse en verglazing.

### **Emissies**

Bij slibdroging met mechanische damprecompressie komen in principe gelijkaardige emissies voor als bij slibdroging in een conventionele slibdroger. Ook kunnen gelijkaardige emissiebeperkende maatregelen ingezet worden.

### **Energiegebruik**

In een droger met mechanische damprecompressie wordt de verdampingswarmte van het water teruggewonnen en voor het droogproces hergebruikt. Hierdoor kan een energiegebruik gerealiseerd worden dat lager is dan dat van conventionele slibdrogers.

Met de Econdry droger werd in de proefinstallatie een totaal energiegebruik gerealiseerd van 130 kWh elektriciteit per ton verdampt water. Door optimalisatie van de warmte-overdracht en het gebruik van efficiëntere compressoren zou het elektriciteitsverbruik verder kunnen verminderd worden tot 110 kWh per ton verdampt water (Klootwijk M., 1998).

### **Kosten**

Er zijn gegevens beschikbaar over de kostprijs van slibdroging met mechanische damprecompressie. In vergelijking met conventionele slibdrogers zullen de energiekosten alleszins lager zijn. Hiertegenover staat echter dat de investeringkost vermoedelijk hoger zal zijn gezien de grotere complexiteit van de installatie (compressor).

### **Technische problemen**

#### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

Gezien slibdroging met mechanische damprecompressie nog geen bewezen technologie is, worden op korte termijn geen industriële toepassingen in Vlaanderen verwacht.

## A26. Droging met meertrapsindamping (Carver-Greenfield)

### **Doel**

Slibdroging heeft tot doel het slibwater grotendeels uit het slib te verwijderen zodat het slibvolume daalt, de hanteerbaarheid van het slib stijgt en het slib geschikt gemaakt wordt voor een aantal eindverwerkingstechnieken.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Het principe van slibdroging is gebaseerd op het verwarmen van het slib waardoor verdamping van water plaatsvindt. In het Carver-Greenfield proces wordt gebruik gemaakt van meertrapsindamping. De werking is als volgt (Klootwijk M., 1998). Meerdere enkelvoudige verdamper worden op een zodanige wijze aan elkaar gekoppeld dat de damp uit de ene verdampingstrap als energiebron voor de volgende trap dient. Voor het handhaven van een temperatuursgradiënt over de diverse verdampingstrappen vindt de verdamping onder vacuüm plaats. Hiermee wordt bereikt dat de kooktemperatuur wordt verlaagd. Bij meertrapsindamping ontstaat een transport- en een warmteoverdrachtsprobleem wanneer het droge stofgehalte van het in te dampen materiaal een waarde bereikt waarbij het materiaal niet meer verpompaar is. Om dit probleem te ondervangen, wordt bij het Carver-Greenfield proces een hoogkokende, niet in water oplosbare dragervloeistof toegevoegd. Deze vloeistof zorgt er voor dat tijdens het indampproces het in te dampen materiaal ondanks de toename van het droge stofgehalte verpompaar blijft. Uit de verdamper komt een mengsel dragerolie en droge stof. De droge stof/olie scheiding bestaat uit een centrifuge, een hydro-extractor (indirecte stoomdroger), een stripper en een productkoeler. Het gedroogde slib wordt afgevoerd en de dragerolie wordt opnieuw in het droogproces gebruikt.

### **Bestaande installaties**

Met de Carver-Greenfield technologie bestaat praktische ervaring in diverse industriële sectoren, o.a. in de vis en vleesverwerkende, koffie-, chocolade-, zuivel- en papierindustrie. Voor slibdroging zou de techniek toegepast worden in de USA (Hyperion Energy Recovery System, Los Angeles) en in Japan. Voor Japan worden positieve ervaringen vermeld, in de USA heeft men te kampen met technische problemen<sup>110</sup>. De installatie te Los Angeles zou inmiddels buiten werking zijn gesteld. Voor zover geweten bestaat in Europa geen ervaring met de inzet van Carver-Greenfield technologie voor slibdroging.

### **Verwerkbare materialen**

In principe komen vrijwel alle slibsoorten in aanmerking om gedroogd te worden via meertrapsindamping.

### **Eindmaterialen**

Slib dat gedroogd werd via het Carver-Greenfield proces is een fijn poedervormig materiaal met een droge stofgehalte van +/- 98 %. Het bevat na reiniging nog een gering percentage (< 1 %) olierest.

Gedroogd slib is flexibel wat betreft eindverwerkingsmethoden. Het komt in principe o.a. in aanmerking voor gebruik als meststof, storten, coverbranding, verbranding, pyrolyse en verglazing.

---

<sup>110</sup> Bron: UNIDO databank

**Emissies**

Bij slibdroging met meertrapsindamping komen in principe gelijkaardige emissies voor als bij slibdroging in een conventionele slibdroger. Ook kunnen gelijkaardige emissiebeperkende maatregelen ingezet worden.

**Energiegebruik**

In een droger met meertrapsindamping wordt de verdampingswarmte van het water teruggewonnen. Hierdoor kan een energiegebruik gerealiseerd worden dat lager is dan dat van conventionele slibdrogers.

Voor een Carver-Greenfield meertrapsindamper worden in de literatuur een stoomgebruik van 930 kJ/kg verdampt H<sub>2</sub>O en een elektriciteitsverbruik van 0,2 kWh/kg H<sub>2</sub>O opgegeven. Voor een Carver-Greenfield meertrapsindamper met mechanische damprecompressie worden een stoomgebruik van 465 kJ/kg verdampt H<sub>2</sub>O en een elektriciteitsverbruik van 0,25 kWh/kg H<sub>2</sub>O opgegeven (Klootwijk M., 1998).

**Kosten**

In vergelijking met conventionele slibdrogers zijn de energiekosten bij droging met meertrapsindamping lager zijn. Hiertegenover staat echter dat de investeringkost aanzienlijk hoger is gezien de grotere complexiteit van de installatie.

**Technische problemen**

Het Carver-Greenfield droger is een complex systeem dat gevoelig voor procescondities. Een geringe hoeveelheid leklucht die b.v. via het slibdoseersysteem in de verdamper wordt ingevoerd, kan eens sterk negatieve invloed hebben op de warmte-overdracht in de installatie, waardoor het energiegebruik stijgt.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

Gezien slibdroging met mechanische damprecompressie nog geen bewezen technologie is, worden op korte termijn geen industriële toepassingen in Vlaanderen verwacht.





**BIJLAGE 4: TECHNISCHE FICHES DEEL B:  
EINDVERWERKINGSTECHNIEKEN**

B1.	Gebruik als meststof, bodemverbeterend middel of zwarte grond .....	179
B2.	Storten .....	182
B3.	Gebruik in afdichtlagen, b.v. bij het afdichten van stortplaatsen.....	185
B4.	Coverbranding in een elektriciteitscentrale .....	187
B5.	Coverbranding in een cementoven .....	191
B6.	Coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf .....	196
B7.	Verbranding in een slibverbrandingsinstallatie .....	201
B8.	Verbranding in een roosteroven.....	205
B9.	Verbranding in een wervelbedoven .....	208
B10.	Natte oxidatie.....	211
B11.	Pyrolyse .....	213
B12.	Vergassing .....	216
B13.	Verglazing.....	218



## **B1. Gebruik als meststof, bodemverbeterend middel of zwarte grond**

### **Doel**

Het gebruik van zuiveringsslib als meststof heeft tot doel de nutriënten (N, P, Ca, K, Mg) die in het slib aanwezig zijn te benutten als voedingsstof voor de gewassen. Bij gebruik als bodemverbeterend middel wordt vooral een verbetering van de bodemstructuur door toevoeging van organische stof beoogd. Het gebruik van zwarte grond heeft tot doel een voor plantengroei geschikte groeimilieu te creëren, b.v. bij de aanleg van plantsoenen en andere groenvoorzieningen of bij het afdekken van stortplaatsen.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Het gebruik van zuiveringsslib in de landbouw is onderworpen aan de voorwaarden die in Vlarea en in het meststoffendecreet zijn vastgelegd (zie paragraaf 2.3.1.2 en 2.3.3). Om het nuttig landbouwkundig effect te maximaliseren moet het slib als meststof op een oordeelkundig tijdstip worden toegepast: tijdens de vegetatieperiode voor grasland en juist voor de vegetatieperiode voor andere gewassen. Na het uitspreiden kan/moet het toegediende slib worden ondergewerkt.

Slib kan onder diverse vormen als meststof of bodemverbeterend middel toegepast worden:

- als vloeibaar slib: dit is enkel interessant als het slib niet over grote afstand moet vervoerd worden; vloeibaar slib vereist bovendien een relatief grote opslagcapaciteit om de periode van het uitrijverbod te overbruggen.
- als ontwaterd slib: hierbij kunnen grotere transportafstanden verantwoord worden en is minder opslagcapaciteit nodig dan bij gebruik van vloeibaar slib.
- als gedroogd slib: gedroogd slib heeft zoals kunstmeststof het voordeel dat het eenvoudig is te verspreiden over de landbouwgrond en gedurende lange termijn onder stabiele vorm kan opgeslagen worden in bijvoorbeeld big-bas of silo's.
- als kalkmeststof: slib dat via het Agroviro procédé is behandeld (zie Technische Fiche A21 in bijlage 3) heeft qua gebruik dezelfde voordelen als gedroogd slib en is vooral geschikt voor gronden met een kalkbehoefte.
- als slibcompost.

Tot zwarte grond opgewerkt slib kan als nieuwe bodemlaag worden aangebracht, b.v. in parken en plantsoenen, of als bewortelingslaag bij de eindafdek van stortplaatsen.

### **Bestaande installaties**

n.v.t.

### **Verwerkbare materialen**

Slib kan onder diverse vormen als meststof of bodemverbeterend middel of als zwarte grond toegepast worden (zie Procesbeschrijving).

In Vlaanderen is het gebruik van zuiveringsslib als meststof of bodemverbeterend middel onderworpen aan de voorwaarden die opgelegd worden door Vlarea (zie paragraaf 2.3.1.2), het Meststoffendecreet (zie paragraaf 2.3.3) en het KB van 7 januari 1998 betreffende de handel in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten..

### **Eindmaterialen**

n.v.t.

## Emissies

### – bodemverontreiniging

Zware metalen en organische micropolluenten die in het zuiveringsslib aanwezig zijn kunnen een chemische verontreiniging van de bodem veroorzaken. Alhoewel sommige metalen nuttige spoorelementen zijn, zijn zij vanaf bepaalde concentraties in de bodem of de plant fytoxisch voor de plant of zoötoxisch voor mens en dier, zodat overmatige opname moet voorkomen worden. Indien de Vlaarea voorwaarden m.b.t. maximale achtergrondconcentraties en bodemdoseringsen voor metalen in de bodem worden gerespecteerd (zie paragraaf 2.3.1.2), is het risico op chemische bodemverontreiniging gering.

Biologische bodemverontreiniging kan optreden indien het slib ziektekiemen bevat. Dit risico is klein indien het slib de wettelijk vereiste behandeling heeft ondergaan.

### – nutriënten

Gezien de overbestedingsproblematiek worden de in het slib aanwezige nutriënten in Vlaanderen eerder aanzien als een bron van bodemverontreiniging dan als een gewenste vorm van bemesting. In het buitenland echter bestaat er in sommige gevallen wel degelijk een behoefte aan nutriëntrijke meststoffen.

Een gedeelte van de N en P die als meststof aan de cultuurbodem worden toegediend, komt onder vorm van emissies naar lucht ( $\text{NH}_3$ ) of water (nitraten en fosfaten) in het milieu terecht. Volgens het MIRA rapport 1996 werd in 1994 door de landbouw 183,7 miljoen kg N en 30 miljoen kg P aan de Vlaamse cultuurbodem werd toegediend. Samen met de depositie en de toediening van minerale meststoffen resulteerde dit in een ammoniakvervluchtiging van 46,5 miljoen kg N en een drainage naar het oppervlaktewater en grondwater van 41 miljoen kg N en 0,73 miljoen kg P. Hieruit kunnen volgende gemiddelde stikstof en fosforverliezen afgeleid worden (Derden A., 1998):

- N-verlies door vervluchtiging onder vorm van ammoniak: 25 %
- N-verlies door uitloging onder vorm van nitraten: 22 %
- P-verlies door vervluchtiging onder vorm van fosfaten: 2 %

De beschikbaarheid van nutriënten verschilt naargelang de aard van de gebruikte meststof. In het algemeen kan gesteld worden dat mineraal gebonden stikstof beter beschikbaar is dan organisch gebonden stikstof. Dierlijke mest heeft als nadeel dat het relatief weinig organisch materiaal bevat, zodat de aanwezige nutriënten voor het grootste deel binnen het jaar nadat de mest is uitgereden, vrijkomen. Zuiveringsslib heeft in vergelijking met dierlijke mest een hoger organische stofgehalte. Een groot gedeelte van de N is in organische vorm aanwezig, zeker indien het slib voorafgaand gecomposteerd of vergist werd, zodat de beschikbaarheid voor uitloging lager is.

Indien het slib wordt toegediend overeenkomstig de bepalingen van het meststoffendecreet (zie paragraaf 2.3.3) wordt het risico op bodemverontreiniging verwaarloosbaar geacht.

Vervluchtiging van N naar de lucht onder vorm van  $\text{NH}_3$  kan worden tegengegaan door het slib zo snel mogelijk in de bodem onder te werken.

### – geurhinder

Vooraf bij het gebruik van zuiveringsslib als vloeibare of ontwaterde meststof kan geurhinder ontstaan tijdens het bemesten. Deze hinder is beperkt indien het slib de wettelijk vereiste behandeling heeft ondergaan.

Bij gebruik van gedroogd, gecomposteerd of tot kalkhoudende bodemverbeteraar opgewerkt slib wordt weinig geurhinder verwacht.

## **Energiegebruik**

### **Kosten**

### **Technische problemen**

#### **Mate van toepasbaarheid in Vlaanderen**

Gezien het bestaande mestoverschot (N en P) op de Vlaamse bodem treedt slib in concurrentie met andere mestsoorten, voornamelijk dierlijke mest. De afzetmogelijkheden zijn hierdoor beperkt.

Ook de gebruiksmogelijkheden als bodemverbeterende middel zijn beperkt in Vlaanderen aangezien er weinig schrale bodems beschikbaar zijn, en aangezien slibcompost in concurrentie zou treden met andere types van bodemverbeterende middelen, die kwalitatief vaak beter zijn.

De toepassing van slib in zwarte grond biedt eveneens weinig perspectieven vermits er in de praktijk overschotten zijn aan grond, en de kost voor de opwerking tot zwarte grond niet via de verkoopprijs gerecupereerd zou kunnen worden.

Voor slib dat b.v. door droging, compostering of opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar zodanig behandeld is dat het beter stockeerbaar, transporteerbaar, hanteerbaar en verhandelbaar is, stellen de afzetproblemen zich minder en is ook uitvoer als meststof of bodemverbeterend middel naar het buitenland een optie.

Naast de beperkte afzetmogelijkheden stelt zich met name voor RWZI-slib en in mindere mate ook voor industrieel zuiveringsslib een kwaliteitsprobleem. Zo voldoet minder dan 10 % van het RWZI-slib momenteel aan de in Vlaanderen vastgelegde concentratielimieten voor metalen en organische micropolluenten. Meer dan 90 % van het RWZI-slib komt hierdoor niet in aanmerking voor afzet in de landbouw.

## B2. Storten

### Doel

Het storten van slib heeft als doel het slib op een gecontroleerde manier en voor onbepaalde tijd op te slagen in of op de bodem.

### Proces- en installatiebeschrijving

Overeenkomstig Artikel 5.2.4.0.1 van Vlarem II worden stortplaatsen in Vlaanderen ingedeeld in 3 categorieën:

- categorie 1: stortplaatsen voor bedrijfs- en daarmee vergelijkbare afvalstoffen van voornamelijk anorganische samenstelling;
- categorie 2: stortplaatsen voor niet gevaarlijke huishoudelijke en daarmee vergelijkbare afvalstoffen;
- categorie 3: stortplaatsen voor inerte afvalstoffen.

Monostortplaatsen worden naargelang de aard van de afvalstof ingedeeld in één van bovenvermelde categorieën.

Slib kan in Vlaanderen gestort worden op een categorie 1 of een categorie 2 stortplaats, afhankelijk van de herkomst en de eigenschappen van het slib, en op voorwaarde dat de betreffende stortplaats hiervoor vergund is. Gezien het hoge organische stofgehalte wordt slib niet aanvaard op de meeste categorie 1 stortplaatsen (uitgezonderd monostortplaats Silvamo te Kortemark), zodat storten van slib hoofdzakelijk beperkt is tot categorie 2 stortplaatsen. Storten op eigen terrein is alleen haalbaar voor grotere industrieën.

Bij de aanleg van een categorie 1 of 2 stortplaats wordt een afsluitlaag aangebracht om vervuiling van bodem of grondwater tengevolge van uitloging van verontreinigende stoffen uit de gestorte afvalstoffen te voorkomen. De afsluitlaag bestaat in het algemeen uit een homogene slecht doorlatende laag bodemmateriaal met daarboven een kunstmatige afdichting van aaneengelaste foliematerialen tussen aangepaste beschermingslagen. Om een snelle detectie van eventuele lekken in de folie mogelijk te maken, wordt tussen de slecht doorlatende laag bodemmateriaal en de kunstmatige afdichting bestaande uit foliematerialen meestal een controledrainagesysteem aangebracht. Boven de afsluitlaag wordt een doorlatende bodemlaag aangebracht van minstens 0,4 meter dikte. In deze bodemlaag wordt een percolaatdrainagesysteem aangebracht. Om een vlotte evacuatie van het percolaat te verzekeren worden, indien nodig, bij de verdere opbouw van de stortheuvel bijkomende drainagelagen aangelegd.

Het storten van de aangevoerde afvalstoffen gebeurt met vuilverzetmachines. Om de capaciteit van de stortplaats optimaal te benutten worden de gestorte afvalstoffen verdicht door middel van vuilverdichtingsmachines. Om stofvorming en geurhinder te beperken wordt op categorie 1 en 2 stortplaatsen iedere stortlaag met een hoogte van maximaal 2,5 meter afgedekt met een laag tussenafdek. Stankverwekkende stoffen zoals slib worden onmiddellijk afgedekt. Als tussenafdek wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van afvalstoffen die hiervoor geschikt zijn. Indien dergelijke afvalstoffen niet beschikbaar zijn, worden bodemmateriaal aangewend.

Op de stortplaats wordt methaangas gevormd door anaërobe afbraak van het organisch materiaal in de gestorte afvalstoffen. Dit stortgas wordt geëvacueerd en indien haalbaar gevaloriseerd als brandstof. Indien valorisatie niet haalbaar is wordt het stortgas meestal verbrand in een gasfakkel.

Wanneer de stortactiviteiten definitief zijn beëindigd, wordt op categorie 1 en 2 stortplaatsen een afdichtlaag en een eindafdek aangebracht om te verhinderen dat water de stortplaats zou binnendringen en om de stortplaats ruimtelijk te integreren. De afdichtlaag bestaat meestal uit een homogene laag van slecht doorlatend bodemmateriaal met daarboven een kunstmatige afdichting van aaneengelaste foliematerialen. De eindafdek bestaat uit een drainerende laag van minstens 0,3 m dikte bestaande uit materialen zoals grof gebroken puin en zand. Bovenop de drainerende laag wordt een bewortelingslaag van minstens 0,7 m dikte aangebracht, die ingezaaid wordt met gras. Tijdens de nazorgperiode, die ten minste 10 jaar bedraagt, blijft het drainagesysteem voor het percolaat en de ontgassingsinfrastructuur voor het stortgas operationeel.

### **Bestaande installaties**

Vlaamse stortplaatsen waar in 1999 RWZI-slib werd gestort, zijn:

- Silvamo te Kortemark (monostortplaats): gesolidifiëerd slib
- Stevan te Lendelede: ontwaterd slib
- Remo te Houthalen: ontwaterd slib
- Hooge Maey: gedroogd slib

### **Verwerkbare materialen**

De aanvaarding van afvalstoffen op stortplaatsen is gebonden aan strenge voorwaarden (zie Vlarem Afdeling 5.2.4). Naast voorwaarden inzake samenstelling en uitlooggedrag zijn specifiek voor slib ook de eisen inzake steekvastheid van belang. Deze worden opgelegd opdat de betreedbaarheid en stabiliteit van de stortplaats zouden verzekerd blijven. Voor slib geldt een minimale afschuifspanning van 10 kN/m<sup>2</sup> als richtwaarde voor de steekvastheid.

Opdat het slib zou aanvaard worden op een stortplaats, dient het een aantal voorbereidingen te ondergaan. Stabilisering (zie Technische Fiches A7 t.e.m. A9 in bijlage 3) is meestal noodzakelijk om stank en overlast en groei van micro-organismen te voorkomen. Om het slib voldoende steekvast te maken en het volume te reduceren kan het slib voor het storten ontwaterd worden (zie Technische Fiches A13 t.e.m. A17 in bijlage 3). Voor sommige soorten slib volstaat mechanische ontwatering niet om een steekvast slib te bekomen. Solidificatie (zie Technische Fiche A18 in bijlage 3) kan dan uitkomst bieden, maar doet het stortvolume en dus ook de storkosten uiteraard toenemen. Ook gedroogd of gecomposteerd slib kan in principe gestort worden. Vermits een groot deel van de organische stof verwijderd is door de compostering, heeft gecomposteerd slib een vastere structuur en een minder vettig karakter dan niet-gecomposteerd ontwaterd slib. Gecomposteerd slib levert hierdoor bij het storten minder risico voor de stabiliteit van de stortplaats.

### **Eindmaterialen**

Het gestorte slib is in principe definitief geborgen.

### **Emissies**

Op de stortplaats wordt percolatiewater gevormd, waarin zich verontreinigende stoffen bevinden die uit de afvalstoffen zijn uitgelooft. Dit percolatiewater wordt door middel van een drainagesysteem uit de stortplaats geëvacueerd en dient verder behandeld te worden zodat aan de opgelegde lozingsnormen kan worden voldaan.

Verder treden op een stortplaats emissies op tengevolge de verbranding van het gevormde biogas.

In de omgeving van de stortplaats kan geurhinder optreden tijdens de exploitatiefase. Ook kan tijdens het storten stofvorming optreden.

### **Energiegebruik**

Op stortplaatsen is energie nodig voor de werking van de vuilverzetmachines, vuilverdichtingsmachines, grondverzetmachines, drainagesystemen enzovoort. Op stortplaatsen met stortgasvalorisatie wordt ook energie gewonnen.

### **Kosten**

De stortprijs in Vlaanderen is hoog. De afvalheffing voor storten bedraagt 2.258 BEF per ton op een stortplaats die vergund is voor bedrijfsafvalstoffen.

Voor de totale kostprijs van het storten kan een richtwaarde van 14.900 BEF per ton droge stof gehanteerd worden voor ontwaterd slib, en 4.472 BEF per ton droge stof voor gedroogd slib<sup>111</sup>.

### **Technische problemen**

Aan het storten van slib dat passend werd voorbehandeld (zie Verwerkbaar materialen) zijn geen noemenswaardige technische problemen verbonden.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

Storten legt beslag op de open ruimte, die in Vlaanderen beperkt is.

Overeenkomstig Artikel 5.2.4. van Vlarea is er in Vlaanderen met ingang van 01/07/2000 een stortverbod van kracht voor gesorteerde brandbare en/of recupereerbare bedrijfsafvalstoffen. Wel kan de Vlaamse minister bij gemotiveerd besluit individuele afwijkingen toestaan op dit stortverbod.

In de ontwerpakte voor de vernieuwde Vlarea (versie 7.0 d.d. 8/12/2000) valt het bedoelde stortverbod onder artikel 5.4.2. Hierin is sprake van een stortverbod voor gesorteerde brandbare en/of recycleerbare (i.p.v. recupereerbare) bedrijfsafvalstoffen.

Er bestaat discussie tussen OVAM en Aquafin m.b.t. de vraag of waterzuiverings-slib al dan niet onder het voormelde stortverbod valt.

Volgens OVAM is het stortverbod wel degelijk van toepassing op RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiverings-slib, vermits deze slibs éénduidige brandbare bedrijfsafvalstoffen zijn waarvoor sortering overbodig is en die wegens hun specifieke eigenschappen (hoog gehalte organische stof) volledig beantwoorden aan de omschrijving 'gesorteerde brandbare bedrijfsafvalstof'<sup>112</sup>.

Aquafin is daarentegen van oordeel dat het stortverbod niet van toepassing is op zuiverings-slib. Het stortverbod maakt immers deel uit van een reeks stortverboden die op 1 juli 1998 van kracht werden in het kader van het sectoraal uitvoeringsplan huishoudelijke afvalstoffen. Aangezien RWZI-slib buiten het sectoraal uitvoeringsplan huishoudelijke afvalstoffen valt, zou het volgens Aquafin ook buiten het stortverbod vallen.

---

<sup>111</sup> Bron: Aquafin, 2000

<sup>112</sup> Bron: Dhr. Luc Debaene, 2001



### **B3. Gebruik in afdichtlagen, b.v. bij het afdichten van stortplaatsen**

#### **Doel**

Het doel van een afdichtlaag bestaat erin te verhinderen dat water de afgedichte zone, b.v. een stortplaats, binnendringt. De afdichtlaag van een stortplaats bestaat uit een homogene laag van slecht doorlatend bodemmateriaal met daarboven een kunstmatige afdichting van aaneengelaste foliematerialen. Zuiveringsslib dat is opgewerkt tot slecht doorlatend materiaal (type Hydrostab ) (zie Technische Fiche A19 in bijlage 3) kan dienst doen als alternatief voor de klassiek gebruikte afdichtingsmaterialen zoals natuurlijke klei, zand- en bentonietmengsels en bodem-waterglasmengsels.

#### **Proces- en installatiebeschrijving**

Informatie m.b.t. het aanbrengen van afdichtlagen op stortplaatsen wordt gegeven in Technische Fiche B2 in bijlage 4.

#### **Bestaande installaties**

Hydrostab wordt in Nederland toegepast als afdichtlaag voor stortplaats Vlagheide te Schijndel (sinds medio 1999) en stortplaats RAZOB te Nuenen (sinds medio 1997). In Vlaanderen wordt Hydrostab niet toegepast (zie Toepasbaarheid in Vlaanderen).

#### **Verwerkbare materialen**

Het zuiveringsslib dient vooraf opgewerkt volgens de methoden beschreven in Technische Fiche A19 in bijlage 3.

#### **Eindmaterialen**

Het in afdichtlagen gebruikte slib is definitief geborgen.

#### **Emissies**

Vermits een aantal parameters in Hydrostab slechts beperkt geïmmobiliseerd worden (zie Technische Fiche A19 in bijlage 3), kan toepassing van dit materiaal in afdichtlagen mogelijk aanleiding geven tot verontreiniging van bodem en grondwater door uitloging. In geval de afdichtlaag wordt afgedekt door een ondoordringbaar foliemateriaal, zoals het geval is bij het afdichten van stortplaatsen, kan uitloging alleen plaatsvinden op plaatsen waar de folie is gescheurd. Uitgeloopte zware metalen zullen in de drainagelaag accumuleren, terwijl anionen (Cl, Br, F en SO<sub>4</sub>) vrijwel volledig zullen uitspoelen en worden meegevoerd met het drainagewater. Uitloging in benedenwaartse richting (naar de stortplaats) kan als verwaarloosbaar worden beschouwd (CUR, 2000).

Uit onderzoek op Hydrostab afdichtlagen in de Deponie Twente bleek dat 5 jaar na aanleg geen verticale concentratieprofielen voor As, Cd, Cr, Cu, Pb, Mo, Ni, Zn, Cl, SO<sub>4</sub>, en Br aantoonbaar zijn in de Hydrostab -laag (Belouschek, 1999). Op grond hiervan kan worden besloten dat in de betreffende periode geen uitloging door diffusie heeft plaatsgevonden. Zeker voor de mobiele componenten (Cl, SO<sub>4</sub>, Br) zou uitloging immers tot meetbare concentratiegradiënten moeten geleid hebben. De verklaring voor de afwezigheid van gradiënten is, dat door de afdichtende werking van de bovenliggende folie het Hydrostab niet in contact komt met water, zodat de uitloging in de praktijk gering zal zijn (CUR, 2000).

In Nederland werd op vraag van de Provincie Noord-Brabant en BKB Reststoffen Management door een onafhankelijke CUR<sup>113</sup>-commissie een beoordelingsmethodiek voor de uitloogbaarheid van Hydrostab uitgewerkt (CUR, 2000). Hierbij werden de maximale beschikbaarheden berekend waaraan Hydrostab moet voldoen (op basis van de maximale beschikbaarheidstest volgens NEN 7341) opdat de immissie van zware metalen in de bodem beneden de eisen van het Bouwstoffenbesluit zouden blijven en de concentratie van anionen (Cl, Br, F en SO<sub>4</sub>) in het drainagewater maximaal 10% van de minimum Kwaliteitsnorm Oppervlaktewater zou bedragen. Bij de berekening van de maximaal toelaatbare beschikbaarheden werd uitgegaan van een scheuoppervlak van 1 m<sup>2</sup> per ha folie. Uit de beschikbare gegevens werd afgeleid dat cadmium de enige component is waarvoor de maximaal toelaatbare beschikbaarheid bij een aantal metingen werd overschreden. Voor de componenten Cu, Sb en F bedroeg de maximaal gemeten beschikbaarheid meer dan 10% van de toelaatbare beschikbaarheid. Voor de overige onderzochte componenten bleef de maximaal gemeten beschikbaarheid beneden 10% van de toelaatbaar geachte beschikbaarheid.

### **Energiegebruik**

Voor het gebruik in afdichtlagen is vooral het energiegebruik van de gebruikte grondverzet- en verdichtingsmachines van belang. Het energiegebruik voor productie en intern transport en het aanbrengen van Hydrostab bedraagt 14.000 MJ / ton droge stof.

### **Kosten**

Vermits in het Vlaamse Gewest het gebruik van Hydrostab in afdichtlagen van stortplaatsen beschouwd wordt als het storten van afvalstoffen (zie toepasbaarheid in Vlaanderen) dient op deze handeling milieueffing voor het storten van afvalstoffen betaald te worden.

### **Technische problemen**

Aan het gebruik van Hydrostab in afdichtlagen zijn geen technische problemen verbonden. Het materiaal blijkt technisch gezien evenwaardig aan de klassiek gebruikte afdichtingsmaterialen zoals natuurlijke klei, zand- en bentonietmengsels en bodemwaterglasmengsels.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

In het Vlaams Gewest wordt het gebruik van Hydrostab in afdichtlagen van stortplaatsen tot op heden beschouwd als het storten van afvalstoffen.

Recent werd een exportvergunning afgeleverd om Vlaams RWZI-slib tot 1/10/2001 te exporteren naar Nederland, waar het opgewerkt wordt tot Hydrostab. In Nederland wordt het gebruik van Hydrostab in afdichtlagen van stortplaatsen beschouwd als een nuttige toepassing van afvalstoffen.

---

<sup>113</sup> CUR: Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving

## B4. Coverbranding in een elektriciteitscentrale

### Doel

Coverbranding van slib in een elektriciteitscentrale heeft tot doel de energie-inhoud van het slib te benutten voor elektriciteitsproductie en tegelijk een maximale gewichts- en volumereductie te bekomen door de organische stof in het slib te verbranden.

### Proces- en installatiebeschrijving

Coverbranding van slib in een elektriciteitscentrale is technisch enkel mogelijk in centrales die met vaste brandstoffen gevoed worden (steenkool of bruinkool).

Bij coverbranding van slib in de centrale wordt het slib samen met de normaal gebruikte vaste brandstof in de installatie gebracht. Om technische redenen dient de hoeveelheid bijgestookt slib beperkt te worden.

### Bestaande installaties

– *Electrabel - poederkoolcentrales (zie Technische Fiche C9 in bijlage 5)*

In Vlaanderen werd gedroogd RWZI-slib reeds als brandstof gebruikt in de steenkoolcentrales van Electrabel te Mol en Rodenhuzen, die beide niet zijn uitgerust met een ontwavelingstrap. Contractueel was voorzien dat Electrabel in de periode april 1999 tot eind 2000 1.000 ton gedroogd RWZI-slib per maand bijstookte in haar centrales.

– *Rheinbraun, Duitsland – bruinkoolcentrales (zie Technische Fiche C10 in bijlage 5)*

Vlaams RWZI-slib wordt sinds 1998 coverbrand in de bruinkoolcentrales van Rheinbraun in Duitsland. Het slib wordt in ontwaterde (niet gedroogde) vorm aangeleverd.

– *Heilbron, Duitsland*

In de steenkoolcentrale van Heilbron wordt sinds 1998 zowel gedroogd als ontwaterd slib coverbrand. Het ontwaterd slib heeft een droge stofgehalte van 25 % en wordt in de kolenmalers van de centrale gedroogd.

### Verwerkbare materialen

– *poederkoolcentrales*

Coverbranding van zuiveringsslib in poederkoolcentrales is technisch gezien zowel mogelijk voor ontwaterd als voor gedroogd slib. In geval van coverbranding van ontwaterd slib gebeurt de droging van het slib tijdens het mengen met en het drogen van de kolen in de centrale. In de praktijk heeft Electrabel enkel gedroogd slib in vrij grote hoeveelheden (1.000 ton/maand) bijgestookt. Bijstook van ontwaterd slib gebeurde enkel in het kader van testprogramma's (zie Technische Fiche C9 in bijlage 5).

De huidige Vlarea regelgeving beschouwt gedroogd slib dat meeverbrand wordt in een met steenkool gestookte verbrandingsinrichting onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.3) als secundaire grondstof. Ontwaterd slib en gedroogd slib dat niet voldoet aan de Vlarea voorwaarden, worden als afvalstof beschouwd, zodat coverbranding in een elektriciteitscentrale wettelijk enkel mogelijk is op voorwaarde dat de centrale vergund is voor verbranding van niet-gevaarlijke afvalstoffen. Bij de inwerkingtreding van de herziene Vlarea wetgeving zal ook gedroogd slib enkel nog onder het statuut afvalstof kunnen meeverbrand worden.

– *bruinkoolcentrales*

In de Duitse bruinkoolcentrales wordt ontwaterd slib (+/- 30 % droge stof) bijgestookt.

## Eindmaterialen

De reststoffen van de coverbranding van slib in een elektriciteitscentrale bestaan uit vlieg- en bodemassen. Er dient over gewaakt dat de bijstook van slib de kwaliteit van de assen niet zodanig wijzigt dat de normale afzetwegen (b.v. hergebruik in of als bouwstof) in het gedrang komen. Indien voor het ingaande slib voldoende strenge kwaliteitsnormen gehanteerd worden (cfr. Vlarea normen) en de bijgestookte hoeveelheid klein genoeg is, vormt dit in de praktijk geen probleem.

## Emissies

– *emissiegrenswaarden opgelegd aan Vlaamse poederkoolcentrales*

Bestaande poederkoolcentrales in Vlaanderen zijn onderworpen aan de in Vlarem II (Afdeling 5.43.5) opgelegde emissiegrenswaarden voor bestaande grote stookinstallaties / verbrandingsovens gevoed met vaste brandstoffen<sup>114</sup>:

- zwaveldioxide: 1.700 mg/Nm<sup>3</sup>
- stikstofoxides: 950 mg/Nm<sup>3</sup>
- stof: 150<sup>115</sup> mg/Nm<sup>3</sup>
- CO: 250 mg/Nm<sup>3</sup>
- chloriden: 100 mg/Nm<sup>3</sup>
- fluoriden: 30 mg/Nm<sup>3</sup>
- nikkel: 7 mg/Nm<sup>3</sup>
- vanadium: 15 mg/Nm<sup>3</sup>

Aan met steenkool gestookte verbrandingsinrichtingen worden geen emissiegrenswaarden voor dioxines opgelegd.

Indien de bijstook van gedroogd slib in een poederkoolcentrale gebeurt onder het statuut secundaire grondstof, hetgeen onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.3) mogelijk is binnen de huidige Vlarea wetgeving, heeft de bijstook geen invloed op de aan de centrale opgelegde emissiegrenswaarden. Wel laat Vlarea sinds 1 januari 2001 de bijstook onder het statuut secundaire grondstof slechts toe in installaties die voorzien zijn van een ontzwavelingstrap. Bij de inwerkingtreding van de herziene Vlarea wetgeving zal coverbranding van slib onder het statuut secundaire grondstof niet langer mogelijk zijn.

Indien de coverbranding van slib niet onder het statuut secundaire grondstof gebeurt, dienen de emissiegrenswaarden voor coverbranding van slib bepaald te worden volgens Artikel 5.2.3.1.5 van Vlarem II (zie paragraaf 2.3.2.2). De emissiegrenswaarden zullen in de toekomst verstrengd worden overeenkomstig de voorwaarden vastgelegd in de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval (zie paragraaf 2.3.5).

– *invloed van de coverbranding van slib op de emissies van de centrale*

De bijstook van slib beïnvloedt de normale emissies van de elektriciteitscentrale, met name voor de emissies van die componenten (metalen, SO<sub>2</sub>) die in het slib in hogere concentraties aanwezig zijn dan in de gebruikelijke brandstof. In de praktijk blijkt de beïnvloeding niet van die aard te zijn dat de normaal aan elektriciteitscentrale opgelegde emissiegrenswaarden overschreden worden, op voorwaarde dat de bijgestookte hoeveelheid beperkt blijft en voor

<sup>114</sup> De emissiegrenswaarden dienen bij 6% O<sub>2</sub> (vaste brandstof) op natte basis te worden geëvalueerd.

<sup>115</sup> In afwijking van de Vlarem II normen, is voor de centrale van Rodenhuize (groep 4) een norm van 125 mg/Nm<sup>3</sup> van toepassing voor stof.

het ingaande slib voldoende strenge kwaliteitsnormen gehanteerd worden (cfr. Vlarea normen).

### **Energiegebruik**

De coverbranding van gedroogd slib geeft aanleiding tot een besparing van fossiele brandstoffen (steenkool of bruinkool), aangezien een gedeelte van de brandstof die normaliter gebruikt wordt voor elektriciteitsproductie nu vervangen wordt door slib.

De coverbranding van ontwaterd slib in een poederkoolcentrale heeft een lichte rendementswijziging van de centrale tot gevolg. Het slib wordt immers in de kolenmolens gedroogd met warmte die wordt gerecupereerd uit de rookgassen. Omwille van dit extra warmtegebruik, is meer thermische energie (steenkool) nodig om eenzelfde hoeveelheid elektriciteit te produceren. Voor een bijstook van +/- 1 % slib (droge stof) wordt de daling van het rendement geschat op 0,08 % (R. Torfs, 1999). Bij de verbranding van het in de kolenmaalkring gedroogde slib wordt vervolgens een equivalente energiebesparing gerealiseerd als bij bijstook van slib dat vooraf extern gedroogd werd.

### **Kosten**

Coverbranding van slib in een elektriciteitscentrale gebeurt in bestaande installaties en vergt hierdoor geen noemenswaardige investeringen. Ook de bijkomende werkingskosten zijn laag.

### **Technische problemen**

Indien de hoeveelheid bijgestookt slib beperkt wordt gehouden, blijkt de coverbranding van slib de normale bedrijfsvoering van een elektriciteitscentrales niet in het gedrang te brengen. Wanneer grotere hoeveelheden worden bijgestookt, kunnen corrosie en aanslakkingsproblemen ontstaan.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

– *poederkoolcentrales, Electrabel*

Electrabel verstoekt in haar poederkoolcentrales jaarlijks 3.500.000 ton steenkool. Rekenend met een bijstook van 5 % slib, levert dit een theoretische maximum verwerkingscapaciteit van 175.000 ton slib per jaar. In de toekomst zullen een aantal kleinere en oudere steenkoolcentrales buiten gebruik genomen worden. De resterende steenkoolcentrales zullen naar schatting een capaciteit hebben van 2.500.000 tot 3.000.000 ton steenkool, wat bij een bijstook van 5 % slib nog steeds aanleiding geeft tot een theoretische slibverwerkingscapaciteit van 125.000 tot 150.000 ton droge stof per jaar.

In de context van de huidige Vlarea regelgeving kan gedroogd slib onder bepaalde voorwaarden (zie paragraaf 2.3.1.3) in een steenkoolcentrale meeeverbrand worden onder het statuut van secundaire grondstof. Vanaf 1/1/2001 is coverbranding onder het statuut van secundaire grondstof enkel nog mogelijk in centrales die zijn uitgerust met een ontzwavelingstrap. Enkel de centrale van Langerlo voldoet aan deze voorwaarde. In centrales zonder ontzwavelingstrap kan slib enkel onder het statuut afvalstof worden meeeverbrand. Bij de inwerkingtreding van de herziene Vlarea wetgeving zal slib niet meer onder het statuut van secundaire grondstof, doch enkel nog onder het statuut van afvalstof kunnen coverbrand worden.

Coverbranding van slib onder het statuut van afvalstof brengt voor de centrales een verstrenging van de milieuverplichtingen met zich mee (zie Emissies). Aangezien verbranding van slib voor Electrabel geen kernactiviteit is, stelt zich de vraag in hoeverre de elektriciteitsproducent in de toekomst bereid zal blijven slib bij te stoken. De vrees dat de afvalverbranding een negatieve invloed zou hebben op het bedrijfsimago en de bijkomende

milieuverplichtingen die afvalverbranding met zich mee brengt, zijn ongetwijfeld factoren die de beslissing om slib mee te verbranden eerder negatief zullen beïnvloeden. Drijfveren om slib bij te stoken zijn enerzijds de inkomsten die gegenereerd worden door de afname van het slib en anderzijds het feit dat elektriciteit opgewekt uit RWZI-slib in Vlaanderen beschouwd wordt als groene stroom. Vanaf 1.1.2001 worden certificaten afgeleverd die geldig zijn om te voldoen aan de certificatenverplichting (persmededeling Vlaamse regering van 29/9/2000).

– *bruinkoolcentrales, Rheinbraun, Duitsland*

Deze afzetroute is onderhevig aan de geldende reglementering voor slibafzet in het buitenland. De goedkeuring voor export van Vlaams RWZI-slib naar de Duitse bruinkoolcentrales wordt telkens maar voor een periode van één jaar gegeven. Hierdoor is het voor Aquafin onmogelijk om lange termijn contracten voor deze verwerkingsweg af te sluiten. Bovendien is de administratieve procedure voor slibafzet in het buitenland vrij omslachtig. Zo dienen de afgezette hoeveelheden 3 dagen vooraf te worden opgegeven. Dit houdt in dat wijzigingen in slibafzet (door het plots wegvallen van een afzetroute) niet op korte termijn kunnen worden ondervangen door een afzetverhoging naar het buitenland.

## B5. Coverbranding in een cementoven

### Doel

Coverbranding van gedroogd zuiveringsslib in een cementoven heeft enerzijds tot doel de energie-inhoud van het slib te benutten voor cementproductie, zodat minder fossiele brandstof moet ingezet worden. Gedroogd slib fungeert dus in een cementoven als substitutiebrandstof. Daarnaast heeft het slib ook een belangrijke grondstofwaarde, zodat minder kalksteen moet ingezet worden en dus de levensduur van de kalksteengroeven verlengt.

### Proces- en installatiebeschrijving

Cement is een mengsel van klinker en toeslagstoffen (vliegashoudend, slak, gips,...). De klinker wordt gevormd in een thermisch proces op basis van minerale grondstoffen zoals kalksteen, klei en leisteen. De omzetting van deze grondstoffen tot klinker verloopt volgens opeenvolgende stappen, bij toenemende temperatuur:

- tot 550 °C : voorverwarming, droging en dehydratatie
- 550 tot 900 °C : decarbonisatie
- 900 tot 1300 °C : calcinatie
- 1300 tot 1450 °C : sintering en vorming van de klinker

De essentiële reactie waarmee het proces van de klinkerproductie begint, is de decarbonisatie van calciumcarbonaat ( $\text{CaCO}_3$ ), waarbij calciumoxide ( $\text{CaO}$ , ongebluste kalk) gevormd wordt en  $\text{CO}_2$  ontsnapt. Daarna volgt het klinkerproces waarin de  $\text{CaO}$  reageert bij hoge temperatuur met silicium-, aluminium- en ijzeroxide om aldus silicaten, aluminaten en ferrieten van calcium te geven die de klinker vormen. Dankzij een snelle koeling met lucht wordt een amorfe structuur van complexe oxiden bekomen. Deze klinker is in feite het actieve bestanddeel van cement, dat eens in contact gebracht met water een kristallisatie ondergaat. De klinker wordt vermaald om een groter oppervlak te bekomen en gemengd met gips of andere additieven om tot de gewenste cementkwaliteit te komen.

Gezien de hoge temperaturen is cementproductie een energie- en brandstoffenintensief proces. De cementindustrie tracht dan ook tot een maximale benutting van alternatieve brandstoffen te komen.

Afhankelijk van het watergehalte van het grondstofmengsel wordt een ander proces toegepast en daaraan gekoppeld een ander ovenconcept gebruikt:

- het nat proces: voor grondstoffen uit een groeve onder grondwaterstand of uit een waterrijke groeve (vochtgehalte 30 %)
- het semi-nat of semi-droog proces
- het droog proces: wanneer de grondstoffen in droge toestand gedolven worden.

Elk van deze processen vereisen een specifieke installatie-opbouw. De sintering en calcinatie gebeuren echter steeds in een draaitrommeloven. Hierin beweegt het materiaal in tegenstroom met de hete rookgassen. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen installaties met lange draaitrommelovens en installaties met korte draaitrommelovens.

#### – *lange draaitrommelovens*

Bij de lange draaitrommelovens (lengte tot 200m) gebeuren alle fasen van het proces in één enkele oven. Het lange oventype kan gebruikt worden voor de drie gangbare typen processen. Omgekeerd kan het natte proces enkel in dit type installatie toegepast worden. Toevoer van

vaste afvalstoffen als brandstof is mogelijk indien de oven voorzien is van een 'midkiln' brandstoftoevoer. Dit is een kleppensysteem waardoor bij elke omwenteling vaste brandstofpakketten in het midden van de oven worden gedoseerd (ter hoogte van de decarbonisatiefase). Indien de oven deze voorziening niet heeft, dienen de afvalstoffen te worden gedoseerd ter hoogte van het hete trommelfront.

– *korte draaitrommeloven*

Bij het droge proces kunnen de voorverwarming en decarbonisatie gebeuren in opeenvolgende cyclonen. Calcinatie en sintering gebeuren dan in een (kortere) klinkeroven. Dit procédé heeft drie punten van brandstoftoevoer:

1. precalcinatie : injectie in de secundaire brander, geschikt voor vloeistoffen, pellets, vaste deeltjes
2. oveningang : geschikt voor grove vaste stoffen, met voldoende massa om niet met rookgasstroom meegevoerd te worden
3. hoofdbrander : injectie in brander, enkel geschikt voor vloeistoffen en zeer fijne, goed brandbare deeltjes

De aard en fysische vorm van de brandstof bepaalt de mogelijkheid en plaats van injectie in het proces. De installatie dient specifiek te worden uitgerust om ook afvalstoffen als brandstof te kunnen toevoeren.

Afval dat via de hoofdbrander wordt toegevoerd wordt ontbonden bij temperaturen van minimaal 1500°C tot 2000°C. Dit is voldoende voor volledige destructie van de gehalogeneerd koolwaterstoffen. Afval toegevoerd via de secundaire brander en precalcinator wordt verbrand bij temperaturen van minimaal 1000°C. Vluchtige organische componenten die samen met de grondstof worden gevoed, verdampen zonder door de verbrandingszone te passeren en worden dus niet of onvolledig afgebroken. Afval met vluchtige organische verbindingen wordt daarom niet met de grondstof gemengd.

### **Bestaande installaties**

In België hebben drie cementgroepen een cementproductie. Deze zijn alle gevestigd in Wallonië :

- CBR : onderdeel van Duitse Heidelberger cementgroep, cementovens te Lixhe (1 nat en 1 droog), Antoing (droog), Harmignies (nat, witte cement)
- Obourg-Origny: onderdeel van Zwitserse Holderbank groep, 2 cementovens te Obourg (nat, midkiln injectie)
- CCB : onderdeel van Italiaans-Franse Italcementi-Ciments Français, 2 cementovens te Gaurain-Ramecroix (droog)

De drie groepen hebben alle een min of meer uitgebreide ervaring met verwerking van afvalstoffen. Verwerking van gedroogd zuiverings-slib gebeurt echter op dit moment alleen door Obourg-Origny. De aanvoer en logistiek wordt hiervoor verzorgd door een dochteronderneming voor 'secundaire brandstoffen': Scoribel.

### **Verwerkbaar materialen**

Vooraf gedroogd slib komt in aanmerking om in een cementoven coverband worden. Gedroogd slib heeft naast zijn grondstofwaarde ook een energetische waarde. De cementgroep Obourg-Origny beschikt te Obourg over een eigen drooginstallatie (zie Technische Fiche A24 in bijlage 3) waarin ontwaterd slib wordt voorgedroogd.



Een aantal cementovens aanvaardt ook ontwaterd slib voor coverbranding, doch dit is energetisch weinig interessant (zie Energiegebruik).

In het algemeen geeft de cementindustrie voor coverbranding de voorkeur aan vergist slib boven niet-vergist slib. Redenen hiervoor zijn enerzijds de geringere geurhinder bij verwerking van vergist slib, en anderzijds de hogere grondstofwaarde (uitgedrukt als de som van de oxides van Ca, Si, Al, Fe en S in het slib (niet in de droge stof)). De lagere energie-inhoud van vergist slib in vergelijking met niet-vergist slib wordt niet als een belangrijk nadeel gezien, aangezien de grondstofwaarde van het slib primeert boven de brandstofwaarde.

### **Eindmaterialen**

De asrest van de verbranding van het bijgestookte slib wordt integraal in de klinker en de cement opgenomen. De meeste metalen worden effectief geïmmobiliseerd in de klinker, zodat de uitloogbaarheid beperkt is. De elementen Ca, Si, Al, Mg, Fe en S zijn essentiële elementen voor de vorming van cement. De aanwezigheid van deze elementen in de afvalstoffen die in de cementindustrie verbrand worden, is ecologisch verantwoord omdat ze positief bijdragen tot een duurzaam gebruik van grondstoffen. Andere elementen of verbindingen zijn normale, deels essentiële nevencomponenten van cement:  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $TiO$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $P_2O_5$  en  $SrO$ . Ook de aanwezigheid van deze elementen in de afvalstoffen is, binnen beperkte grenzen een wenselijk gebruik van reststoffen. De meeste overige metalen vormen slechts spoorelementen in cement en hebben, binnen bepaalde grenzen, noch negatief noch positief effect op de kwaliteit van cement. Een aantal van de hierboven vermelde componenten (o.m. fosfor) hebben een negatief effect op de kwaliteit van het cement indien zij in te hoge concentraties aanwezig zijn.

De enige reststroom die bij cementovens vrijkomt is het niet gerecycleerde gedeelte van het cementovenstof dat door de elektrofilter uit de rookgassen wordt afgescheiden.

### **Emissies**

De belangrijkste, en doorgaans enige, rookgaszuiveringsinstallatie na een cementoven is de ontstoffing van de rookgassen met behulp van een elektrofilter. Recentelijk werd op de ovens van Obourg ook een bicarbonaatinstallatie geplaatst om de  $SO_x$ -emissies te reduceren (voornamelijk om het stoken van petcoke met een hoog S-gehalte (6 % S) toe te laten).

#### **- $SO_x$**

Het grootste deel van de zwavel dat via de gebruikte grond- en brandstoffen in de cementoven wordt binnengebracht, wordt als  $CaSO_4$  (gips) chemisch in de klinker gebonden. Door aanwezigheid van vluchtige zwavel in het ruw materiaal (o.a. als pyriet) of door toevoegen van zwavelrijke brandstoffen aan het "koude" uiteinde van de oven, kunnen de  $SO_2$  emissies toch oplopen. Bijgevolg wordt  $SO_x$  aanzien als een hoofdpolluent van de cementovens. In normale omstandigheden kunnen de globale  $SO_2$ -emissies beneden de norm van 400  $mg/Nm^{3116}$  gehouden worden (Vanderborgh, 1996).

---

<sup>116</sup> De normen die hier aangegeven worden, zijn het resultaat van een mengregel die voorgeschreven wordt door de Europese richtlijn 94/67/EG en in Vlaem overgenomen werd: Art. 5.2.3.1.5 §4. De norm is een gewogen gemiddelde van de norm vastgelegd voor de verbranding van gevaarlijk afval en de emissienorm voor de cementoven die overeengekomen wordt met de lokale vergunningverlener.

- *HCl en HF*

Ongeveer 99 % van de fluoride- en chloride-inhoud van de ingevoerde materialen wordt door chemisorptie gevangen in de klinker en de rest zet zich af op de stofdeeltjes, die grotendeels verwijderd worden door de ontstoffingsinstallatie. Bij normale werking van de cementoven worden hierdoor slechts kleine hoeveelheden anorganische fluoriden en chloriden geëmitteerd. De normen<sup>116</sup> van 30 mg/Nm<sup>3</sup> voor HCl en 4 mg/Nm<sup>3</sup> voor HF stellen zelden een probleem.

- *VOS*

Een cementoven die werkt in steady-state condities veroorzaakt in het algemeen lage VOS-emissies. Onvolledige verbranding doet zich immers nauwelijks voor dankzij de lange verblijftijd van de gassen in de oven, de hoge oventemperatuur en de overmaat zuurstof. De VOS-concentratie in de uitlaat van cementovens ligt meestal tussen 10 en 100 mg/Nm<sup>3</sup>. Wanneer de grondstoffen natuurlijke organische stoffen (b.v. begroeiing op de minerale grondstoffen die gedolven worden) bevatten, of wanneer brandstoffen bij de grondstoffen of op koudere plaatsen toegevoegd worden, kan wel onvolledige verbranding optreden en kunnen de CO en VOS-emissies hoger oplopen (Vanderborght, 1999).

- *Dioxines en furanen*

Talrijke metingen in cementovens in Zwitserland, België en Duitsland hebben aangetoond dat de emissies van dioxines en furanen onafhankelijk zijn van de gebruikte energiedrager en dat de emissies duidelijk lager zijn dan 0,1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>. Dit is de grenswaarde die ook in Vlaanderen geldt voor huisvuilverbrandingsinstallaties en verbrandingsinstallaties van gevaarlijk afval. Bij normale werking van de oven zijn de EU-specificaties voor verbranding van gevaarlijk afval voldaan en kan bijgevolg gesteld worden dat de emissies van dioxines en furanen laag zijn (BUWAL, 1997).

- *Metalen*

De meeste metalen worden bijna volledig kristallografisch in de klinker gebonden en komen slechts in relatief lage concentraties voor in het stof van de rookgassen (Vanderborght, 1999). Vluchtige metalen (Tl en Hg) worden slechter weerhouden in de klinker, en worden hierdoor in relatief grotere fracties geëmitteerd. Sommige relatief vluchtige metalen (bv. As) vormen hierop een uitzondering en worden toch in de klinker gebonden.

Overeenkomstig de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval wordt in de toekomst een verstrenging van de emissiegrenswaarden verwacht voor cementovens die afvalstoffen meeverbranden (zie paragraaf 2.3.5).

### **Energiegebruik**

Het energieconversierendement in een cementoven in België varieert tussen 26 % en 62 % en is gemiddeld 44 %. De belangrijkste energieverliezen in klinkerovens zijn:

- verdamping van water uit de grondstoffen: met droge grondstoffen kost dit minder energie
- energie-inhoud van de rookgassen: hoe meer verbrandingsgassen in het proces vrijkomen hoe groter het energieverlies
- stralings- en convectieverliezen van de oven

Gedroogd slib heeft voor de cementindustrie een brandstofwaarde. Bij coverbranding van gedroogd slib wordt dus gedeelte van de normaal gebruikte brandstoffen uitgespaard.

Coverbranding van ontwaterd slib in een cementoven vereist daarentegen energie. Autotherme verbranding van een afvalstof in een cementoven is slechts mogelijk vanaf een calorische waarde van het niet-asgehalte van 8 MJ/kg (in geval van injectie in de hoofdbrander)<sup>117</sup>. Voor ontwaterd slib ligt de calorische waarde ver onder deze grens, zodat de coverbranding ervan in de cementoven een extra energiegebruik met zich meebrengt.

### **Kosten**

Op basis van gegevens van Aquafin wordt de kostprijs voor coverbanden van gedroogd slib in de cementindustrie geschat op 1.480 BEF per ton droge stof (exclusief drogen).

### **Technische problemen**

Aan de coverbranding van slib in een cementoven zijn geen noemenswaardige technische problemen verbonden.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

Vlaanderen beschikt zelf niet over cementovens. Het gedroogd slib moet voor verwerking in een cementoven geëxporteerd worden, b.v. naar Wallonië (zie Bestaande installaties).

---

<sup>117</sup> Bron: B. Vanderborcht, 2000

## B6. Coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf

### Doel

Coverbranding van zuiveringsslib in een kleiverwerkend bedrijf heeft enerzijds tot doel de energie-inhoud van het slib te benutten voor het bakken van klei, zodat minder fossiele brandstof moet ingezet worden. Anderzijds heeft het slib ook een grondstofwaarde, zodat minder primaire grondstoffen moeten ingezet worden. Indien daarenboven een verbetering van de productkwaliteit kan bekomen worden door coverbranding van zuiveringsslib, fungeert het slib als een waardevolle toeslagstof.

### Proces- en installatiebeschrijving

De kleiverwerkende nijverheid produceert keramische producten door verhitting van kleien of lemen. Tot de keramische producten behoren o.a. bakstenen, kleidakpannen, gresbuizen, agrarische keramiek, bloempotten, draineerbuizen en geëxpandeerde kleiaggregaten. De procesvoering in de kleiverwerkende nijverheid bestaat in het algemeen uit volgende stappen (Huybrechts D., 1999):

#### - *voorbewerking*

Tijdens de voorbereiding wordt een homogeen grondstofmengsel aangemaakt. Hiervoor worden de kleigrondstoffen gemengd met diverse toeslagstoffen (o.a. zand) en indien nodig water. Bij productie van geëxpandeerde kleiaggregaten wordt ijzeroxide als belangrijkste toeslagstof toegediend. Het ijzeroxide doet dienst als smeltmiddel.

#### - *vormgeving*

Tijdens de vormgeving wordt het grondstofmengsel b.v. door middel van extrusie of door gebruik van een mal in de gewenste vorm gebracht.

#### - *drogen*

Het droogproces is de eerste fase van het verhittingsproces en geschiedt op een vrij lage temperatuur ( $< 200^{\circ}\text{C}$ ). Bij deze temperaturen wordt het weinig gebonden water uit het grondstofmengsel verdampt. Als energiebron voor het drogen wordt meestal gebruik gemaakt van restwarmte van de bakovens.

#### - *glazuren/engoberen*

In sommige gevallen worden de te bakken producten na het drogen bedekt met een oppervlaktelaag. Het kan hier gaan om een glazuurlaag of om een speciale, veelal ingekleurde kleisuspensie (zogenaamde engobe).

#### - *bakken*

Het bakproces vormt de tweede fase van het verhittingsproces en kan in drie fasen worden opgesplitst:

- opwarmingsfase: tot ongeveer  $800^{\circ}\text{C}$ ;
- sinteringsfase: vanaf ongeveer  $800^{\circ}\text{C}$  tot, afhankelijk van het product,  $900$  à  $1400^{\circ}\text{C}$ , b.v.  $1050^{\circ}\text{C}$  tot  $1150^{\circ}\text{C}$  bij productie van geëxpandeerde kleiaggregaten;
- afkoelingsfase

Tijdens het bakproces treden in de keramische massa een reeks van fysische en chemische veranderingen op die leiden tot de voor het eindproduct gewenste eigenschappen. Hierbij worden tegelijkertijd de zware metalen geïmmobiliseerd door inbakken in de matrix. Bij productie van geëxpandeerde kleiaggregaten treedt tijdens het bakproces ook de gewenste expansie op.

Voor het bakproces kan gebruik gemaakt worden van diverse oventypes, waaronder tunnelovens en draaitrommelovens:

- *tunnelovens*

Voor de productie van bakstenen en dakpannen wordt overwegend gemaakt van tunnelovens. Tunnelovens zijn continue ovens met een lengte van 50 tot 210 meter en een breedte van 1 tot 10 meter. Als brandstof wordt meestal aardgas gebruikt, soms ook butaan- of propaangas of zware stookolie. In de tunneloven wordt de bakwaar op ovenwagens voortbewogen en in tegenstroom met de verbrandingslucht en de rookgassen door de oven gevoerd.

Coverbranding van slib in een tunneloven kan gebeuren door het slib bij de voorbereiding in het grondstofmengsel te verwerken. Dergelijke bijmenging zal in het algemeen slechts overwogen worden indien ze een positieve (of minstens geen negatieve) invloed heeft op eigenschappen van het grondstofmengsel, en het slib dus als een waardevolle toeslagstof fungeert.

- *draaitrommelovens*

Draaitrommelovens worden gebruikt bij de productie van geëxpandeerde kleiaggregaten. De draaitrommelovens zijn vergelijkbaar met deze die in de cementindustrie worden gebruikt (zie Technische Fiche B5 in bijlage 4). Zij bestaan echter uit 2 aan elkaar geschakelde gedeelten, een drooggedeelte en een bakgedeelte, die met verschillende snelheid roteren.

Coverbranding van slib in een draaitrommeloven kan in principe ofwel gebeuren door het slib bij de voorbereiding in het grondstofmengsel te verwerken, zoals bij tunnelovens, ofwel door het langs de brandstofkant van de installatie in de oven te voeren.

### **Bestaande installaties**

Vlaanderen telt een 40-tal kleiverwerkend bedrijven. De meeste hiervan produceren bakstenen, sommigen ook tegels en welfsels. Drie bedrijven vervaardigen dakpannen, één bedrijf gresbuizen en één bedrijf geëxpandeerde kleikorrels.

Voor zover geweten wordt op dit moment in geen enkele van deze bedrijven waterzuiveringsslib meeverbrand. De baksteenproducenten en producenten van kleidakpannen hebben hiertoe op dit moment ook weinig concrete belangstelling<sup>118</sup>, ondermeer daar zij vrezen dat deze meeverbranding een negatief effect zou hebben op hun emissies en omdat aan de verbranding van afval een negatief imago kleeft bij de publieke opinie. Argex, producent van geëxpandeerde kleikorrels, onderzoekt momenteel de mogelijkheid om bij zijn procesvoering de normaal gebruikte kleigrondstoffen en brandstoffen gedeeltelijk te vervangen door afvalstoffen. Aan de brandstofkant wordt hierbij o.a. gedacht aan de inzet van baggerslib, aan de brandstofkant behoort gedroogd rioolwaterzuiveringsslib tot de lijst van mogelijkheden. Er dient verder onderzocht te worden in hoeverre de inzet van deze afvalstromen technisch en economisch (gelet op de kosten voor rookgasreiniging, zie Emissies) haalbaar is.

### **Verwerkbare materialen**

Bij productie van bakstenen en dakpannen kan in principe ontwaterd slib worden verwerkt. Het ontwaterd slib kan als toeslagstof bij de grondstoffen gemengd worden. Tijdens het droogproces zal het slibwater samen met het overige water dat in het grondstofmengsel

---

<sup>118</sup> Bron: mondelinge informatie vanwege de Belgische Baksteenfederatie en de Vereniging der Belgische Dakpannenfabricanten

aanwezig is verdampt worden met behulp van restwarmte afkomstig van de bakovens. Anderzijds kan ook gedroogd slib bij het grondstofmengsel worden gemengd.

Bij productie van geëxpandeerde kleiaggregaten wordt de voorkeur gegeven aan gedroogd slib, dat langs de brandstofzijde in de oven wordt gebracht. Gedroogd slib heeft naast zijn brandstofwaarde ook een grondstofwaarde.

### Eindmaterialen

De asrest van de verbranding van het bijgestookte slib wordt in principe integraal in de bakwaar opgenomen. Stof dat door een filter uit de rookgassen wordt afgescheiden kan terug aan het grondstofmengsel worden toegevoegd.

Uitloogtesten toonden aan dat de uitloogbaarheid van zware metalen in kunstgrind geproduceerd op basis van baggerspecie en klei beneden de Vlarea normen voor gebruik in of als vormgegeven bouwstof blijft.

### Emissies

Het bakken van klei gaat gepaard met emissies van o.a. SO<sub>x</sub>, HCl, HF, VOS en stof. De belangrijkste bron van deze emissies wordt gevormd door de S, Cl, F en organische stoffen die in de gebruikte kleigrondstoffen en toeslagstoffen aanwezig zijn. Een aantal in Vlaanderen ontgonnen kleisoorten, o.a. klei van Boom, klei van Ieper en klei van de Kempen, heeft vrij hoge zwavelgehaltenes, waardoor de SO<sub>x</sub> emissies bij gebruik van deze kleisoorten kunnen oplopen tot 4000 mg/Nm<sup>3</sup> ruwe rookgassen en meer. De bijdrage van de brandstofgerelateerde emissies is in vergelijking met de grondstofgebonden emissies eerder beperkt.

De sector geniet nog tot eind 2002 van zeer soepele emissievoorwaarden, die functie zijn van het zwavelgehalte in de primaire grondstof:

	Emissiegrenswaarde in mg/Nm <sup>3</sup> (uitgedrukt bij 18 % O <sub>2</sub> ) Overgangsregeling tot 31 december 2002 (Vlarem II, Afdeling 5.30.1)				
% S in de primaire grondstof	SO <sub>x</sub>	HF	HCl	stof	Organische stoffen
≤ 0,12	1000	50	120	400	200
0,12 < x ≤ 0,25	2500	80	120	400	200
> 0,25	3500	100	120	400	200

Vanaf 1 januari 2003 vervalt de overgangsregeling en wordt de sector in principe onderhevig aan de in Vlarem opgenomen sectorale emissievoorwaarden:

Emissiegrenswaarde in mg/Nm <sup>3</sup> (uitgedrukt bij 18 % O <sub>2</sub> ) Sectorale emissievoorwaarden (Vlarem II, Afdeling 5.20.4.2)					
% S in de grondstof	SO <sub>x</sub>	HF	HCl	stof	Organische stoffen
< 0,12	500	5	30	150/50 <sup>119</sup>	150
≥ 0,12	1500	5	30	150/50 <sup>119</sup>	150

Een BBT-studie voor de sector (Huybrechts D. 1999) toonde aan dat de hierboven vermelde sectorale emissievoorwaarden met toepassing van de BBT voor rookgasreiniging niet haalbaar zijn voor de sector in zijn geheel. Op basis van de BBT werd een alternatief voorstel voor sectorale emissievoorwaarden gemaakt dat momenteel ter discussie op tafel ligt. Het is alsnog onduidelijk of het voorstel al dan niet in Vlarem zal worden overgenomen.

Emissiegrenswaarde in mg/Nm <sup>3</sup> (uitgedrukt bij 18 % O <sub>2</sub> ) BBT-voorstel					
% S in de hoofdgrondstof	SO <sub>x</sub>	HF	HCl	stof	Organische stoffen
≤ 0,25	500	5	30	50	150/50 <sup>120</sup>
> 0,25 en ≤ 0,50	1000	10	30	50	150/50 <sup>120</sup>
> 0,50 en ≤ 0,75	1500	15	30	50	150/50 <sup>120</sup>
> 0,75 en ≤ 1,00	2000	15	30	50	150/50 <sup>120</sup>
> 1,00	2500	15	30	50	150/50 <sup>120</sup>

In geval van coverbranding van slib dienen de emissiegrenswaarden voor een kleiverwerkend bedrijf bepaald te worden volgens Artikel 5.2.3.1.5 van Vlarem II (zie paragraaf 2.3.2.2). Deze emissiegrenswaarden zullen in de toekomst verstrengd worden overeenkomstig de voorwaarden vastgelegd in de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afval (zie paragraaf 2.3.5). De strengere emissievoorwaarden zullen in het algemeen slechts haalbaar zijn mits bijkomende rookgasreiniging.

Bij de productie van geëxpandeerde kleiaggregaten zullen de in het slib aanwezige zware metalen, vooral wanneer ze via de brandstofkant in de installatie worden ingebracht, aanleiding geven tot emissies van zware metalen, waardoor een aangepaste rookgasreiniging noodzakelijk wordt.

### Energiegebruik

Gedroogd slib heeft voor de kleiverwerkende nijverheid een brandstofwaarde. Bij coverbranding van gedroogd slib wordt dus een gedeelte van de normaal gebruikte brandstoffen uitgespaard.

<sup>119</sup> bij een massastroom ≤ 500 g/u geldt de norm van 150 mg/Nm<sup>3</sup>; bij een massastroom > 500 g/u geldt de norm van 50 mg/Nm<sup>3</sup>

<sup>120</sup> respectievelijk zonder en met naverbranding

Ook ontwaterd slib kan een positieve energetische bijdrage leveren op voorwaarde dat het in het grondstofmengsel wordt bijgemengd en niet samen met de brandstof in de bakoven wordt gebracht. Slib dat in het grondstofmengsel is verwerkt, b.v. bij productie van bakstenen of dakpannen, zal immers in de droogkamers gedroogd worden met behulp van restwarmte afkomstig van de bakovens, en vervolgens bij verbranding in de bakovens energie vrijstellen.

## **Kosten**

### **Technische problemen**

Coverbranding van slib in de kleiverwerkende nijverheid vereist specifieke voorzieningen voor de stockering, behandeling en dosering van het slib.

Verwerking van slib in het keramisch proces heeft onvermijdelijk ook een invloed op de productkwaliteit. Deze beïnvloeding kan, afhankelijk van de specifieke situatie, zowel positief als negatief zijn. In het laatste geval is verwerking van slib om technische redenen vanzelfsprekend niet wenselijk. In elk geval is de constantheid van samenstelling van het verwerkte slib een belangrijke vereiste om een constante productkwaliteit te verzekeren.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

Vlaanderen beschikt over diverse kleiverwerkende bedrijven. Met uitzondering van Argex lijkt binnen deze bedrijven op dit moment weinig interesse te bestaan om zuiveringsslib mee te verbranden. Naast de vraag of de coverbranding van afvalstromen technisch (gelet op de invloed op de productkwaliteit) en economisch (gelet op de kosten voor rookgasreiniging, zie Emissies) haalbaar is, bestaat ook de vrees dat afvalverwerking het bedrijfsimago negatief zou beïnvloeden.



## **B7. Verbranding in een slibverbrandingsinstallatie<sup>121</sup>**

### **Doel**

Het doel van slibverbranding is een maximale gewichts- en volumereductie bekomen door de organische stof in het slib te verbranden.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Slibverbranding kan uitgevoerd worden in diverse types verbrandingsinstallaties. Het oventype is sterk afhankelijk van de structuur en het vochtgehalte van het slib. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen conventionele verbrandingssystemen, hoogrendementssystemen en ovens voor de verbranding van volledig gedroogd slib (Stowa, 1988).

#### *– conventionele slibverbrandingssystemen*

In conventionele slibverbrandingssystemen wordt de verdamping van het slibwater en de verbranding van de organische stof meestal in één processtap gecombineerd. Als oventypes komen zowel etage-ovens als wervelbedovens in aanmerking. Conventionele verbrandingssystemen hebben een lager energetisch rendement (zie Energiegebruik) dan de zogenaamde hoogrendementssystemen en zijn hierdoor minder interessant.

#### *– hoogrendementssystemen voor slibverbranding*

Hoogrendementssystemen voor slibverbranding hebben een hoger energetisch rendement, b.v. doordat het slib in een aparte droger gedeeltelijk wordt voorgedroogd met restwarmte van de verbrandingsoven en vervolgens in de oven verbrand wordt. Voor de beschrijving van de werking van de droger wordt verwezen naar Technische Fiche A22 in bijlage 3. Voor de verbrandingsoven wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van wervelbedovens. Voor de beschrijving van de werking van een wervelbedoven wordt verwezen naar Technische Fiche B9 in bijlage 4.

#### *– ovens voor de verbranding van volledig gedroogd slib*

In ovens voor de verbranding van volledig gedroogd slib tenslotte is geen slibdroging voorzien. Hiervoor komen specifieke oventypes zoals de granulaatoven, poederoven en kettingroosteroven in aanmerking.

### **Bestaande installaties**

Aquafin beschikt over een slibverbrandingsinstallatie (wervelbedoven) op de RWZI Brugge (zie Technische Fiche C6 in bijlage 5). Deze installatie heeft momenteel een verbrandingscapaciteit van 14.000 ton droge stof per jaar. Na renovatie zou deze capaciteit worden opgetrokken tot 20.000 ton droge stof per jaar.

In het buitenland, o.a. in Duitsland en Nederland, zijn diverse slibverbranders operationeel.

### **Verwerkbaar materialen**

Slibverbranding wordt meestal toegepast op ontwaterd slib. Uit energetische overwegingen is vooral slib met een hoog droge stofgehalte en een hoog gehalte organische stof geschikt om verbrand te worden in een slibverbrandingsinstallatie.

<sup>121</sup> Onder slibverbrandingsinstallatie wordt hier verstaan: een verbrandingsinstallatie waarin uitsluitend slib (geen andere afvalstoffen) wordt verbrand, al of niet met gebruik van steunbrandstof.

### **Eindmaterialen**

Bij slibverbranding wordt een asrest bekomen. De in het slib aanwezige zware metalen (uitgezonderd kwik) worden tijdens de verbranding grotendeels in deze asrest geconcentreerd. De assen kunnen gestort worden of onder bepaalde voorwaarden gebruikt worden als secundaire grondstoffen (bouwmaterialen).

### **Emissies**

Afhankelijk van de samenstelling van het verbrande slib, bevatten de bij de verbranding gevormde rookgassen meer of minder pollutanten (oxides, metalen, organische stoffen, ...). In vergelijking met verbranding van huisvuil en overige niet-gevaarlijke afvalstoffen geeft verbranding van slib in het algemeen aanleiding tot hogere SO<sub>x</sub> en stofemissies. NO<sub>x</sub>, Cl<sup>-</sup> en F<sup>-</sup> emissies zijn daarentegen meestal lager bij verbranding van slib dan bij verbranding van huisvuil.

Om de emissies te beperken komen dezelfde rookgasreinigingstechnieken in aanmerking als bij een andere afvalverbrandingsinstallatie (zie Technische Fiches B8 en B9 in bijlage 4).

Slibverbrandingsinstallaties zijn in Vlaanderen in principe onderworpen aan de voorwaarden die gegeven worden in Vlarem II voor inrichtingen voor de verbranding van afvalstoffen (zie paragraaf 2.3.2.2). Overeenkomstig de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afvalstoffen wordt in de toekomst een verstrenging van de emissievoorwaarden verwacht (zie paragraaf 2.3.5).

### **Energiegebruik**

Bij verbranding van ontwaterd slib is enerzijds energie nodig om het aanwezige slibwater te verdampen en wordt anderzijds energie vrijgesteld door de verbranding van de in het slib aanwezige organische droge stof. Aangezien ontwaterd zuiveringsslib in het algemeen een lage, doch positieve energie-inhoud heeft, kan de energiebehoefte voor de verdamping in principe gedekt worden door de vrijgestelde verbrandingsenergie. Omwille van de lage energie-inhoud van ontwaterd slib dienen bij autonome slibverbranding wel maatregelen genomen te worden om een voldoende hoge verbrandingstemperatuur te bereiken (min. 850 °C). Dergelijke maatregelen kunnen b.v. bestaan uit het benutten van de warmte in de rookgassen voor het voorverwarmen van de verbrandingslucht en/of voor het gedeeltelijk voordrogen van het te verbranden slib. Of het al dan niet mogelijk is autotherme verbrandingscondities te bereiken, is niet enkel afhankelijk van de mate van warmteterugwinning (zie conventionele versus hoogrendementssystemen), maar ook in belangrijke mate van de aard van het te verbranden slib (zie invloed watergehalte en organische droge stofgehalte). Indien geen autotherme condities kunnen bereikt worden, is steunbrandstof nodig.

#### *– invloed watergehalte*

De energie die nodig is voor de verdamping van het slibwater in de slibverbrandingsinstallatie is in sterke mate afhankelijk van het initieel watergehalte en in minder sterke mate van het eind watergehalte van het slib, zoals wordt uiteengezet in Technische Fiche A22 in bijlage 3. Voor het drogen van slib met 20 % droge stof is bijna 2,8 keer meer energie nodig dan voor het drogen van slib met 40 % droge stof. Om tot autotherme verbrandingscondities te komen, is het bijgevolg van belang het slib vooraf zo ver mogelijk te ontwateren.

– *invloed organische droge stofgehalte*

De energie die wordt vrijgesteld tijdens de verbranding is afhankelijk van de energie-inhoud van het slib. Deze is op zijn beurt functie van de verhouding organisch/anorganisch materiaal in de droge stof. De energie-inhoud van slib situeert zich typisch tussen 18 en 22 MJ/kg organische droge stof. Het organische droge stofgehalte varieert sterk van slibsoort tot slibsoort en is ook afhankelijk van de gebruikte voorbehandelingstechnieken. Zo veroorzaakt slibgisting een daling van het organische stofgehalte (zie Technische Fiche A7 in bijlage 3). Ook conditionering met FeCl<sub>3</sub> en kalk verlaagt het organische stofgehalte (zie Technische Fiche A12 in bijlage 3). Hoe hoger het organisch stofgehalte, hoe gemakkelijker tot een autotherme slibverbranding kan gekomen worden.

– *conventionele verbrandingssystemen*

In conventionele verbrandingssystemen is de warmteterugwinning uit de rookgassen in het algemeen beperkt tot opwarming van de primaire verbrandingslucht tot 550 – 650 °C. De rookgassen worden hierbij gekoeld tot 500 – 550 °C. Verdere warmteterugwinning is meestal niet mogelijk door gebrek aan afzetmogelijkheden voor de warmte. Conventionele slibverbrandingssystemen hebben hierdoor in vergelijking met hoogrendementssystemen voor slibverbranding een lager energetisch rendement, zodat voor ontwaterd slib moeilijk autotherme condities kunnen bereikt worden.

Het energiegebruik van een conventioneel verbrandingssysteem is functie van het oventype. Voor een etageoven wordt een elektriciteitsgebruik van 50 tot 60 kWh per ton droge stof en een warmteverbruik van 8 tot 10 MJ per kg H<sub>2</sub>O opgegeven. Voor een wervelbedoven bedragen de cijfers 250 tot 350 kWh elektriciteit per ton droge stof en 5,5 tot 8 MJ warmte per kg H<sub>2</sub>O (Stora, 1988).

– *hoogrendementssystemen*

In hoogrendementssystemen met partiële voordroging wordt warmte uit de rookgassen teruggewonnen en benut om het slib in de slibdroger gedeeltelijk voor te drogen. De rookgassen worden hierbij gekoeld tot 200 – 250 °C. Hoogrendementssystemen hebben hierdoor in vergelijking met conventionele systemen een hoger energetisch rendement, waardoor gemakkelijker autotherme condities kunnen bereikt worden voor ontwaterd slib (met een minimum droge stofgehalte van 25 tot 35 %, afhankelijk van de aard van het slib).

### **Kosten**

Slibverbranding vereist grote investeringskosten. Andere kostenbepalende factoren zijn het eventueel gebruik van steunbrandstof en de vereiste rookgasreiniging. Voor de kostprijs van slibverbranding kan volgens Aquafin een richtwaarde van 10.200 BEF per ton droge stof gehanteerd worden<sup>122</sup>.

Voor de slibverbrandingsinstallaties in Nederland wordt een kostprijs van 650 NLG (11.900 BEF) per ton droge stof opgegeven (Scholten, 1996). Deze kosten bestaan voor 50 % uit de investeringskosten voor de installatie. De overige kosten worden bepaald door de storkosten voor de asrest, transport van het slib van de RWZI naar de centrale slibverbrandingsinstallatie, energie, chemicaliën, onderhoud en personeel.

### **Technische problemen**

---

<sup>122</sup> Bron: Aquafin, 2000

Slibverbranding kan inmiddels beschouwd worden als bewezen technologie. Wel moet rekening gehouden worden met het risico op corrosie. In goed ontworpen en onderhouden installaties zijn geen belangrijke technische problemen te verwachten.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De maatschappelijke acceptatie van verbrandingsinstallaties in Vlaanderen is laag.

## B8. Verbranding in een roosteroven

### Doel

Het doel van slibverbranding is een maximale gewichts- en volumereductie te bekomen. In een roosteroven kan slib samen met huisvuil of niet-gevaarlijke afvalstoffen verbrand worden.

### Proces- en installatiebeschrijving

De te verbranden afvalstoffen worden in een grote bunker gestort. De bunker heeft o.a. als doel fluctuaties in de aanvoer op te vangen en voorraden te vormen voor b.v. 's nachts en in de weekeinden. In de bunker wordt het materiaal gemengd. Grof afval kan met een verkleiner geschikt worden gemaakt om in de vultrechter van de oven te worden gebracht.

Vanuit de vultrechter komen de afvalstoffen op het verbrandingsrooster. Op dit rooster vindt de verbranding plaats. Het rooster transporteert de afvalstroom zodat de bij de verbranding ontstane slakken aan het eind van het rooster in een ontslakker vallen.

De bij de verbranding vrijkomende rookgassen passeren de ketel waar de in de rookgassen aanwezige energie wordt overgedragen. De rookgassen worden nadat ze de ketel zijn gepasseerd door het rookgasreinigingssysteem geleid (zie Emissies).

De invoer van slib in een roosteroven kan op verschillende manieren gebeuren.

#### – *mengen van slib en overige afvalstoffen in de voorraadbunker*

Bij deze techniek stelt zich het probleem dat het moeilijk is om een homogene menging te bekomen tussen het slib en de overige afvalstoffen. Dit resulteert in het samenklonteren van het slib tot ballen. Deze klonters zullen in de oven tijdens de droogfase aan hun oppervlakte uitdrogen en verschroeien. Hierdoor ontstaat een harde isolerende korst die warmteoverdracht voor de uitdroging van de kern en zuurstofoverdracht voor de verbranding sterk bemoeilijkt. Dit zogenaamde 'steak-effect' geeft aanleiding tot onverbrande resten en een slechte uitbrand.

#### – *doseren van slib op het verbrandingsrooster*

Ook hier stelt zich het probleem van de uniforme verdeling van het slib en de overige afvalstoffen. Een mogelijke techniek bestaat erin het ontwaterde slib door middel van een betonpomp bovenop de overige afvalstoffen in de aanvoertrechter van de oven te doseren. Hier ontstaat echter het gevaar dat het slib in een dikke klomp massa ('sigaarvormig') bovenop de overige afvalstoffen terecht komt. Een homogenisering van het slib met de overige afvalstoffen in de aanvoertrechter is slechts in beperkte mate te verwachten waardoor ook hier het probleem van het 'steak-effect' optreedt, met slechte uitbrand tot gevolg.

#### – *injectie van slib boven het rooster*

Met behulp van een injectiesysteem kan ontwaterd of gedroogd slib boven het verbrandingsrooster van een roosteroven geïnjecteerd worden. Terwijl het slib naar beneden valt, wordt het voorgedroogd en/of verbrand door de hete rookgassen. Aangezien een gedeelte van het slib reeds verbrand is vooraleer het rooster bereikt, geeft deze manier van inbrengen minder aanleiding tot extra belasting van het rooster.

Een variant van deze technologie is het zogenaamde IC850 systeem, in België vertegenwoordigd door de firma Degrémont. Bij dit systeem wordt het slib onder vorm van 'worstjes' met een diameter van +/- 30 mm via spuitmonden boven het rooster geïnjecteerd. Voor bijgestookte slibhoeveelheden tot 15 % wordt hierbij een goede uitbrand bekomen. Dit systeem wordt in een aantal buitenlandse huisvuilverbrandingsinstallaties (o.a. Bordeaux)

toegepast, doch in Vlaanderen bestaat er geen ervaring mee. Mogelijk probleem is de verstopping van de spuitmonden door grovere onzuiverheden die in het slib aanwezig zijn.

### **Bestaande installaties**

De bestaande installaties voor verbranding van huishoudelijke en niet-gevaarlijke afvalstoffen in Vlaanderen zijn meestal van het type roosteroven. In een aantal van deze ovens werd en wordt slib meeverbrand. Omwille van de technische problemen die hiermee gepaard gaan (menging, uitbrand, geur), wensen de exploitanten de verbranding van slib in roosterovens te vermijden of te beperken.

### **Verwerkbare materialen**

De aanvaardingscriteria voor slib in verbrandingsinrichtingen worden beschreven in Vlarem II Afdeling 5.2.3. Het minimum vereiste droge stofgehalte kan van installatie tot installatie verschillen, maar situeert zich typisch rondom 25 %.

In principe kan zowel ontwaterd als gedroogd slib worden meeverbrand in een roosteroven. Het meeverbranden van ontwaterd slib met laagcalorische afvalstoffen beïnvloedt de thermische balans van het verbrandingsproces negatief. Gedroogd slib kan eventueel fungeren als steunbrandstof om de thermische balans van een moeilijk verloopend verbrandingsproces op peil te houden.

### **Eindmaterialen**

Bij de verbranding worden bodem- en vliegassen gevormd. Indien hiervoor geen toepassing als secundaire grondstof gevonden wordt, dienen deze gestort te worden.

### **Emissies**

Een modern rookgasreinigingssysteem voor afvalverbranding bestaat uit een aantal in serie geplaatste onderdelen. Er is een groot aantal configuraties voor de opzet van het rookgasreinigingssysteem mogelijk. Veelal wordt als eerste stap het vlieggas in een elektrofilter (soms een doek- of cycloonfilter) verwijderd. Verzurende componenten (HCl, HF, SO<sub>x</sub>) kunnen met een nat, half-nat of droog systeem worden afgevangen. Afhankelijk van de gekozen opzet is het hierna noodzakelijk om voor vluchtige zware metalen een aparte reinigingstrap op te nemen. Om stikstofdioxide te verwijderen kan gebruik gemaakt worden van reductietechnieken (deNO<sub>x</sub>-installaties). Vaak is het hierbij noodzakelijk dat de rookgassen tot een gewenste procestemperatuur worden opgewarmd. Koolfilters kunnen nageschakeld worden om dioxines te absorberen en restemissies van overige rookgascomponenten te beperken. Dioxines kunnen ook katalytisch afgebroken worden.

#### *– emissiegrenswaarden opgelegd aan Vlaamse afvalverbrandingsinstallaties*

De emissievoorwaarden voor inrichtingen voor de verbranding van afvalstoffen worden vastgelegd in Artikel 5.2.3 van Vlarem II (paragraaf 2.3.2.2). Overeenkomstig de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afvalstoffen wordt in de toekomst een verstrenging van de emissievoorwaarden verwacht (zie paragraaf 2.3.5).

#### *– invloed van de verbranding van slib op de emissies van de afvalverbrandingsinstallatie*

Verbranding van slib geeft in vergelijking met verbranding van huisvuil en niet-gevaarlijke afvalstoffen in het algemeen aanleiding tot hogere SO<sub>x</sub> en stofemissies. NO<sub>x</sub>, Cl<sup>-</sup> en F<sup>-</sup> emissies zijn daarentegen meestal lager bij verbranding van slib dan bij verbranding van huisvuil. Gezien de invloed van het slib op de verbrandingsemissies kan het in bepaalde gevallen nodig zijn het rookgasreinigingssysteem van een bestaande

afvalverbrandingsinstallatie aan te passen of uit te breiden wanneer grote hoeveelheden slib samen met de overige afvalstoffen worden meeverbrand.

### **Energiegebruik**

In een moderne roosteroven wordt energie uit de rookgassen gerecupereerd. Het rendement van de benutting van de in het afval aanwezige bedraagt +/- 22 %, en is hiermee vrij laag in vergelijking met dat van een elektriciteitscentrale. Het relatief lage rendement wordt onder veroorzaakt door (Witteveen + Bos, 1994):

- het relatief hoog eigen verbruik van de afvalverbrandingsinstallatie;
- de grote luchtvermaat om voldoende uitbrand te verzekeren;
- de hoge rookgasuittreedtemperatuur om corrosie te beperken;
- de warmteverliezen met de slakken.

Daarnaast is ook de noodzaak tot beperking van de stoomtemperatuur om hoge temperatuurscorrosie te vermijden van belang.

Voor de energieopwekking bij een afvalverbrandingsinstallatie kan gekozen worden voor productie van uitsluitend elektriciteit of warmte (in de vorm van warm water of stoom). Bij toepassing van warmte-krachtkoppeling wordt elektriciteit opgewekt en wordt bovendien de restwarmte na de elektriciteitsopwekking (condensatiewarmte) voor een deel benut. Om warmte van een voldoende hoog niveau te verkrijgen zal het rendement van de elektriciteitsopwekking in geval van warmte-krachtkoppeling lager liggen dan wanneer alleen elektriciteit wordt opgewekt.

### **Kosten**

De netto-kosten voor afvalverbranding in een roosteroven worden geschat op 3.150 tot 4.050 BEF/ton (Witteveen + Bos, 1994). Indaver geeft een kostprijs van 13.000 BEF/ton droge stof op, wat bij een droge stofgehalte van 25 % overeenkomt met 3.250 BEF/ton slib.

### **Technische problemen**

Bij het meeverbranden van slib in een roosteroven worden problemen ondervonden om een goede uitbrand van het slib te bekomen (zie Proces- en installatiebeschrijving). Bij meeverbranden van gedroogd slib wordt in het algemeen een betere uitbrand bekomen dan bij meeverbranden van ontwaterd slib. Bij meeverbranden van gedroogd slib bestaat echter meer kans op roosterdoorval en op extra stofbelasting in de rookgassen, zeker wanneer het slib een poedervormige structuur heeft.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De maatschappelijke acceptatie van verbrandingsinstallaties in Vlaanderen is beperkt.

Het meeverbranden van slib in bestaande roosterovens betekent een extra belasting voor het rooster, zodat de omzet van de afvalverbranding moet teruggeschoefd worden. Gezien de beperkte verbrandingscapaciteit is dit ongewenst.

## B9. Verbranding in een wervelbedoven

### Doel

Het doel van slibverbranding is een maximale gewichts- en volumereductie te bekomen. In een wervelbedoven kan slib autonoom (zie Technische Fiche B7 in bijlage 4) of samen met andere afvalstoffen verbrand worden.

### Proces- en installatiebeschrijving

Bij wervelbedverbranding wordt het materiaal in een turbulent zandbed verbrand. Door inblazen van lucht onderin de zandlaag, gedraagt deze zich zoals een vloeistof. Door de grote turbulentie en de warmtecapaciteit van het bedmateriaal wordt een zeer goede warmteoverdracht gerealiseerd. Dit resulteert in een goede uitbrandkwaliteit. De hoeveelheid ingeblazen lucht kan variëren van een onderstoichiometrische hoeveelheid tot een kleine overmaat. De temperatuur in het bed ligt tussen 600 °C en 850 °C. Volledige verbranding vindt plaats door injectie van secundaire lucht boven het bed. Door controle van de hoeveelheid secundaire lucht wordt aan de wettelijke vereisten (temperatuur, zuurstofovermaat) voldaan.

Fijne as en vliegashoudstof wordt met de lucht/rookgasstroom meegevoerd. Bodemassen bezinken en worden afgescheiden van het zand door zeping op continue of discontinue wijze. Voor de rookgasreiniging komen in principe dezelfde technieken in aanmerking als bij verbranding in een roosteroven (zie Technische Fiche B8 in bijlage 4).

Afhankelijk van de luchtsnelheid en manier van inblazen kunnen verschillende regimes en wervelbedtypes onderscheiden worden.

#### – *bubbling bed*

Bij lage luchtsnelheid heeft het wervelbed de vorm van een kokende vloeistof. Luchtbellen stijgen op in de zandmassa en spatten open aan het zandoppervlak. Het zand valt terug in het bed.

#### – *intern roterend wervelbed*

Door variatie van de luchtsnelheid in het centrum en aan de buitenkant van het bed, wordt een intern transport van zand veroorzaakt. Het bedmateriaal wordt in het midden opgestuwd en daalt aan de zijkant. Assen en zand worden aan de zijkant afgevoerd voor afzeving. Het zand wordt terug naar het bed gevoerd.

#### – *circulerend wervelbed (CFB)*

Bij hoge luchtsnelheid wordt het zand uit het bed getransporteerd. Met behulp van een cycloon wordt het zand afgescheiden en teruggevoerd. Op die manier wordt in plaats van een zandbed een zandwolk gecreëerd met permanente terugvoer van het zand. De cycloon wordt in de zandreactor (intern) of buiten de zandreactor (extern) opgesteld. Door variatie van de luchtsnelheid wordt de dichtheid van de zandwolk gecontroleerd. Het circulerend wervelbed kent een breed toepassingsgebied in industriële processen en elektriciteitsproductie (verbranding van kolen, turf,...).

De warmtecapaciteit van bubbling en intern roterende wervelbedden wordt beperkt door het risico op smelten van het zand. De temperatuur in het bed moet < 900 °C blijven. Voor brandstoffen met hoge calorische waarde (> 14 MJ/kg) kunnen maatregelen genomen worden om de warmte-afvoer te verhogen (b.v. geïntegreerde ketel in de wand, pijpen in het bed).



Indien de temperatuur te hoog dreigt op te lopen moet water geïnjecteerd worden. De thermische capaciteit van een CFB wordt vergroot door sturing van de dichtheid van de zandwolk. Hierdoor is het mogelijk brandstoffen met calorische waarde tot 30 MJ/kg te verbranden. Anderzijds is het CFB meer gevoelig aan het voorkomen van smeltpuntverlagende componenten (Na-zouten, polyesterresten, glasvezel gewapend kunststof), waardoor het zand sintert.

Algemeen vormt een wervelbed een goed controleerbare reactor met snelle responstijd. Hierdoor kan een stabiele thermische werking worden bekomen, zij het met variabel rookgasvolume. Deze stabiele werking heeft voordelen op vlak van NO<sub>x</sub>-productie (lager niveau, beter controle) en -reductie (stabiele en efficiënte werking van SNCR mogelijk). De grote warmte-inhoud van het wervelbed maakt het mogelijk om na een periode van stilstand van enige uren tot een dag weer snel in bedrijf te komen. De temperatuur is fijner regelbaar in een wervelbed dan in een roosteroven. Dit is vanwege het risico op sintering ook een noodzaak.

### **Bestaande installaties**

Aquafin beschikt over een wervelbedoven voor autonome slibverbranding op de RWZI Brugge (zie Technische Fiche C6 in bijlage 5). Deze installatie heeft momenteel een verbrandingscapaciteit van 14.000 ton droge stof per jaar. Na renovatie zou deze capaciteit worden opgetrokken tot 20.000 ton droge stof per jaar.

Een vergunningsaanvraag werd ingediend voor constructie van een circulerend wervelbed voor verwerking van slib en hoger calorisch afval (rel. verhouding 50/50, energie-inhoud van het mengsel 9 MJ/kg) in de Gentse kanaalzone (Milieupark Gent). Deze werd echter in beroep door de betrokken minister geweigerd nadat de bestendige deputatie in eerste aanleg wel een vergunning verleend had. Momenteel wordt de bouw van een analoge installatie te Beveren overwogen.

### **Verwerkbare materialen**

In een wervelbedinstallatie kan ontwaterd slib worden verbrand, al dan niet in combinatie met andere (hoog-calorische) afvalstoffen. Ook verbranding van gedroogd slib mogelijk, b.v. samen met ontwaterd slib (zie hoogrendementssystemen voor slibverbranding in Technische Fiche B7 in bijlage 4).

### **Eindmaterialen**

Bij de verbranding worden bodem- en vliegassen gevormd. Indien hiervoor geen toepassing als secundaire grondstof gevonden wordt, dienen deze gestort te worden.

In vergelijking met verbranding in een roosteroven worden bij verbranding in een wervelbed meer vliegassen en minder slakken geproduceerd.

### **Emissies**

De emissievoorwaarden voor inrichtingen voor de verbranding van afvalstoffen worden vastgelegd in Artikel 5.2.3 van Vlarem II (paragraaf 2.3.2.2). Overeenkomstig de Europese Richtlijn betreffende de verbranding van afvalstoffen wordt in de toekomst een verstrenging van de emissievoorwaarden verwacht (zie paragraaf 2.3.5).

Met uitzondering van de NO<sub>x</sub> emissies, die lager zijn bij wervelbedverbranding, worden bij verbranding in een wervelbedoven gelijkaardige emissies verwacht als bij verbranding in een roosteroven. Ook kunnen gelijkaardige emissiebeperkende maatregelen worden toegepast.

Voor installaties die uitsluitend slib verwerken kan verwacht worden dat de emissie voor rookgasreiniging zullen afwijken van die van installaties die gemengde afvalstoffen verwerken. Verbranding van slib geeft in vergelijking met verbranding van huisvuil en niet-gevaarlijke afvalstoffen in het algemeen b.v. aanleiding tot hogere SO<sub>x</sub> en stofemissies. NO<sub>x</sub>, Cl<sup>-</sup> en F<sup>-</sup> emissies zijn daarentegen meestal lager bij verbranding van slib dan bij verbranding van huisvuil.

### **Energiegebruik**

Wanneer uitsluitend slib verbrand wordt, is meestal een voordrooginstallatie noodzakelijk om de verbranding autotherm te laten verlopen (zie Technische Fiche B7 in bijlage 4). Indien geen voordroging geschiedt, is meestal steunbrandstof nodig om de thermische balans van het verbrandingsproces op peil te houden. Deze steunbrandstof kan bestaan uit klassieke brandstoffen (steenkool), doch ook hoog-calorische afvalstoffen kunnen als steunbrandstof fungeren.

### **Kosten**

De kostprijs voor wervelbedverbranding is van dezelfde grootte-orde als voor verbranding in een roosteroven en is in belangrijke mate afhankelijk van de capaciteit van de installatie (Bron: Indaver).

### **Technische problemen**

Bij verbranden in een wervelbedinstallatie worden in vergelijking met verbranding in een roosteroven minder problemen verwacht in verband met onvolledige uitbrand. Voor installaties die grote hoeveelheden slib verwerken moet wel rekening gehouden worden met het risico op corrosie. Ook is een wervelbedinstallatie in vergelijking met een roosteroven meer onderhevig aan slijtage omwille van het schurend effect van het zand.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De maatschappelijke acceptatie van verbrandingsinstallaties in Vlaanderen is beperkt.

## **B10. Natte oxidatie**

### **Doel**

Het doel van natte oxidatie is een gewichts- en volumereductie te bekomen door de organische stof in het slib te oxideren. Toxische componenten en pathogenen worden vernietigd. Er bestaat de mogelijkheid om energie terug te winnen.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

Natte oxidatie is een proces waarbij in water opgeloste of zwevende stoffen worden geoxideerd bij hoge temperatuur (180 – 374 °C) en druk (40 – 250 bar) in de waterfase door toevoeging van zuurstof. Hierbij worden organische stoffen geoxideerd tot CO<sub>2</sub>, water en eenvoudige organische verbindingen zoals azijnzuur. Organische stikstofcomponenten worden omgezet in ammoniak. In sommige gevallen wordt gebruik gemaakt van katalysatoren (b.v. op basis van ijzer of koper) om het oxidatieproces te bevorderen.

Het proceswater dat uit de reactor vrijkomt bevat een asrest die door indikking en ontwatering wordt afgescheiden. Het resterende effluent is beladen met o.a. azijnzuur en ammoniak, en dient verder gezuiverd te worden alvorens het kan geloosd worden.

De installaties waarin natte oxidatie wordt uitgevoerd kunnen op verschillende manieren uitgevoerd zijn. Zij bestaan typisch uit een hoge druk pomp, een warmtewisselaar, een reactor, en een installatie om de reactieproducten te scheiden en te behandelen. Eén mogelijke uitvoeringswijze is een ondergrondse buisvormige reactor zoals deze die gebruikt wordt door Vartech in Nederland (zie Technische Fiche C11 in bijlage 5).

### **Bestaande installaties**

Natte oxidatie wordt niet toegepast in Vlaanderen. In Europa bestaat er een klein tental installaties, waarvan de meeste afvalstromen uit de chemische en/of farmaceutische industrie verwerken (Debellefontaine, 2000). In Nederland wordt de techniek toegepast voor de verwerking van zuiveringsslib door het bedrijf Vartech (zie Technische Fiche C11 in bijlage 5). In Frankrijk werd in 1998 een demonstratie installatie voor natte oxidatie van slib opgestart in Toulouse.

### **Verwerkbare materialen**

Natte oxidatie wordt toegepast op ingedikt slib met een droge stofgehalte van circa 5 %.

### **Eindmaterialen**

Bij natte oxidatie wordt een asrest bekomen die dient te worden gestort. De asrest bevat het grootste gedeelte van het asgehalte van het slib, alsook een grote fractie van het in het slib aanwezige fosfor.

### **Emissies**

De vloeibare afvalstroom die gevormd wordt bij natte oxidatie is beladen met o.a. azijnzuur en ammoniak, en dient verder gezuiverd te worden vooraleer hij kan worden geloosd.

De afgassen bevatten organische stoffen en dienen te worden naverbrand. Zij bevatten nagenoeg geen stofdeeltjes wegens de natte aard van het proces. Ook de hoeveelheid NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> en HCl is beperkt, aangezien in het oxidatieproces N-, S- en Cl-verbindingen grotendeels worden omgezet in wateroplosbare vormen (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> en Cl<sup>-</sup>) en dus in het proceswater terecht komen.

**Energiegebruik**

Bij de opstart van de installatie is warmte nodig om de initiële bedrijfstemperatuur van 180 °C te bereiken. Tijdens normaal bedrijf komt warmte vrij tengevolge van het exotherme aard van het proces. De bij het proces vrijkomende warmte (circa 13 m<sup>3</sup> koelwater onder druk bij 250 °C per uur) kan worden benut in een lagedrukstoomturbine, waarbij met een generator elektrische energie wordt geproduceerd.

Er dient rekening mee gehouden te worden dat de aanmaak van zuurstof veel energie vergt.

**Kosten**

Natte oxidatie vergt hoge investerings- en operationele kosten, o.a. als gevolg van de storkosten voor het vaste residu. Wegens de hoge investeringskost is natte oxidatie niet geschikt voor kleinschalige slibverwerking.

**Technische problemen**

Natte oxidatie is vrij gevoelig aan technische problemen (lekken, corrosie en verstoppingen).

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

In Vlaanderen bestaat tot op heden geen ervaring met het natte oxidatieproces.

## B11. Pyrolyse

### Doel

Pyrolyse heeft tot doel het volume van te storten of verder te verwerken reststromen maximaal te reduceren en energiehoudende materialen te produceren.

### Proces- en installatiebeschrijving

Pyrolyse is een thermisch proces waarbij organisch materiaal in afwezigheid van zuurstof wordt omgezet in een mengsel van gasvormige producten, pyrolyse olie en een koolrest. De relatieve verhouding van de gevormde producten is functie van de werkingscondities, o.a. temperatuur en verblijftijd. In vergelijking met vergassing wordt pyrolyse uitgevoerd bij lagere temperaturen (400 – 800°C). Eén van de verst ontwikkelde en meest belovende technologieën voor pyrolyse van slib is het zogenaamde Enersludge proces (zie Bestaande Installaties).

#### *Enersludge technologie* (Juniper, 2000)

Het Enersludge proces is gebaseerd op een technologie die oorspronkelijk ontwikkeld werd aan de universiteit van Tübingen in Duitsland, en vervolgens in Australië en Canada werd opgeschaald tot pilootinstallaties met een capaciteit van 1 ton/dag. De wereldwijde rechten van de technologie zijn in handen van Enersludge Inc., een dochterbedrijf van Environmental Solutions International (ESI) en SNC Lavalin. Een eerste commerciële installatie werd recent in bedrijf genomen op de RWZI van Perth, Australië.

In het Enersludge proces wordt zuiveringsslib in afwezigheid van zuurstof thermochemisch omgezet in bio-olie, teer, synthesegas en water. De omzetting heeft plaats in een tweedelig reactorsysteem. In de eerste reactor wordt tot 50 % van het gedroogde slib (90 – 95 % droge stof) bij een temperatuur van 450 °C vergast en wordt een koolrest geproduceerd. In de tweede reactor worden de geproduceerde gasvormige componenten in contact gebracht met de koolrest en treden diverse reacties op die o.a. aanleiding geven tot de vorming van synthesegas en bio-olie.

De laagwaardige pyrolyseproducten (koolrest, synthesegas en water) worden verbrand in een wervelbedbrander. Hierbij worden hete gassen geproduceerd die de pyrolysereactoren van de nodige energie voorzien. De hete gassen worden tevens gebruikt om het te behandelen slib vooraf te drogen. De slibdroogsinstallatie is volledig geïntegreerd in het Enersludge proces.

### Bestaande installaties

In een recent overzicht van de technologieën voor vergassing en pyrolyse van afval (Juniper 2000), werden 2 technologieën geïdentificeerd die zich specifiek (doch niet noodzakelijk uitsluitend) richten op de pyrolyse van zuiveringsslib:

Technologie	Verwerkte afvalstoffen	Ontwikkelingsstatus
ESI: Enersludge, Australië	zuiveringsslib	1 commerciële installatie (25 ton DS/dag) op de RWZI te Perth, Australië, op te starten in 2000
Traidec: TDV proces, F	diverse industriële afvalstromen, zuiveringsslib en andere biologische afvalstromen	kleinschalige demonstratie-installatie (600 kg/uur)

Alhoewel met name de Enersludge technologie op de drempel van de commercialisering staat, heeft volgens de Juniper studie geen van beide technieken een ‘volledig commercieel’ ontwikkelingsniveau bereikt. Het criterium dat in de studie gehanteerd wordt om een technologie als ‘volledig commercieel’ ontwikkeld te beschouwen is dat meerdere industriële installaties bij meer dan één klant gedurende een periode van minstens twee jaar op een bevredigende wijze moeten gewerkt hebben (Juniper, 2000). Ook van de overige pyrolysetechnieken die in de Juniper-studie behandeld worden maar die zich tot andere afvalstromen dan zuiveringsslib richten, is er volgens Juniper niet één tot op een volledig commercieel niveau ontwikkeld.

### **Verwerkbare materialen**

Voor pyrolyse dient het zuiveringsslib normaliter vooraf gedroogd te zijn. In het Enersludge proces is een droger voorzien die gebruik maakt van warmte die gegeneerd wordt door verbranding van de reactieproducten (syngas en teer) die vrijkomen bij het pyrolyseproces.

### **Eindmaterialen**

Bij pyrolyse worden een olie, gasvormige producten, en een koolrest als reactieproducten bekomen. De hoeveelheid, aard en bestemming van deze producten is afhankelijk van de gebruikte technologie.

#### *Enersludge technologie*

De typische samenstelling van de producten van het Enersludge wordt gegeven in onderstaande tabel (Juniper, 2000):

Product	Niet-vergist zuiveringsslib		Vergist zuiveringsslib	
	Opbrengst (%)	% van de slibenergie	Opbrengst (%)	% van de slibenergie
Bio-olie	30	60	20	50
Koolrest	50	32	60	41
Synthesegas	10	5	10	6
Water	10	3	10	3

De laagwaardige pyrolyseproducten (koolrest, synthesegas en water) worden verbrand met de bedoeling energie te genereren voor de pyrolysereactoren en de droger. Bij de verbranding blijft een finale asrest over.

De koolrest zou tevens kunnen worden coverband in een cementoven of worden omgevormd tot actieve kool.

De pyrolyse olie zou volgens ESI gelijkaardige eigenschappen hebben als diesel, en zou kunnen verbrand worden in een dieselmotor om elektriciteit te produceren.

### **Emissies**

#### *Enersludge technologie*

Voor de Enersludge technologie zijn emissiemetingen op de pilootinstallatie beschikbaar.

Deze zijn samengevat in onderstaande tabel (Juniper, 2000).

Stof	< 10 mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	< 40 mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	< 150 mg/Nm <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> S	< 5 mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	< 10 mg/Nm <sup>3</sup>
CO	< 50 mg/Nm <sup>3</sup>
Hg	< 0,01 mg/Nm <sup>3</sup>
Cd	< 0,01 mg/Nm <sup>3</sup>
PCDD/PCDF	< 0,1 ng TEQ/Nm <sup>3</sup>

Naar verluid zou de Enersludge reactor zich lenen tot katalytische reductieve dehalogenatie. Hierdoor zouden organische chloorhoudende componenten die aanwezig zijn in het slib afgebroken worden, zodat de emissies van dioxines en furanen beperkt blijven. Koper en aluminosilicaten in het slib zouden hierbij als katalysator optreden.

Niet vluchtige zware metalen in het slib worden volgens ESI geïmmobiliseerd in de koolrest en zouden weinig uitloogbaar zijn. Arseen en kwik worden verdeeld over de vier producten van de reactor en moeten door een gepaste rookgasreiniging verwijderd worden uit de rookgassen van de hete gasgenerator.

### **Energiegebruik**

Bij pyrolyse worden energetisch waardevolle producten gevormd (zie Eindmaterialen). Deze kunnen worden ingezet voor de eigen energievoorziening van het proces. Het surplus kan als brandstof verkocht worden.

### **Kosten**

De investeringskosten voor het Enersludge proces worden geschat op 1.100 tot 1.300 US\$ per ton geïnstalleerde jaarlijkse verwerkingscapaciteit (Juniper, 2000). Voor een installatie met een verwerkingscapaciteit van 9.000 ton/jaar geeft dit een investeringskost van 9.900.000 tot 11.700.000 US\$, of 396.000.000 tot 468.000.000 BEF.

De werkingskosten zijn in vergelijking met de investeringskost laag en worden geschat op 40 tot 50 US\$ per ton (Juniper, 2000) of 1.600 tot 2.000 BEF per ton.

Tegenover de kostprijs van de installatie staan inkomsten tengevolge van de verkoop van de geproduceerde pyrolyse olie.

### **Technische problemen**

Er is geen informatie over technische problemen beschikbaar.

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

Vlaanderen beschikt momenteel niet over commerciële pyrolyse installaties die slib verwerken.

## B12. Vergassing

### Doel

Vergassing heeft tot doel het volume van te storten of verder te verwerken reststromen maximaal te reduceren en tegelijk energiehoudende producten te produceren.

### Proces- en installatiebeschrijving

Vergassing is een partieel oxidatieproces waarbij organisch materiaal wordt omgevormd tot een mengsel van gasvormige energiehoudende producten, met name koolstofmonoxide, koolstofdioxide, waterstof, methaan, stikstof en een kleine hoeveelheid hogere koolwaterstoffen. Vergassing wordt uitgevoerd in aanwezigheid van een ondermaat lucht of zuurstof. Ook stoom kan gebruikt worden als vergassingsmedium. De geproduceerde gassen kunnen ofwel gebruikt worden als chemische feedstock ('synthesegas') of als energiebron ('stookgas'). Naast de gasvormige producten blijft een koolrest over.

Vergassingsprocessen kunnen sterk variëren van het ene procédé tot het andere. Zowel vast-bed als wervelbedreactoren kunnen gebruikt worden. Gemeenschappelijk is wel dat vergassing wordt uitgevoerd bij relatief hoge temperaturen: 900 – 1100 °C bij gebruik van lucht en 1000 – 1400 °C bij gebruik van zuurstof.

### Bestaande installaties

In een recent overzicht van de technologieën voor vergassing en pyrolyse van afval (Juniper 2000), werden 7 technologieën geïdentificeerd die zich specifiek (doch niet noodzakelijk uitsluitend) richten op de vergassing van zuiveringsslib:

Technologie	Verwerkte afvalstoffen	Ontwikkelingsstatus
Brightstar Synfuels, USA	zagemeel en stof van triplexproductie, houtschors en houtspaanders, slib van pulp- en papierfabrieken, rijstpellen, afval van suikerriet, zuiveringsslib	kleinschalige demonstratie-installatie (680 kg/uur) te Baton Rouge, Louisiana, bouwjaar 1996
Lurgi, D en British Gas, UK: BGL vergassing (vast bed) <sup>123</sup>	kunststoffen, zuiveringsslib, rubber, versnipperde autowrakken, gecontamineerd hout, verfresidu's, gemengd huishoudelijk afval	1 commerciële installatie (30 ton/uur) bij SVZ (Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum), voormalig Oost-Duitsland, operationeel sinds 1997
Lurgi, D: LR vergasser (wervelbed) <sup>123</sup>	gedroogd zuiveringsslib	in ontwerp
PKA, D: Coras-H vergassing	ontwaterd zuiveringsslib (20 – 40 % droge stof)	demonstratie-installatie te Aalen, D (verwerkt gemengd afval), 1e commerciële installatie (1,6 ton/uur) te Freiburg in bestelling
UET, D: Carbo-V proces	zuiveringsslib, ander	pilootinstallatie te Freiburg,

<sup>123</sup> Lurgi zou voor slibverwerking eerder wervelbedverbranding- dan vergassingstechnologie aanbieden (Juniper, 2000).



	biologisch afval	D, operationeel sinds 1998, offertes lopende voor 1e commerciële installatie
Waste Gas Technology, UK	zuiveringsslib, biomassa	demonstratie-installatie (500 kg/uur) op een RWZI in de UK
Waste to Energy, UK	hout, turf, biomassa, kolen, RDF, pluimveemest, zuiveringsslib, ziekenhuisafval	pilootinstallatie

Alhoewel een aantal van deze technieken op de drempel van de commercialisering staan, heeft volgens de Juniper studie geen van hen een ‘volledig commercieel’ ontwikkelingsniveau bereikt. Het criterium dat in de studie gehanteerd wordt om een technologie als ‘volledig commercieel’ ontwikkeld te beschouwen is dat meerdere industriële installaties bij meer dan één klant gedurende een periode van minstens twee jaar op een bevredigende wijze moeten gewerkt hebben (Juniper, 2000). Een 5-tal vergassingstechnologieën zijn volgens de studie wel tot op een volledig commercieel niveau ontwikkeld, doch deze richten zich niet tot de vergassing van zuiveringsslib.

### **Verwerkbare materialen**

Voor vergassing dient het zuiveringsslib normaliter vooraf gedroogd te zijn. In een aantal vergassingsinstallaties (b.v. Coras-H) is een slibdroger voorzien, zodat ook ontwaterd slib kan verwerkt worden.

### **Eindmaterialen**

Bij vergassing wordt een gas gevormd dat kan benut worden voor energieproductie of als bron voor chemische syntheses.

Na vergassing blijft een koolrest over. Deze koolrest kan verbrand worden. Bij sommige vergassingstechnieken wordt deze koolrest verglaasd.

### **Emissies**

De emissies ten gevolge van het vergassingsproces zijn lager dan deze van verbranding.

### **Energiegebruik**

Bij vergassing worden energetisch waardevolle producten gevormd (zie Eindmaterialen).

Indien de vergassing wordt uitgevoerd met zuurstof, dient er rekening mee gehouden te worden dat de aanmaak van zuurstof veel energie vergt.

### **Kosten**

### **Technische problemen**

### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

Vlaanderen beschikt momenteel niet over commerciële vergassingsinstallaties die slib verwerken.

## B13. Verglazing

### Doel

Verglazing heeft tot doel het volume van het slib maximaal te reduceren en een eindproduct te bekomen dat geschikt is voor nuttige toepassing.

### Proces- en installatiebeschrijving

Verglazing is een thermisch proces dat plaats heeft bij temperaturen van 1.100 tot 1.500 °C. De organische fractie van het uitgangsmateriaal wordt verbrand en de anorganische fractie wordt tot smelten gebracht. Het smeltproces zelf kan in speciale reactoren gelijktijdig of separaat met de verbranding plaatsvinden. Door de smelt vervolgens af te koelen aan de lucht of met water ontstaat een glasachtig of een basaltachtig granulaat en treedt er een immobilisatie van de verontreinigingen, met name niet-vluchtige zware metalen, in de slak op.

De smeltreactoren kunnen opgedeeld worden in verschillende types (K. Rogister, 1994):

#### - *het cokes-bed smeltproces*

Een cokes-bedsmeltoven is te vergelijken met een hoogoven en is uitgevoerd als een verticale cylinder. Ontwaterd en (gedeeltelijk) gedroogd slib (droge stofgehalte 40 tot 50 %) wordt om beurt met cokes in een verhouding 2 : 1 (slib droge stof : cokes) via een doseerbuis in de oven gebracht. De verbrandingslucht wordt langs de onderkant van de installatie ingevoerd. De vloeibare slak wordt onderaan de installatie afgetapt en afgekoeld tot glas of basalt.

#### - *de dubbele cilinder-techniek*

De oven van de dubbele cilinder-techniek is opgebouwd uit twee concentrische cilinders. Eén van deze cilinders kan langzaam om zijn as draaien. Het te smelten materiaal wordt tussen de ruimte van de twee cilinders gebracht. Nadat dit traag toegevoegd slib in de binnenste cilinder door een brander (bovenaan in de cilinder) verbrand en gesmolten wordt, stroomt de hete agressieve vloeibare smelt naar beneden, en wordt in een afkoelbad opgevangen.

#### - *cycloontechneken (zgn. Vortex-reactoren)*

Bij deze technieken wordt het gedroogde en fijnverdeelde slib samen met de verbrandingslucht in een roterende beweging tangentieel in de reactor (cilindervormige oven) gebracht. Door het tangentieel inbrengen van het slib ontstaat een Vortex-beweging: het verbrande en smeltende slib verplaatst zich spiraalsgewijs door de cilinder. Het speciale spiraalvormige stromingsprofiel dient om de verblijftijd van het slib in de verbrandingskamer zo lang mogelijk te houden. De smelt wordt onderaan de reactor afgetapt en afgekoeld tot glas of basalt.

Bij de cycloontechneken kan verder onderscheid gemaakt worden tussen enkelvoudige smeltcyclonen, waarbij het gedroogde slib in één enkele stap wordt verbrand en verglaasd, en dubbele smeltcyclonen, waarbij het slib eerst verbrand wordt in een wervelbedoven en vervolgens wordt gesmolten in een cycloon (onder toevoeging van energie).

#### - *de smeltoventechneik*

Na verbranding van het zuiveringsslib in b.v. een wervelbedoven, worden de bekomen vliegassen in een smeltbad gebracht waarin ze door middel van elektriciteit tot smelten worden gebracht. Door deze smelt voldoende lang op temperatuur te houden, treedt een fractionering op en worden twee verschillende lagen gevormd: een smeltproductlaag

(voornamelijk silicaten) en een sedimentlaag (Fe en Cu). Deze lagen kunnen afzonderlijk uit de oven worden afgescheiden.

- *het MACS proces*

De afkorting MACS staat voor *Melting After Carbonizing Sludge*. Het slib wordt eerst onder reducerende omstandigheden in een wervelbedoven verbrand (gepyroliseerd). Met behulp van een stofcyclus worden de pyrolyseassen afgevangen en in een verticaal opgestelde smeltoven gevoerd.

### **Bestaande installaties**

Slibverglazing wordt toegepast in Japan, waar de firma TSK de marktleider is. Het cokes-bed smeltproces wordt er reeds jaren op grote schaal toegepast, vooral op plaatsen waar veel cokes aanwezig zijn. Daarnaast zijn ook diverse smeltcyclonen (Vortex) in gebruik. Een beperkt aantal installaties maakt gebruik van een smeltoven of van het MACS proces (K. Rogister, 1994).

In Europa zijn geen toepassingen van slibverglazing gekend. In Nederland werd in 1998 de Nederlandse Slibverglazings Maatschappij (NSM) opgericht. NSM stelt zich als doel de haalbaarheid van slibverglazing in Nederland aan te tonen, en een installatie te bouwen. NSM opteert hierbij voor de Vortex-technologie van TSK (P. Krebbeks, 1999). Tot op heden is de firma er niet in geslaagd een opdracht voor de bouw van een verglazingsinstallatie in Nederland te verwerven.

### **Verwerkbaar materialen**

Als uitgangsmateriaal voor het slibverglazingsproces kan zowel ontwaterd, gedroogd, vergast als verbrand slib gebruikt worden. Het slib moet wel vooraleer het aan de reactor toegevoerd wordt, gedroogd, gemengd, en indien nodig vermalen worden. Het slib kan ook als een verbrande as aan de slibverglazingsreactor toegevoerd worden. Afhankelijk van de aard van het slib moet kalk of zand toegevoegd worden (K. Rogister, 1994).

Het smeltproces met behulp van cycloontechnieken is erg gevoelig voor variaties in de slibsamenstelling. Er worden daarom hoge eisen gesteld aan de menging en de verkleining van het influentslib in de oven.

### **Eindmaterialen**

Bij het verglazingsproces wordt een glasachtig materiaal gevormd waarin verontreinigingen, met name niet-vluchtige zware metalen, geïmmobiliseerd zijn. Het volume van de slak bedraagt ongeveer één derde in vergelijking met het volume dat rest na verbranding. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van de grotere dichtheid van verglaasd slib in vergelijking met verbrandingsresten.

Verglaasd slib met een geschikte samenstelling en uitlooggedrag kan een nuttige toepassing vinden als bouw materiaal, om bijvoorbeeld tegeltjes (keukentegels, vloermateriaal) te gieten, of dienen als grindvervanger in bouwstoffen, als toeslagstof bij de cementfabricage, voor ophogingen en wegverhardingen, ... Conventionele slakken zijn bros en glasachtig, en kunnen gasbellen bevatten die de fysische eigenschappen ongunstig beïnvloeden. De slakken worden daarom bij voorkeur verder thermisch opgewerkt tot kristallijne producten met hoogwaardigere materiaalkenmerken.

Naast een verglaasde slibrest worden bij slibverglazing ook vliegassen gevormd die in de rookgasreiniging worden afgevangen. Het volume vliegase bedraagt typisch 5 % van de anorganische fractie die als smeltproduct uit de oven wordt gewonnen.

### **Emissies**

Bij slibverglazing worden gelijkaardige emissies verwacht als bij slibverbranding, mits gelijkaardige rookgasreinigingsapparatuur wordt toegepast. Wel wordt door de hogere reactietemperatuur de vorming van NO<sub>x</sub> bevorderd.

### **Energiegebruik**

Daar het slibverglazingsproces plaatsvindt bij een hoge temperatuur, wordt het gekenmerkt door een hoog energieverbruik. Om ontwaterd slib met een droge stofgehalte van 25 à 30 % te smelten, is gemiddeld 10 MJ per kg droge stof aan thermische energie vereist om het ontwaterde slib te drogen en om de anorganische fractie te smelten. De benodigde energie kan gedeeltelijk beschikbaar gesteld worden door het zuiveringsslib zelf, namelijk onder vorm van de warmte die vrijgesteld wordt bij de verbranding. In welke mate nog gebruik moet gemaakt worden van hulpbrandstof, is afhankelijk van de karakteristieken van het zuiveringsslib, namelijk het vochtgehalte, het percentage organische stof en de calorische waarde, alsook door de procestemperatuur.

### **Kosten**

Volgens NSM ligt de meest economische schaalgrootte voor slibverglazing bij een verwerkingscapaciteit van 48.000 ton droge stof per jaar. De investeringsgrootte zou dan circa 150 miljoen gulden (2.746 miljoen BEF) bedragen, de verwerkingsprijs voor ontwaterd slib circa 655 gulden (11.990 BEF) per ton droge stof (P. Krebbeke, 1999).

### **Technische problemen**

#### **Toepasbaarheid in Vlaanderen**

Het cokes-bedsmeltproces is voor toepassing in Vlaanderen weinig geschikt wegens het hoge cokes-verbruik en de daarmee gepaard gaande kosten. Verglazing door middel van cycloonsmelters lijkt beter toepasbaar, doch ook hier blijft het hoge energiegebruik een knelpunt.

**BIJLAGE 5: TECHNISCHE FICHES DEEL C: SPECIFIEKE  
INSTALLATIES**

C1.	RWZI-Deurne .....	223
C2.	Slachthuis De Rese .....	225
C3.	MAV .....	226
C4.	DEC N.V., Divisie Slib (voorheen Silt).....	228
C5.	O.W.S. – DRANCO technologie .....	231
C6.	RWZI-Brugge .....	233
C7.	Sobry .....	236
C8.	Envisan .....	238
C9.	Electrabel .....	239
C10.	Rheinbraun, Duitsland .....	243
C11.	Vartech, Nederland .....	246
C12.	Cargill Foods.....	249



## C1. RWZI-Deurne

### Proces- en installatiebeschrijving

De RWZI van Deurne beschikt over 2 grote eivormige gistingstanks waarin per jaar 8.000 ton droge stof slib wordt behandeld, en een slibdroger. De slibdroger is een indirecte etagedroger die ontworpen werd door Seghers Better Technology en in 1998 werd opgestart. Hij bestaat uit 13 boven elkaar geplaatste platen waarbij het slib van plaat tot plaat verplaatst wordt via een ploegmechanisme. Als warmtemedium wordt gebruik gemaakt van thermische olie (270 °C) die zich in de holle platen bevindt. Het te drogen slib wordt op de bovenste plaat de droger binnengebracht, en het gedroogde slib verlaat de droger ter hoogte van de onderste plaat. Om aankoeken van het slib aan de platen te vermijden, wordt een recyclage van reeds gedroogd slib toegepast. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een soort coating proces, waarbij de reeds gedroogde slibkorrels als het ware een nat jasje (van niet-gedroogd slib) krijgen. De droger heeft een theoretische verdampingscapaciteit van 3.700 kg H<sub>2</sub>O per uur, of een droogcapaciteit van 10.000 ton droge stof per jaar.

Wat betreft de energievoorziening zijn de droger en de slibgistinginstallaties volledig met elkaar geïntegreerd (zie Energie).

### Verwerkte materialen

Op de RWZI van Deurne wordt zowel slib van de eigen RWZI als van 15 naburige RWZI's verwerkt. Een gedeelte van het slib (slib afkomstig uit de eigen RWZI en slib van 7 andere RWZI's die slib in vloeibare vorm aanleveren), wordt vooraf vergist in de slibgistinginstallatie, en vervolgens ontwaterd met centrifuges. Het slib dat in reeds ontwaterde vorm geleverd wordt, wordt niet vooraf vergist maar rechtstreeks gedroogd.

### Eindmaterialen

Het slib dat in de etagedroger te Deurne gedroogd werd heeft een droge stofgehalte van > 90 %. Het is korrelvormig, stofvrij en goed stockeerbaar. Het slib voldoet echter niet aan de Vlarea voorwaarden voor gebruik als brandstof in een met steenkool gestookte verbrandingsinrichting<sup>124</sup> (zie paragraaf 2.3.1.3). Het te Deurne gedroogde slib wordt momenteel voor eindverwerking afgevoerd naar de Waalse cementindustrie (zie Technische Fiche B5 in bijlage 4).

### Emissies

Bij de slibdroging komt een waterige afvalstroom vrij tengevolge van het condenseren van de droogdampen. Dit condensaatwater kent een sterke N-belasting en wordt teruggevoerd naar de RWZI.

De niet condenseerbare fractie van de droogdampen bevat vluchtige stoffen (o.a. VOC, NH<sub>3</sub>) die tijdens de slibdroging werden vrijgesteld. Deze gasstroom wordt geïnjecteerd in de brander die de droger van energie voorziet, zodat zij quasi volledig verbranden. De brander vormt dan de belangrijkste bron van luchtmissies van de drooginstallatie.

<sup>124</sup> Tijdens de voorgaande vergistingsstap wordt een gedeelte van de organische droge stof in het slib afgebroken, waardoor de concentratie van zware metalen in de droge stof relatief gezien toeneemt en in het gedroogd product tot boven de Vlarea normen uitstijgt. Zonder voorgaande vergisting zouden de metaalconcentraties normaliter onder de Vlarea normen blijven.

Om geurhinder ( $\text{NH}_3$ ) te vermijden wordt bij de installatie continu lucht afgezogen. De afgezogen lucht wordt over een biofilter gevoerd.

### **Energiegebruik**

Het energieverbruik van de etagedroger te Deurne bedraagt 3.450 tot 3.650 kJ / kg  $\text{H}_2\text{O}$ .

Als energiebron wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van biogas uit de slibvergisters. Omgekeerd wordt restwarmte van de droger (condensatie van de droogdampen) gebruikt om de vergisters op temperatuur te houden. Indien al het slib dat in de slibdroger behandeld wordt vooraf vergist zou kunnen worden, zou de biogasproductie voldoende zijn om de volledige energiebehoefte van de droger te dekken. In de praktijk kan echter een gedeelte van het te drogen slib niet vergist worden aangezien het in reeds ontwaterde vorm wordt aangeleverd. Hierdoor dekt het geproduceerde biogas slechts 70 tot 80 % van de energiebehoefte van de droger, en is een bijstook van aardgas nodig. Het aardgasverbruik bedraagt +/- 140  $\text{Nm}^3$  per ton droge stof.

### **Kosten**

Voor de slibdroger te Deurne wordt een totale kostprijs van 180 Euro (7.300 BEF) per ton droge stof als richtwaarde gegeven (W. Boncquet, 2000)

### **Technische problemen**

Het ploegmechanisme van de etagedroger is gevoelig aan slijtage.

Bij slibdroging is er steeds een potentieel gevaar op zelfontbranding en stofexplosie. Bij de etagedroger te Deurne zijn de procescondities zodanig gekozen dat het risico op zelfontbranding en explosie van het slib sterk gereduceerd wordt (preventieve maatregelen):

- vermijden van stofproductie
- vermijden van lokale hot spots
- laag  $\text{O}_2$  gehalte
- snelle afkoeling van de gedroogde korrels voor de stockage (van 90 °C tot 40 °C)
- stockage van de gedroogde korrels onder  $\text{N}_2$

Daarnaast worden ook beschermende maatregelen genomen om een eventuele brand of explosie snel te kunnen onderdrukken:

- continue opvolging van CO en andere componenten in de stockageruimtes en mogelijkheid om indien nodig snel  $\text{N}_2$  te injecteren.



## C2. Slachthuis De Rese

### Proces- en installatiebeschrijving

Slachthuis De Rese beschikt over een gistingsinstallatie waar slib van de eigen biologische waterzuivering samen met andere organische afvalstromen (zie Verwerkte materialen) wordt vergist. De gistingsinstallatie werd tegelijk met de waterzuiveringsinstallatie ontworpen en gebouwd. De installatie heeft een gistingcapaciteit van 1.000 m<sup>3</sup>.

De vergisting gebeurt onder thermofiele omstandigheden (51 °C) bij een verblijftijd van minimum 20 dagen. Het droge stofgehalte in de vergister bedraagt +/- 10 %.

### Verwerkte materialen

In de gistingsinstallatie worden samen met het slib van de eigen biologische waterzuivering ook andere afvalstromen van het slachthuis en de varkensstallen verwerkt, zoals sterk vervuild water<sup>125</sup>, lekbloed, maaginhoud, pensinhoud, mest en zagemeel. Daarnaast wordt ook koolhydraatrijk afval van externe bedrijven aangetrokken om samen met de eigen afvalstromen verwerkt te worden. In totaal is ongeveer 50 % van de verwerkte afvalstromen afkomstig van het eigen bedrijf, de overige 50 % is afkomstig van andere bedrijven.

### Eindmaterialen

Het eindmateriaal is vloeibaar en kan fungeren als bodemverterend middel. Het voldoet milieuhygiënisch aan de voorwaarden die opgelegd worden in Vlarea voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel. Aangezien het materiaal echter tot op heden niet is opgenomen in lijst van secundaire grondstoffen, werd geen gebruikscertificaat afgeleverd.

### Emissies

In de opstartperiode had de installatie te kampen met geurproblemen. Bij stabiele werking is de geurhinder echter beperkt.

### Energiegebruik

Het biogas dat vrijkomt bij de gisting wordt in een biogasmotor verbrand, met productie van elektriciteit en warmte (warmte-kracht koppeling). De geproduceerde elektriciteit wordt gebruikt in het slachthuis en de warmte wordt benut om de vergisters op temperatuur te houden. De energiebesparing door biogas bedraagt 50 liter diesequivalenten per uur.

### Kosten

De installatie heeft een investering van 50.000.000 BEF vereist (inclusief kostprijs waterzuivering).

Tegenover de kostprijs staan financiële baten tengevolge van de brandstofbesparing, de inkomsten voor de afname van afvalstromen van externe bedrijven en de verminderde afvalwaterheffing.

### Technische problemen

De installatie heeft gedurende 4 jaar te kampen gehad met sturingsproblemen. Volgens de bedrijfsleider waren de problemen niet zozeer van technische aard, maar eerder een kwestie van kennis en ervaring. Inmiddels zijn de stabiele werkingscondities gevonden, en heeft de installatie het afgelopen jaar vrijwel probleemloos gewerkt.

<sup>125</sup> licht vervuild water gaat naar de waterzuivering

### C3. MAV

#### **Proces- en installatiebeschrijving**

De firma MAV, behorend tot de groep De Nul, beschikt in Gent over een installatie voor vergisting van organische afvalstromen, waaronder zuiveringsslibs. De installatie heeft een verwerkingscapaciteit van 200.000 ton per jaar. Hiervoor zijn 4 vergisters aanwezig, met een totale vergistingscapaciteit van 12.000 m<sup>3</sup>.

Het vergistingsproces vereist een droge stofgehalte van 8-12 %. Aangezien de verwerkte afvalstromen doorgaans een droge stofgehalte hebben van 20-25 %, dienen zij voor de vergisting gesuspendeerd te worden in water. Dit gebeurt in een speciale installatie waar het voorgeplet organisch afval wordt gemengd, verwarmd tot +/- 70 °C en gesuspendeerd in water. Na afscheiding van de aanwezige anorganische en cellulose deeltjes wordt de homogene suspensie van water en organisch materiaal overgepompt naar een buffertank, waar het indien gewenst kan gemengd worden met andere vloeibare afvalstromen. Vanuit de buffertank wordt de suspensie aan een constante snelheid naar de vergisters gebracht.

De vergisters zijn opgebouwd uit twee kamers, waarvan één fungeert als nagistingskamer. Hierdoor wordt vermeden dat reeds vergist materiaal gemengd wordt met vers ingebracht materiaal, wat aanleiding zou kunnen geven tot geurhinder. Een ander voordeel van deze opbouw is dat de plotse expansie van het biogas naar de nagistingskamer tengevolge van de drukopbouw in de hoofdkamer, een goede menging van het te vergisten materiaal met zich mee brengt, wat vooral belangrijk is wanneer zich in de vergister schuim heeft opgebouwd aan de oppervlakte of bezinksel op de bodem.

De vergisting gebeurt onder mesofiele omstandigheden (35 °C) bij een verblijftijd van 21 dagen. Bij de vergisting wordt per dag 30.000 tot 40.000 m<sup>3</sup> biogas geproduceerd (zie Energie).

Na het gistingsproces wordt de vloeibare reststroom verder ingedampt en gedroogd tot > 90 % droge stof in een wervelbedinstallatie. Het verdampte water wordt door condensatie teruggewonnen en gebruikt als proceswater.

#### **Verwerkte materialen**

Volgende afvalstromen kunnen in de installatie van MAV verwerkt worden: zuiveringsslib, mest, organische industriële afvalstromen (hoofdzakelijk afkomstig van de voedingsindustrie), voorgesorteerd biologisch afval, fruit en groenten, vetafval en slachthuisafval.

#### **Eindmaterialen**

De gedroogde korrels worden volgens MAV als meststof verkocht, o.a. in derde wereld landen. Door OVAM werd alsnog geen gebruikscertificaat afgeleverd.

#### **Emissies**

Om de emissies van geurcomponenten te beperken wordt de lucht o.a. ter hoogte van de ontvangstruimtes afgezogen en door een biofilter geleid.

Over de samenstelling van het condensaat zijn geen gegevens bekend, doch er kan verwacht worden dat hierin resten van vluchtige stoffen en NH<sub>3</sub> zullen aanwezig zijn.

**Energiegebruik**

Het biogas dat vrijkomt bij de gisting bevat 65 – 75 % methaan en heeft een gemiddelde energie-inhoud van 25,2 MJ/m<sup>3</sup>. In een warmte-kracht installatie wordt uit 1 m<sup>3</sup> biogas 2,7 kWh elektriciteit en 12,2 MJ thermische energie geproduceerd. De geproduceerde warmte wordt gebruikt om de vergisters op een temperatuur van 35 °C te houden en om stoom te produceren die gebruikt wordt voor de indamp- en drooginstallatie. De elektriciteit wordt aan het publieke net gevoed.

**Kosten**

De totale kostprijs van de installatie bedroeg 850.000.000 BEF. De gemiddelde kostprijs voor de verwerking van de organische afvalstromen bedraagt +/- 1.000 BEF per ton, bij 10 % droge stof.

Tegenover deze kostprijs staan inkomsten uit de afname van de verwerkte afvalstoffen en verkoop van eindmateriaal en elektriciteit.

**Technische problemen**

De installatie heeft te kampen gehad met een reeks van opstartproblemen, en is tot nu toe nog niet gedurende een langere periode onafgebroken in werking geweest. Eén van de problemen waarvan sprake was, is sterke schuimvorming bij het indampen, waardoor de condensaatkwaliteit negatief werd beïnvloed. Recent heeft de installatie een volledige technische revisie ondergaan, waarbij met name de indamp- en drooginstallatie werd aangepast. Als alles volgens planning verloopt zal de vernieuwde installatie spoedig terug opgestart worden.

## C4. DEC N.V., Divisie Slib (voorheen Silt)

### Proces- en installatiebeschrijving

De firma DEC N.V. (voorheen Silt) heeft de licentie bekomen om het Agroviro -procédé, voorheen gekend als N-Viro procédé, uit te baten in de Benelux. Het procédé wordt onder meer toegepast op het slibrecyclagecentrum te Ruisbroek. Daarnaast verwerkt DEC N.V. ook slib dat niet voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel in aanmerking komt. In dit geval wordt het slib via een gecombineerde solidificatie en immobilisatietechniek (KIT-techniek) geconditioneerd om berging mogelijk te maken.

#### – *Agroviro procédé*

Een algemene beschrijving van het Agroviro procédé wordt gegeven in Technische Fiche A21 in bijlage 3. DEC maakt specifiek gebruikt volgende toevoegstoffen: ongebluste kalk (CaO, 5 – 10 % op droge stof basis) en SAT (specifieke alkalische toeslagstoffen op basis van 'Fines de Chaux', in plaats van het elders veel toegepaste cementovenstof). Als reden voor het gebruik van SAT wordt de hoogwaardigere kwaliteit van deze grondstof aangehaald, zoals wordt aangetoond door de chemische samenstelling:

	cementovenstof	SAT
CaO	35 %	38 %
MgO	0 %	22 %
SiO <sub>2</sub>	20 – 25 %	0,5 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5 %	0,3 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 %	0,5 %

Het mengsel wordt in een gesloten reactor gebracht, waar de temperatuur van het materiaal via een geforceerde aërobie tot 55 – 60 °C oploopt. Dit zorgt voor de noodzakelijke hygiënisering. Na verloop van tijd (1 tot 2 dagen) en met de nodige verluchting ontstaat een stabiel eindmateriaal Agroviro .

Tot voor kort werd het Agroviro materiaal door DEC aangemaakt in een proefinstallatie. Recent werd een nieuwe installatie in gebruik genomen die onder andere toelaat de dosering van toeslagstoffen beter te controleren.

#### – *solidificatie-immobilisatie (KIT-technologie)*

Zuiveringsslib dat niet geschikt is voor verwerking tot Agroviro materiaal op basis van de Vlarea wetgeving (zie Verwerkte materialen) wordt door DEC via het KIT-procédé verwerkt. Hier worden toeslagstoffen aangewend die enerzijds een solidificatie en anderzijds een immobilisatie teweeg brengen. De solidificatie heeft tot doel het droge stofgehalte te verhogen (tot 45 %) en de steekvastheid te verbeteren (> 10 kN/m<sup>2</sup>), terwijl de immobilisatie het uitlooggedrag van o.a. zware metalen en N-verbindingen dient te corrigeren. De gebruikte toeslagstoffen bestaan uit composiet materialen (cementachtig materiaal) en humusachtige en/of anorganische complexanten die voor de immobilisatie moeten zorgen. De toevoeging gebeurt in een laagenergetische menger.

### Verwerkte materialen

#### – *Agroviro procédé*

Zuiveringsslib afkomstig van zowel openbare als industriële waterzuivering kan verwerkt worden via het Agroviro procédé. Het inkomend slib heeft gemiddeld een droge stofgehalte

van 25 % (minstens 20 %). Het slib dat aanvaard wordt voor het Agroviro procédé dient wat betreft de metaalconcentraties te voldoen aan de kwaliteitseisen voor gebruik als meststof of bodemverbeterend middel zoals deze in de Vlarea regelgeving worden vastgelegd (zie paragraaf 2.3.1.2). In de praktijk wordt iedere vracht bij aanvoer getest. Volgens het gebruikscertificaat zijn voor Zn en Cu lichte overschrijdingen van de Vlarea normen in het ingaande slib toegestaan (een marge van 2x de norm voor ieder individueel slibstaal, en een marge van 1,5x de norm op jaarbasis voor elke slibstroom met partijen van dezelfde herkomst). Wat betreft de concentratie aan organische stoffen in het ingaande slib wordt een overschrijding van de Vlarea normen met een factor x toegestaan, waarbij x de factor is van afbraak van organische stoffen tijdens het proces.

– *solidificatie-immobilisatie (KIT-technologie)*

Zuiveringsslib dat niet geschikt is voor verwerking tot Agroviro materiaal wordt behandeld door het KIT proces. Het slib dient in ontwaterde vorm te worden aangeleverd.

Naast zuiveringsslib verwerkt de Slibdivisie van DEC ook baggerslib.

### **Eindmaterialen**

– *Agroviro procédé*

Het Agroviro materiaal wordt gebruikt als kalkmeststof en/of bodemverbeterend middel (zie Technische Fiche B1 in bijlage 4). Vanwege het ministerie van landbouw werd een ontheffing verleend voor het materiaal als organo-mineraal bodemverbeterend middel. Ook beschikt het materiaal over een fyto-sanitair certificaat voor uitvoer.

– *solidificatie-immobilisatie (KIT-technologie)*

Het gesolidificeerd slib wordt afgevoerd naar de mono-stortplaats Silvamo te Kortemark.

### **Emissies**

Bij de manipulatie van zuiveringsslib bij DEC komen geurcomponenten (organische stoffen, NH<sub>3</sub>) vrij. Het bedrijf heeft veel inspanningen gedaan om de geurhinder beperkt te houden en om te voldoen aan de opgelegde geurnorm: de installatie van DEC te Ruisbroek mag ter hoogte van de dichtstbijzijnde woonbebouwing maximaal gedurende 2 % van de tijd detecteerbaar zijn (op basis van geur). Dit is de 98 percentiel norm voor 1 geureenheid. Hiervoor werd een reductie van 80 % van de emissie van geurcomponenten bereikt. Om de reductie te bereiken werden 2 biofilters en 2 gaswassers geïnstalleerd die de afgezogen lucht reinigen. Totaal geïnstalleerde capaciteit van de installatie is 160.000 m<sup>3</sup> per uur. Verder wordt veel aandacht besteed aan netheid van het terrein, afsluiten van opslag- en manipulatieplaatsen, afdekking van in- en uitgaand transport, scheiding van transporten, enz.

Het afvalwater van de gaswasinstallatie wordt samen met andere afvalwaters gezuiverd in een eigen afvalwaterzuiveringsinstallatie.

### **Energiegebruik**

Het energiegebruik voor het Agroviro procédé en het KIT proces is beperkt. Het energiegebruik voor de luchtbehandeling is vergelijkbaar voor beide processen.

### **Kosten**

– *Agroviro procédé*

De kostprijs voor behandeling via het Agroviro procédé bedraagt 2.500 tot 3.500 BEF per ton slib. In deze kostprijs zijn de kosten voor kwaliteitsopvolging en bodemanalyse bij de

eindgebruiker inbegrepen. Tegenover de kostprijs staan de inkomsten die bekomen worden uit de verkoop van het Agroviro materiaal.

– *solidificatie-immobilisatie (KIT-technologie)*

De kostprijs voor de solidificatie-immobilisatie bedraagt 1.500 tot 2.000 BEF per ton slib (exclusief storkosten en milieuheffing).

### **Technische problemen**

Er werd geen melding gemaakt van technische problemen.

## C5. O.W.S. – DRANCO technologie

### **Proces- en installatiebeschrijving**

O.W.S. (Organic Waste Systems N.V.), een Belgisch bedrijf gesticht in 1988, ontwikkelde en bezit de gepatenteerde DRANCO technologie, bestaande uit het DRANCO proces (Dry Anaërobie Conversion) en het DRANCO-SEP proces. Deze technologie zet organisch afval door droge vergisting om in biogas en een stabiele compost, Humotex genaamd. De organische afvalstromen die in aanmerking komen voor verwerking door de DRANCO technologie zijn:

- GFT-afval
- de organische fractie van gemengd afval, bekomen door mechanische scheiding
- ontwaterd slib
- andere organische afvalstromen, inclusief niet-recycleerbaar papier, industrieel organisch afval, marktafval, enz.

Het DRANCO proces omvat een thermofiele anaërobe vergistingsfase, gevolgd door een korte aërobe composteringsfase. Gedurende de anaërobe vergisting wordt het organisch materiaal omgezet in biogas. Dit proces grijpt plaats in een gesloten fermentor. Het droge stofgehalte in de fermentor varieert van 15 tot 40 % naargelang het aangevoerde afval.

Voor marktafval en zuiver voedselafval werd het DRANCO-SEP proces ontwikkeld, dat functioneert volgens dezelfde principes als het DRANCO proces, maar aangepast is voor een bedrijfsvoering tussen 5 en 20 % droge stof.

Het vergiste materiaal uit de fermentor wordt ontwaterd tot 50 % droge stof, en wordt dan aëroob gestabiliseerd gedurende twee weken. Deze nacompostering heeft een verdere stabilisatie tot doel van de componenten die onder anaërobe condities niet verder kunnen afbreken.

In Vlaanderen zijn 2 DRANCO installaties operationeel: een pilootinstallatie te Gent en een industriële installatie te Brecht. Wereldwijd zijn nog een tiental DRANCO installaties in gebruik.

### **Verwerkte materialen**

De installatie te Gent verwerkt gemengd huisvuil en GFT-afval, de installatie te Brecht GFT-afval aangevuld met niet recycleerbaar papier. Geen van beide installaties verwerkt zuiverings-slib. De DRANCO installatie te Bassum (Duitsland), operationeel sinds 1997, heeft wel de optie om jaarlijks samen met 11.000 ton grijs afval 2.500 ton slib te verwerken.

### **Eindmaterialen**

Het eindmateriaal ('Humotex') wordt gebruikt als bodemverbeterend middel.

### **Emissies**

Bij de ontwatering komt perswater vrij. In de installatie te Brecht wordt dit water afgevoerd naar een afvalwaterbehandelingsinstallatie. In de installatie te Kaiserslautern (Duitsland) wordt het perswater verdampt door middel van afvalwarmte van de motoren. Het concentraat dat overblijft na de verdamping wordt bij het vergist materiaal gemengd, zodat de installatie afvalwatervrij wordt bedreven.

Een gedeelte van het geproduceerde biogas wordt afgefakkeld, met de emissie van fakkelgas tot gevolg.

**Energiegebruik**

Het DRANCO proces gaat gepaard met een netto energieproductie dankzij de vorming van biogas in de fermentor. Door middel van een gasmotor met generator wordt uit het gevormde biogas elektriciteit geproduceerd.

**Kosten**

Er zijn gegevens over de kostprijs van het Dranco proces beschikbaar.

**Technische problemen**

Er werd geen melding gemaakt van technische problemen.



## C6. RWZI-Brugge

### Proces- en installatiebeschrijving

Op de RWZI-Brugge wordt slib verbrand in een verbrandingsinstallatie ontworpen door Seghers. Het systeem Seghers voor slibverbranding kan ingedeeld worden bij de hoogrendementssystemen voor slibverbranding (zie Technische Fiche B7 in bijlage 4). Het systeem bestaat uit een wervelbedoven met bubbling bed en een etagedroger. Voor de beschrijving van de werking van een etagedroger wordt verwezen naar Technische Fiche C1 in bijlage 5, voor de beschrijving van de wervelbedoven naar Technische Fiche B9 in bijlage 4. Momenteel is een vergunningsaanvraag lopende om de installatie te wijzigen. De wijziging houdt o.a. een vervanging van de bestaande droger door een nieuwe en grotere in. Indien alles volgens planning verloopt, zou de nieuwe droger in de zomer van 2001 in gebruik worden genomen.

#### – huidige toestand

De slibverbrandingsinstallatie op de RWZI-Brugge heeft momenteel een capaciteit van 14.000 ton droge stof per jaar. Volgens het ontwerp van de installatie zou het slib (droge stofgehalte 24 %) gedeeltelijk voorgedroogd moeten worden in de droger door middel van warmte die gerecupeerd wordt uit de rookgassen van verbrandingsoven, zodat autotherme verbrandingscondities zouden gerealiseerd worden. In de praktijk is de droger echter buiten gebruik gesteld wegens capaciteitsproblemen<sup>126</sup>. Als gevolg hiervan wordt het slib niet voorgedroogd en verloopt de verbranding niet autotherm. Anthraciet (6.000 ton per jaar) wordt als steunbrandstof in de verbrandingsoven bijgedoseerd. Qua rookgasreiniging is de oven uitgerust met een twee traps natte wassing en een elektrofilter.

#### – installatie na geplande wijziging

Bij de geplande vernieuwing zal de bestaande droger (verdampingscapaciteit 800 kg H<sub>2</sub>O per uur) vervangen worden door een nieuwe en grotere (verdampingscapaciteit 4.000 kg H<sub>2</sub>O per uur). Hierdoor moet het mogelijk worden het slib voor te drogen tot 37 % droge stof, wat overeenkomt met het autotherm punt van de verbrandingsoven. De bijstook van anthraciet kan hierdoor vermeden worden. Ook zal door deze aanpassing de capaciteit van de verbrandingsoven beter benut worden. Deze capaciteit wordt immers beperkt door het rookgasvolume (maximaal 23.000 tot 24.000 Nm<sup>3</sup>/u, wat overeenkomt met de capaciteit van de rookgaswasser). Omdat bij het in gebruik nemen van de voordroger het te verbranden slib minder water bevat en niet langer gemengd moet worden met anthraciet, daalt de hoeveelheid rookgassen die gevormd wordt bij de slibverbranding, waardoor de capaciteit van de installatie zou worden opgetrokken tot 20.000 ton droge stof per jaar. Aan de verbrandingsoven zelf en de rookgasreiniging hoeven hiervoor geen belangrijke wijzigingen te worden aangebracht. De slibdampen die ontstaan bij de droging worden in het wervelbed geïnjecteerd en worden hier verhit tot een temperatuur van 800 - 900 °C, zodat alle aromaten thermisch worden afgebroken.

### Verwerkte materialen

De verbrandingsinstallatie op de RWZI te Brugge verwerkt zowel slib afkomstig van de eigen RWZI als slib afkomstig van andere RWZI's. Het slib wordt in ontwaterde vorm (+/- 24 % droge stof) naar de installatie aangevoerd.

<sup>126</sup> Bij de dimensionering was ervan uitgegaan dat in de installatie beperktere hoeveelheden slib zouden verwerkt worden dan nu het geval is.

## Eindmaterialen

Bij de wervelbedverbranding worden vliegassen en bodemassen gevormd. Deze assen worden gestort.

## Emissies

– *emissiegrenswaarden opgelegd aan de installatie*

De slibverbrandingsinstallatie te Brugge is onderworpen aan de volgende emissiegrenswaarden<sup>127</sup>:

- CO: 100 mg/Nm<sup>3</sup>
- stof: 30 mg/Nm<sup>3</sup>
- KWS: 20 mg/Nm<sup>3</sup>
- chloriden: 50 mg/Nm<sup>3</sup>
- fluoriden: 2 mg/Nm<sup>3</sup>
- zwaveldioxide: 200 mg/Nm<sup>3</sup>
- stikstofoxides: 200 mg/Nm<sup>3</sup>
- Cd en Tl: 0,1 mg/Nm<sup>3</sup>
- Hg: 0,1 mg/Nm<sup>3</sup>
- overige metalen 1 mg/Nm<sup>3</sup>
- dioxines 0,1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>
- PAK's 1 µg/Nm<sup>3</sup>

– *gemeten emissiewaarden*

Uit emissiemetingen<sup>128</sup> blijkt dat de werkelijke emissies in het algemeen ruimschoots onder de vergunde waarden liggen, met uitzondering van CO, waar een lichte overschrijding van de norm werd gemeten:

- CO: 107-121 mg/Nm<sup>3</sup>
- stof: 9-22 mg/Nm<sup>3</sup>
- KWS: 6-9 mg/Nm<sup>3</sup>
- chloriden: 7,4 mg/Nm<sup>3</sup>
- fluoriden: 0,6 mg/Nm<sup>3</sup>
- zwaveldioxide: 26-76 mg/Nm<sup>3</sup>
- stikstofoxides: 47-101 mg/Nm<sup>3</sup>
- Cd en Tl: 0,013 mg/Nm<sup>3</sup>
- Hg: <0,006 mg/Nm<sup>3</sup>
- overige metalen 0,055-0,092 mg/Nm<sup>3</sup>
- dioxines 0,007-0,095 ng/Nm<sup>3</sup>
- PAK's < 0,8 µg/Nm<sup>3</sup>

Opgemerkt wordt dat de NO<sub>x</sub> emissie behaald wordt zonder de NO<sub>x</sub> installatie. Bij de wervelbedverbranding wordt de thermische NO<sub>x</sub> vorming immers onderdrukt door de relatief lage temperatuur (850 °C) en de lage luchtoverschotten.

Om de emissies van vluchtige metalen (Hg) bij de slibverbranding te reduceren is een zure wassing voorzien.

<sup>127</sup> bij 11 % O<sub>2</sub>, droog

<sup>128</sup> metingen uitgevoerd op 31/12/1997, 17/06/1998 en 22/12/1998 door SGS

– *geurcomponenten*

Om de emissie van geurcomponenten ter hoogte van slibontvangstputten, silo's en indickers te beperken, wordt de lucht ter hoogte van deze installaties afgezogen. Momenteel wordt de afgezogen lucht bij de secundaire verbrandingslucht van de slibverbrandingsinstallatie gemengd, zodat de organische componenten afgebroken worden. Naar de toekomst toe is een biofilter voorzien om de geurcomponenten te adsorberen.

### **Energiegebruik**

De installatie te Brugge laat toe de afvalwarmte in de rookgassen aan de uitgang van de wervelbedoven maximaal te recupereren:

In een eerste stap worden de rookgassen gekoeld in een luchtvoorverwarmer. De fluidisatie-, tevens verbrandingslucht, wordt hierbij voorverwarmd tot 600 - 650 °C.

In een tweede warmterecuperator wordt thermische olie opgevoerd tot 280 °C. In de huidige situatie wordt deze warmte niet benut, doch na de geplande wijziging zal de olie worden toegevoerd aan de nieuwe etagedroger om het slib op indirecte manier voor te drogen.

Na de ingebruikname van de nieuwe droger zou het ganse systeem autotherm worden vanaf een ontwatering tot 22 % droge stof. Zolang echter geen voordroging plaatsvindt, dient anthraciet te worden bijgedoseerd als steunbrandstof. Per jaar wordt 6.000 ton anthraciet verbruikt om 14.000 ton droge stof slib te verbranden.

### **Kosten**

#### **Technische problemen**

De droger die deel uitmaakt van de verbrandingsinstallatie werd wegens capaciteitsproblemen buiten gebruik gesteld. De problemen zouden moeten opgelost worden door de bouw van een nieuwe droger. De vergunningsaanvraag hiervoor is lopende (zie Proces- en installatiebeschrijving).

## C7. Sobry

### Proces- en installatiebeschrijving

De slibdroger van Sobry te Roeselare is een indirecte trommeldroger met een capaciteit van +/- 5 ton slib (uitgedrukt bij 25 % droge stof) per uur. Een trommeldroger is een roterende cilinder die licht hellend wordt opgesteld. Het te drogen slib wordt aan het hogere cilinderuiteinde ingebracht en komt er langs de lagere kant gedroogd uit. De droger bevat binnenin over zijn ganse lengte leidingen die bevestigd zijn in concentrische rijen. Doorheen deze buizen wordt warme lucht van 450 °C gestuurd om de droogwarmte aan te leveren.

Om problemen t.g.v. het doorlopen van de kleeffase van slib (tussen 40 en 50 % droge stof) te vermijden, wordt een terugmenging van gedroogd slib met het te drogen slib in een verhouding 4:1 toegepast.

### Verwerkte materialen

Sobry aanvaardt en verwerkt diverse soorten afvalstoffen, waaronder zuiveringsslibs van de voedingsindustrie. De zuiveringsslibs worden zowel in niet-ontwaterde als in ontwaterde vorm aangeleverd. Niet-ontwaterde slibs worden door Sobry zelf ontwaterd door middel van filterpersen. Het droge stofgehalte van het ontwaterd slib bedraagt typisch 25 %.

### Eindmaterialen

Het gedroogde slib heeft een droge stofgehalte van minimum 90 %. Het wordt afgevoerd naar de cementovens te Obourg voor eindverwerking (zie Technische Fiche B5 in bijlage 4).

### Emissies

De uitlaatstroom van de trommeldroger is sterk beladen met stof door de voortdurende omroering van het slib in de droger. De uitlaatstroom wordt daarom doorheen een stofafscheidingsinstallatie (cycloon) geleid. Vervolgens is een dampwasser voorzien. In een condensor wordt daarna de aanwezige waterdamp gecondenseerd, waardoor de afgassen aanzienlijk in volume gereduceerd worden.

Het condensaatwater bevat een gedeelte van het uit het slib verdampte ammoniak en vluchtige organische componenten en wordt gezuiverd in de biologische waterzuiveringsinstallatie.

De niet-condenseerbare fractie van de droogdampen wordt bij een temperatuur van 850 °C naverbrand in de brander die de droger van energie voorziet.

Voor stof werden op de installatie overschrijdingen van de opgelegde emissiegrenswaarden vastgesteld. Om dit probleem op te lossen zal in de toekomst een bijkomende stoffilter voorzien worden.

### Energiegebruik

Als warmte-medium in de droger wordt gebruik gemaakt van warme lucht. Voor de warmteproductie wordt aardgas als energiedrager gebruikt. Een denkpiste bestaat erin om in de toekomst door middel van warmte-kracht koppeling met de aardgasbrander niet alleen warmte, maar ook elektriciteit te produceren, zodat het totaal energetisch rendement van de installatie zou verhogen.

In 1999 bedroeg het energiegebruik van de drooginstallatie +/- 2.450 m<sup>3</sup> aardgas (+/-78.000 MJ) en 3.400 kWh elektriciteit per ton slib. Dit komt overeen met een gebruik van +/- 3.120 MJ warmte en 13,6 kWh elektriciteit per ton droge stof.

De afvalwarmte die vrijkomt bij de condensatie van de droogdampen wordt deels gerecupereerd, b.v. voor opwarming van de biologische waterzuivering.

### **Kosten**

Voor de aan de klant aangerekende prijs wordt een richtwaarde van 5 BEF per kg slib opgegeven, wat overeen komt met +/- 20 BEF per kg droge stof. Deze prijs dekt niet enkel de kostprijs van de droging en de winstmarge van het bedrijf, doch ook de afzetkosten van het gedroogde slib.

### **Technische problemen**

De drooginstallatie van Sobry heeft vooral in het verleden af te rekenen gehad met corrosieproblemen, waardoor het nodig was een aantal ijzeren onderdelen te vervangen door roestvrij staal.

De condensor die oorspronkelijk was uitgevoerd in koper, bleek te worden aangetast door het in de droogdampen aanwezige ammoniak. Het opgeloste koper kwam terecht in het condensaatwater en leverde vervolgens problemen op het niveau van de biologische waterzuivering. Hierdoor was het nodig de condensor te vervangen door een in inox uitgevoerd exemplaar.

Bij slibdroging is er steeds een potentieel gevaar op zelfontbranding en stofexplosie.

## **C8. Envisan**

### **Proces- en installatiebeschrijving**

De slibdroger van Envisan (groep De Nul) te Gent is een indirecte trommeldroger met een capaciteit van +/- 6,6 ton H<sub>2</sub>O per uur. Een trommeldroger is een roterende cilinder die licht hellend wordt opgesteld. Het te drogen slib wordt aan het hogere cilinderuiteinde ingebracht en komt er langs de lagere kant gedroogd uit. De droger bevat binnenin over zijn ganse lengte leidingen die bevestigd zijn in concentrische rijen. Doorheen deze buizen wordt stoom gestuurd om de droogwarmte aan te leveren.

Om problemen t.g.v. het doorlopen van de kleeffase van slib (tussen 40 en 50 % droge stof) te vermijden, wordt een terugmenging van gedroogd slib met het te drogen slib in een verhouding toegepast, zodat het droge stofgehalte van het ingaande slib 65 tot 75 % bedraagt.

### **Verwerkte materialen**

In de droger van Envisan wordt o.a. RWZI slib gedroogd. Dit slib wordt in ontwaterde vorm aangeleverd. Het gedroogde RWZI-slib wordt voor de eindverwerking coverband bij Electrabel (zie Technische Fiche B4 in bijlage 4).

### **Eindmaterialen**

Het gedroogde slib heeft een droge stofgehalte van minimum 90 %. Het gedroogde slib wordt voor verdere verwerking o.a. afgevoerd naar Electrabel en naar de cementindustrie (zie Technische Fiches B4 en B5 in bijlage 4).

### **Emissies**

De uitlaatstroom van de trommeldroger is sterk beladen met stof door de voortdurende omroering van het slib in de droger. De uitlaatstroom wordt daarom doorheen een stofafscheidingsinstallatie (filter) geleid, waardoor de stofconcentratie kan worden teruggebracht tot 5 mg/Nm<sup>3</sup>. Vervolgens wordt in een zogenaamde 'oxidiser' een thermische nabehandeling bij 850 °C uitgevoerd, waardoor reukcomponenten afgebroken worden. De gezuiverde restgassen, die in hoofdzaak bestaan uit waterdamp, worden als voeding naar de stoomketel gevoerd.

### **Energiegebruik**

Als warmte-medium in de droger wordt gebruik gemaakt van stoom. Voor de stoomproductie wordt aardgas als energiedrager gebruikt.

Cijfers over het energiegebruik werden niet ter beschikking gesteld.

### **Kosten**

Cijfers over de kostprijs van de slibdroging werden niet ter beschikking gesteld.

### **Technische problemen**

Bij slibdroging is er steeds een potentieel gevaar op zelfontbranding en stofexplosie.

Verder werd geen melding gemaakt van technische problemen.

## C9. Electrabel

### Proces- en installatiebeschrijving

Electrabel beschikt in Vlaanderen over een aantal kolen gestookte elektriciteitscentrales, allen van het type 'poederkoolcentrale'. In een poederkoolcentrale worden de kolen vermalen tot circa 100 mm maximum. In de maalkring worden de kolen tevens gedroogd door middel van warmte uit de rookgassen. De vermalen kolen worden vervolgens samen met de verbrandingslucht verstoven in een verbrandingsketel. Bij de verbranding treden temperaturen op van 1300 – 1400 °C. Daardoor vindt er een zeer goede uitbrand plaats. Na afgifte van de warmte worden de rookgassen gereinigd alvorens ze in de schouw terecht komen.

De bestaande poederkoolcentrales in Vlaanderen zijn uitgerust met een elektrofilter om stofuitstoot te beperken. In deze elektrofilter worden ook veruit de meeste zware metalen tegengehouden. In de toekomst zullen steenkoolcentrales moeten uitgerust worden met meer uitgebreide rookgasapparatuur (deSO<sub>x</sub> en deNO<sub>x</sub>). Momenteel is enkel de centrale van Langerlo hiervan voorzien.

De technische haalbaarheid van coverbranding van gedroogd slib in poederkoolcentrales en de invloed van de slibbijstook op de emissies van de centrale en op de milieuhygiënische kwaliteit van de reststoffen werden onderzocht in de poederkoolcentrales van Mol en Rodenhuize.

#### – groep 11 van de poederkoolcentrale van Mol

Groep 11 van de poederkoolcentrale van Mol is een eenheid met indirecte verbranding: de poederkool wordt na het malen tijdelijk opgeslagen vooraleer hij naar de branders wordt getransporteerd. De groep is uitgerust met 20 low-NO<sub>x</sub> branders en levert bij vollast 128 MW<sub>e</sub> aan het net.

In de periode november 1995 – januari 1996 werd een eerste proefcampagne voor het bijstoken van gedroogd slib in deze centrale uitgevoerd. De bijgestookte hoeveelheden varieerden tussen 2,50 en 7,61 gewichts % op droge stof basis. De positieve ervaringen van deze eerste proefcampagne leidden tot het opnemen van het gebruik van gedroogd RWZI-slib als secundaire grondstof als brandstof in met steenkool gestookte verbrandingsinrichtingen in de Vlarea wetgeving (zie paragraaf 2.3.1.3). In de periode augustus 1999 – oktober 1999 werd vervolgens een duurproef in de poederkoolcentrale van Mol uitgevoerd teneinde ook de lange termijn effecten van de slibbijstook op de centrale te kunnen vaststellen. De bijstook van slib tijdens deze duurproef varieerden tussen 2,05 en 3,64 gewichts % op droge stof basis.

#### – groep 4 van de poederkoolcentrale van Rodenhuize

Groep 4 van de poederkoolcentrale van Rodenhuize is een eenheid met directe verbranding: de poederkool wordt met behulp van de primaire lucht rechtstreeks van de maalkring naar de branders getransporteerd. Naast poederkool wordt in de torenketel ook hoogovengas als hoofdbrandstof gebruikt. Daarnaast wordt bij momenten stookolie als steunbrandstof gebruikt.

In de periode januari 1999 – juni 1999 werd in deze centrale een duurproef voor het bijstoken van gedroogd slib uitgevoerd. De bijgestookte hoeveelheden varieerden tussen 4,49 en 7,20 gewichts % op droge stof basis.

De proeven toonden aan dat coverbranding van gedroogd RWZI-slib in een poederkoolcentrale technisch haalbaar is, zowel in eenheden met directe als in eenheden met

indirecte verbranding. Om technische problemen te vermijden, dient de bijgestookte hoeveelheid slib wel beperkt te worden tot +/- 5 gewichts % op droge stof basis.

Zeer recent werd in de poederkoolcentrale van Mol ook een korte test uitgevoerd voor coverbranding van ontwaterd slib. Het slib wordt hierbij gedroogd tijdens het mengen met en het malen van de kolen in de centrale. Bij deze proef werd gevreesd voor problemen in de maalkring tengevolge van het doorlopen van de kleeffase (tussen 40 en 50 % droge stof) tijdens de slibdroging, doch deze problemen deden zich niet voor. Wel gaf het gebruik van het ontwaterd slib aanleiding tot geurhinder, aangezien de elektriciteitscentrale niet uitgerust is met gesloten installaties voor ontvangst, opslag en manipulatie van het slib.

### **Verwerkte materialen**

Coverbranding van zuiveringsslib in poederkoolcentrales is technisch gezien zowel mogelijk voor ontwaterd als voor gedroogd slib. In geval van coverbranding van ontwaterd slib gebeurt de droging van het slib tijdens het mengen met en het drogen van de kolen in de centrale. In de praktijk heeft Electrabel enkel gedroogd slib in vrij grote hoeveelheden (1.000 ton/maand in de periode april 1999 tot eind 2000) bijgestookt. Deze bijstook gebeurde steeds onder het statuut van secundaire grondstof (zie paragraaf 2.3.1.3). Bijstook van ontwaterd slib gebeurde enkel in het kader van testprogramma's.

In de centrales van Mol en Rodenhuis werden in de proefcampagne gedroogd RWZI-slib afkomstig van de drogers te Deurne (zie Technische Fiche C1 in bijlage 5) en Gent (zie Technische Fiche C8 in bijlage 5) bijgestookt. Voor het slib afkomstig van de droger te Deurne werd echter een overschrijding van de Vlarea normen voor zware metalen (cadmium) vastgesteld, zodat dit slib wettelijk gezien niet in aanmerking kwam voor coverbranding onder het statuut van secundaire grondstof. De verhoogde metaalconcentraties in het slib dat gedroogd werd in Deurne worden gedeeltelijk verklaard doordat dit slib afkomstig is van andere RWZI's dan het slib dat gedroogd werd te Gent. Anderzijds kunnen de verhoogde metaalconcentraties en zwavelconcentraties ook gedeeltelijk worden toegeschreven aan het feit dat een gedeelte van het slib dat gedroogd werd te Deurne voorafgaand aan de droging een vergisting heeft ondergaan. Hierdoor is de verbrandingswaarde verlaagd en het asgehalte verhoogd (zie Technische Fiche A7 in bijlage 3). Voor het slib dat gedroogd werd te Gent werd tijdens de proefcampagne slechts een éénmalige overschrijding van de Vlarea normen voor kwik en zwavel vastgesteld. Na beëindiging van de proefcampagnes werd enkel nog slib dat gedroogd werd in de droger van Envisan te Gent coverbrand.

### **Eindmaterialen**

Bij de verbranding van steenkool in een poederkoolcentrale ontstaan bodem- en vliegassen die worden gebruikt als secundaire grondstof in of als bouwstof. De bodemassen worden als lichtgewicht aggregaat toegepast als toeslagstof in beton, terwijl de vliegassen wegens hun puzzolane eigenschappen (uitharding na bevochtiging) als additief in de cementproductie worden gebruikt. Door het hoger asgehalte van slib in vergelijking met steenkool, geeft coverbranding van slib aanleiding tot een verhoging van de hoeveelheid assen. Naar samenstelling van de reststromen toe kan bij bijstook van slib een stijging worden verwacht van de concentratie van die metalen die, op asbasis bepaald, in hogere concentraties aanwezig zijn in zuiveringsslib dan in steenkool, met name koper, lood en zink. Uit de diverse proefcampagnes bleek echter dat, wanneer de bijgestookte hoeveelheid slib beperkt blijft, de concentraties van deze metalen beneden de geldende Vlarea normen voor gebruik in of als bouwstof blijft. Ook de uitloogbaarheid van de metalen blijft ruim beneden de grenswaarden



die hiervoor in Vlarea worden opgelegd, zodat de gebruikelijke afzetwegen niet in het gedrang komen.

### **Emissies**

#### *– emissiegrenswaarden opgelegd aan de centrale*

Bestaande poederkoolcentrales zoals deze van Mol en Rodenhuize zijn onderworpen aan de in Vlarem II (Afdeling 5.43.5) opgelegde emissiegrenswaarden voor bestaande grote stookinstallaties / verbrandingsovens gevoed met vaste brandstoffen<sup>129</sup>:

- zwaveldioxide: 1.700 mg/Nm<sup>3</sup>
- stikstofoxides: 950 mg/Nm<sup>3</sup>
- stof: 150<sup>130</sup> mg/Nm<sup>3</sup>
- CO: 250 mg/Nm<sup>3</sup>
- chloriden: 100 mg/Nm<sup>3</sup>
- fluoriden: 30 mg/Nm<sup>3</sup>
- nikkel: 7 mg/Nm<sup>3</sup>
- vanadium: 15 mg/Nm<sup>3</sup>

Aan met steenkool gestookte verbrandingsinrichtingen worden geen emissiegrenswaarden voor dioxines opgelegd.

Aangezien de bijstook van gedroogd slib in het verleden steeds gebeurd is onder het statuut van secundaire grondstof, heeft de bijstook geen invloed gehad op de aan de centrale opgelegde emissiegrenswaarden. Dit zal in de toekomst niet langer het geval zijn (zie Technische Fiche B4 in bijlage 4).

#### *– invloed van de coverbranding van slib op de emissies van de centrale*

Uit de diverse proefcampagnes bleek dat de bijstook van RWZI-slib in steenkoolcentrales aanleiding geeft tot een lichte toename van emissies voor die componenten die in hogere concentraties in het slib aanwezig zijn: SO<sub>2</sub>, HF, HCl en zware metalen op stof (Cd, Cu, Pb en Zn).

De verbrandingsgerelateerde emissies CO, stof, dioxines en PAK's wijzigen nauwelijks door de bijstook van slib. Voor NO<sub>x</sub> werd ten gevolge van het bijstoken van slib een lichte daling van de emissies vastgesteld. Dit kan verklaard worden door het hoger gehalte vluchtige bestanddelen van het slib waardoor de zuurstofconcentratie in de vlam daalt en thermische NO<sub>x</sub> vorming onderdrukt wordt. De dioxine emissies varieerden tussen 0,003 en 0,019 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> (bij 6 % O<sub>2</sub>, droog). Dit is 5 tot 30 maal lager dan de 0,1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> norm die wordt opgelegd bij verbranding van gevaarlijke afvalstoffen.

In geen enkel geval veroorzaakte de bijstook van slib een systematische overschrijding van de opgelegde emissiegrenswaarden. Wel werden tijdens de proefcampagnes een aantal puntoverschrijdingen vastgesteld, doch deze konden vrijwel altijd teruggebracht worden naar storingsniveau in het normale bedrijf van de inrichting.

### **Energiegebruik**

De coverbranding van gedroogd slib vereist ter hoogte van de elektriciteitscentrale nagenoeg geen bijkomende energie. De coverbranding geeft integendeel aanleiding tot een besparing van fossiele brandstoffen (steenkool), aangezien een gedeelte van de steenkool die normaliter gebruikt wordt voor elektriciteitsproductie nu vervangen wordt door gedroogd slib.

<sup>129</sup> De emissiegrenswaarden dienen bij 6% O<sub>2</sub> (vaste brandstof) op natte basis te worden geëvalueerd.

<sup>130</sup> In afwijking van de Vlarem II normen, is voor de centrale van Rodenhuize (groep 4) een norm van 125 mg/Nm<sup>3</sup> van toepassing voor stof.

Gemiddeld gesproken kan 1 ton steenkool door 2,3 ton gedroogd zuiveringslib worden gesubstitueerd.

De coverbranding van ontwaterd slib heeft een lichte rendementswijziging van de poederkoolcentrale tot gevolg. Het slib wordt immers in de kolenmolens gedroogd met warmte die wordt gerecupereerd uit de rookgassen. Omwille van dit extra warmtegebruik, is meer thermische energie (steenkool) nodig om eenzelfde hoeveelheid elektriciteit te produceren. Voor een bijstook van +/- 1 % slib (droge stof) wordt de daling van het rendement geschat op 0,08 % (R. Torfs, 1999). Bij de verbranding van het in de kolenmaalkring gedroogde slib wordt vervolgens een equivalente energiebesparing gerealiseerd als bij bijstook van slib dat vooraf extern gedroogd werd.

### **Kosten**

Coverbranding van gedroogd slib in een poederkoolcentrale gebeurt in bestaande installaties en vergt hierdoor geen grote investeringen. Enkel opslagcapaciteit en logistiek vragen bijkomende investeringskosten. Ook de werkingskosten verbonden aan de slibbijstook zijn beperkt.

Voor bijstook van ontwaterd slib is de bijkomende investeringskost groter dan voor bijstook van gedroogd slib, omdat hier extra maatregelen nodig zijn om geurhinder te beperken. Meer bepaald moet gezorgd worden voor gesloten installaties voor ontvangst, opslag en manipulatie van het ontwaterd slib. Volgens Electrabel is de investeringskost voor gesloten installaties niet te verantwoorden in het licht van de kleine hoeveelheid slib (maximaal 5 %) die kan worden bijgestookt.

Op basis van gegevens van Aquafin wordt de kostprijs voor de coverbranding van gedroogd slib geschat op 1.750 BEF per ton droge stof (exclusief droging).

### **Technische problemen**

Tijdens de eerste proefcampagne in de poederkoolcentrale van Mol werden bij hoge bijstook (7,6 gewichts %) problemen ondervonden met aanslag van de elektrofilter van de maalkring. Bovendien werd geurhinder vastgesteld tengevolge van het onvoldoende gedroogd zijn van het slib. Bij de tweede duurproef, waar de bijstook lager werd gehouden, werden deze problemen niet meer vastgesteld.

Tijdens de duurproef op de poederkoolcentrale van Mol werden problemen vastgesteld met hoge temperatuurscorrosie in de oververhitter, doch deze konden niet eenduidig aan het bijstoken van slib worden toegeschreven. Het optreden van hoge temperatuurscorrosie wijst er wel op dat de totale input van zwavel, chloor, natrium en kalium via de brandstof (steenkool en slib) moet beperkt worden.

Tijdens de duurproef in de poederkoolcentrale van Rodenhuis werden geen technische problemen vastgesteld.

## C10. Rheinbraun, Duitsland

### Proces- en installatiebeschrijving

Rheinbraun beschikt in de nabijheid van haar bruinkoolgroeven en bruinkoolverwerkingsinstallaties over een aantal centrales waarin ruwe bruinkool (51 tot 61 % H<sub>2</sub>O) bij een temperatuur van +/- 850 °C verbrand wordt in circulerende wervelbedovens. Hierbij wordt door het principe van warmte-krachtkoppeling tegelijk elektriciteit en stoom geproduceerd. De geproduceerde stoom wordt in de bruinkoolverwerkingsinstallaties benut om ruwe bruinkool te drogen. De gedroogde bruinkool (11 tot 19 % H<sub>2</sub>O) wordt vervolgens verder verwerkt tot afgeleide bruinkoolproducten zoals briketten, cokes, of brandstof voor wervelbedovens.

In de periode 1993 – 1995 werd via proefcampagnes aangetoond dat het mogelijk is om ontwaterd slib (65 tot 75 % H<sub>2</sub>O) samen met ruwe bruinkool in een wervelbedoven in te brengen en te verbranden. Het bijgemengde slib verdeelt zich homogeen over het wervelbed en verstoort de normale wervelbedcondities niet. De temperatuur in de verbrandingsruimte daalt door het extra ingebrachte water slechts in geringe mate. Op basis van de gunstige proefresultaten werd een vergunning voor de coverbranding van ontwaterd slib bekomen, zodat momenteel +/- 150.000 ton droge stof slib per jaar wordt coverbrand in de bruinkoolcentrale te Berrenrath nabij Keulen.

### Verwerkte materialen

In de bruinkoolcentrales van Rheinbraun wordt ontwaterd slib met een droge stofgehalte van gemiddeld 30 % bijgestookt. Dit slib is in hoofdzaak afkomstig van RWZI's uit de regio Keulen en uit het zuidelijk Ruhrgebied. Ook Aquafin exporteert Vlaams RWZI-slib naar Duitsland om in de installatie van Rheinbraun verwerkt te worden. De logistiek en de aanvoer van het slib worden verzorgd door de firma Trienekens Entsorgung GmbH.

### Eindmaterialen

Bij de verbranding van bruinkool in een wervelbed ontstaan bodemassen en vliegassen. Omdat het asgehalte van het bijgestookte slib hoger is (+/- 15 % versus 2,5 %) dan dat van de bruinkool, geeft de bijstook van slib aanleiding tot een stijging van de hoeveelheid assen met een factor 3, doch de kwaliteit van de assen wordt slechts in geringe mate beïnvloed. De in het slib aanwezige niet-vluchtige zware metalen worden grotendeels in de assen geconcentreerd. De assen worden gebruikt om een uitgeputte dagbouw mijn op te vullen.

### Emissies

#### - *emissiegrenswaarden opgelegd aan de bruinkoolcentrales*

De emissiegrenswaarden voor de coverbranding van slib in de bruinkoolcentrales worden opgesteld op basis van een mengregel waarbij een gewogen gemiddelde wordt gemaakt van de emissiegrenswaarden die van toepassing zijn op een bruinkoolcentrale (zonder bijstook van slib) en installaties voor slibverbranding. Als weegfactor wordt hierbij het rookgasvolume gehanteerd. Aangezien de emissiegrenswaarden voor slibverbranding in Duitsland strenger zijn dan deze voor bruinkoolcentrales, heeft de bijstook van slib een lichte verstrenging van de emissienormen van de bruinkoolcentrale tot gevolg.

#### - *invloed van de coverbranding van slib op de SO<sub>x</sub> emissies*

De bruinkoolcentrale te Berrenrath is uitgerust met een ontwavelingsinstallatie die dient te voldoen aan een SO<sub>x</sub> emissienorm van 400 mg/Nm<sup>3</sup> en minimale verwijderingsgraad van 85 % ten opzichte van de zwavelconcentratie in de voeding. Alhoewel het S-gehalte van het

bijgestookte slib aanzienlijk hoger is dan dat van bruinkool (1,5 % versus 0,45 %), wordt een daling van het kalkgebruik voor de ontzwaveling vastgesteld indien slib wordt bijgestookt. Dit wordt verklaard doordat de kalk die aanwezig is in het slib zelf een zwavelbindende werking heeft, zodat zich geen stijging van de SO<sub>x</sub> emissies voordoet.

- *invloed van de coverbranding van slib op de Hg emissies*

Omwille van het hoge kwikgehalte van het slib in vergelijking met bruinkool (3 % versus 0,11 %), was het met de bestaande rookgasreiniging (elektrofilter) niet mogelijk de opgelegde kwikemissienormen te behalen indien slib wordt bijgestookt. Slechts 35 % van het kwik zou immers gebonden worden in de vliegassen en afgescheiden in de elektrofilter, de overige 65 % zou worden geëmitteerd, wat aanleiding zou geven tot een emissie van 22 µg Hg/m<sup>3</sup>. Om een hoger zuiveringsrendement voor kwik te bekomen wordt in de rookgassen poedervormige bruinkoolcokes geïnjecteerd. Het gasvormig kwik, alsook sporen gasvormige Cd, As en Pb worden geadsorbeerd op het cokesoppervlak. De cokes wordt vervolgens samen met het vliegase afgescheiden in de elektrofilter. Op deze manier wordt meer dan 90 % van het kwik in de elektrofilter afgescheiden. De kwikemissies worden hierdoor gereduceerd tot minder dan 4 µg Hg/m<sup>3</sup>.

- *invloed van de coverbranding van slib op de NO<sub>x</sub> emissies*

Het hoge N-gehalte van het slib in vergelijking met bruinkool (3,5 % versus 0,7 %) heeft geen nadelig effect op de NO<sub>x</sub> emissies van de centrale. Dankzij de gematigde temperatuur in het wervelbed (850 °C) blijft de vorming van NO<sub>x</sub> beperkt.

- *invloed van de coverbranding van slib op de emissies van niet-vluchtige metalen*

Niet vluchtige metalen in het slib worden grotendeels geconcentreerd in de assen. Dankzij de goede werking van de elektrofilter zijn de emissiewaarden voor niet vluchtige metalen zeer laag en meestal beneden de detectielimiet.

- *invloed van de coverbranding van slib op de Cl en F emissies*

De verwijderingsgraden van Cl en F bedragen respectievelijk > 60 % en 95 %. Hierdoor worden de opgelegde emissievoorwaarden ruimschoots behaald.

- *invloed van de coverbranding van slib op de emissies van dioxines en furanen*

De coverbranding van slib in de bruinkoolcentrale heeft geen invloed op de emissies van dioxines.

### **Energiegebruik**

De bruinkoolcentrales hebben een globaal rendement (elektriciteit + stoom) van +/- 85 %. De coverbranding van ontwaterd slib vereist ter hoogte van de bruinkoolcentrale nagenoeg geen bijkomende energie. De coverbranding geeft integendeel aanleiding tot een besparing van fossiele brandstoffen (bruinkool), aangezien een gedeelte van de bruinkool die normaliter gebruikt wordt voor elektriciteits- en stoomproductie nu vervangen wordt door ontwaterd slib.

### **Kosten**

Coverbranding van ontwaterd slib in een bruinkoolcentrale gebeurt in bestaande installaties en vergt hierdoor geen grote investeringen. Wel dienden een ontvangstininstallatie voor slib voorzien te worden en een bijkomende rookgasreinigingstrap (zie Emissies).

**Technische problemen**

Bij bijstook van ontwaterd slib in de bruinkoolcentrales is er sprake van een verhoogd risico of corrosie en erosie van componenten die in contact komen met de ruwe rookgassen (chlor!). Hierdoor is een aanvaardbaar geachte hoeveelheid extra onderhoud nodig.

## C11. Vartech, Nederland

### Proces- en installatiebeschrijving

Vartech verwerkt slib door natte oxidatie (zie Technische Fiche B10 in bijlage 4). In het Vartech proces wordt de druk die vereist is voor de natte oxidatie verkregen door het proces uit te voeren in een verticale buisreactor met voldoende lengte (1.280 m) die in de bodem is aangebracht. Op deze diepte heerst een natuurlijke druk van +/- 100 bar. Dit type reactor heeft de volgende voordelen (de Bekker, 1999):

- er is slechts weinig pompenergie nodig om de slibstroom op de procesdruk te brengen, slechts de dynamische weerstand over de reactor en over de drukregelkleppen moet worden overwonnen;
- de reactor heeft een zeer grote verhouding tussen de lengte en de diameter, wat betekent dat hij kan worden beschouwd als een ideale propstromer met de hoogst bereikbare conversie en met uitsluiting van kortsluitstromingen;
- de warmtewisselaar, die nodig is om bij het opstarten het reactiemengsel te verhitten en tijdens normaal bedrijf het reactiemengsel te koelen, is gebouwd om de buisreactor heen als mantelbuis;
- de reactor ondervindt slechts een gering drukverschil over de wand ten gevolge van de tegendruk van de aardbodem, waardoor een normale buiswanddikte kan worden toegepast;
- door de afname van temperatuur en druk bij het weer naar boven vloeien van de slibstroom is de druk bij de uitlaat veel lager dan de maximale procesdruk, waardoor excessieve slijtage aan drukregelkleppen wordt voorkomen.

De belangrijkste onderdelen van de Vartech installatie zijn: (de Bekker, 1999)

- *slibopslag*: de Vartech installatie beschikt over 5.000 m<sup>3</sup> bufferruimte. Daarnaast beschikt het waterschap Veluwe nog over 4.000 m<sup>3</sup> bufferruimte, zodat in totaal 9.000 m<sup>3</sup> beschikbaar is ofwel 100 uren bedrijfstijd;
- *voorbehandeling*: deze bestaat uit het versnijden van grove delen in de slibstroom met twee in serie geplaatste versnijders. Daarnaast worden de kwaliteitsfluctuaties geëgaliseerd in een 1.000 m<sup>3</sup> grote mengtank;
- *reactor*: deze heeft een lengte van 1.280 m, een daalbuisdiameter van 200 mm en een stijgbuisdiameter van 340 mm. In de daalbuis zijn twee zuurstofinjectieleidingen opgehangen met een diameter van 60 mm. Bovendien bevat de reactor een aantal druk- en temperatuurmeetleidingen. De maximale reactortemperatuur bedraagt 275 °C;
- *gasafscheiding*: van de driefasenstroom (gas-as-water) wordt in drie trappen de gasstroom afgescheiden: hoge druk, middeldruk en lage druk (atmosferisch);
- *asindikking*: het aswatermengsel wordt zonder toevoeging van vlokmiddelen gravitair ingedikt van 2 % droge stof tot 6 % droge stof, waarbij een zeer heldere overloop wordt verkregen;
- *asontwatering*: in twee membraanfilterpersen wordt de ingedikte asstroom zonder toevoeging van vlokmiddelen ontwaterd tot +/- 50 % droge stof.
- *proceswaterbehandeling*: de reststroom bevat gemakkelijk biologisch afbreekbare stoffen (m.n. ammoniumacetaat) en wordt in een conventioneel denitrificatie / nitrificatieproces gezuiverd. De zuivering heeft een indirecte koeling om de temperatuur op een constant niveau van 33 °C te houden.

Verder bevat de installatie ook nog volgende hulpsystemen: (de Bekker, 1999)

- *zuurstofopslag en -dosering*: zuiver zuurstof wordt in vloeibare toestand aangevoerd, opgeslagen, verdampt en op de gewenste procesdruk gebracht. Daarna wordt de gasvormige zuurstof in de reactor geïnjecteerd;
- *verwarmings- en koelsysteem*: bij een opstart is warmte nodig om de initiële bedrijfstemperatuur van 180 °C te bereiken. Tijdens normaal bedrijf wordt de overtollige warmte van het exotherme proces afgevoerd met hetzelfde systeem in omgekeerde stromingsrichting;
- *afgasbehandeling*: het afgas dat enkele procenten CO en sporen koolwaterstoffen bevat, wordt met een naverbrander behandeld;
- *zuurwassysteem*: periodiek wordt de reactor gereinigd van zich op de wanden afzettend calciumsulfaat door te spoelen met verdund salpeterzuur. Gebruikt salpeterzuur wordt na neutralisatie naar de proceswaterzuivering gestuurd;
- *energiebenutting*: de bij het proces vrijkomende warmte (circa 13 m<sup>3</sup> koelwater onder druk bij 250 °C per uur) kan worden benut in een lagedrukstoomturbine, waarbij met een generator elektrische energie wordt geproduceerd.

De installatie heeft een ontwerpcapaciteit van +/- 30.000 ton slib (droge stof) per jaar.

### **Verwerkte materialen**

In de Vartech installatie wordt ingedikt, niet-ontwaterd slib met een droge stofgehalte van +/- 4,5 % behandeld. Het grootste gedeelte van het verwerkte slib, 15.000 ton droge stof per jaar, is RWZI-slib dat geleverd wordt door de waterschappen Veluwe en Vallei en Eem. Diverse industrieën, voornamelijk uit de voedingsmiddelenindustrie, leveren de rest van de slibhoeveelheid.

### **Eindmaterialen**

Bij het Vartech procédé wordt per ton verwerkt slib (droge stof) 0,8 ton askoek geproduceerd. De askoek bestaat voor het grootste gedeelte uit aluminiumfosfaat (38 %), kleimineralen (16 %), kwarts (12 %) en calcië (9 %). 96 % van de in het slib aanwezige fosfor wordt in de askoek teruggevonden. De mogelijkheden voor benutting van de askoek bij de wegenbouw en de betonindustrie worden onderzocht. In afwachting van een mogelijke nuttige toepassing wordt de askoek gestort.

### **Emissies**

Het effluent dat vrijkomt bij het Vartech procédé ten gevolge van de behandeling van het proceswater, bevat nog 0,039 kg N per m<sup>3</sup> en heeft een chemisch zuurstofverbruik van 0,49 kg/m<sup>3</sup>. Dit komt overeen met een emissie van 1,6 % van het in het slib aanwezige stikstof en 1,3 % van het chemisch zuurstofverbruik van het slib.

De afgassen bevatten nagenoeg geen stofdeeltjes wegens de natte aard van het proces. Ook de hoeveelheid NO<sub>x</sub> en SO<sub>x</sub> is beperkt, aangezien in het oxidatieproces N- en S-verbindingen grotendeels worden omgezet in wateroplosbare vormen (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) en dus in het proceswater terecht komen.

### **Energiegebruik**

Bij de opstart van de installatie is warmte nodig om de initiële bedrijfstemperatuur van 180 °C te bereiken. Tijdens normaal bedrijf komt warmte vrij tengevolge van het exotherme aard van het proces. De bij het proces vrijkomende warmte (circa 13 m<sup>3</sup> koelwater onder druk bij 250

°C per uur) kan worden benut in een lagedrukstoomturbine, waarbij met een generator elektrische energie wordt geproduceerd.

**Kosten**

Volgens Vartech zelf biedt het Vartech-proces 'een zeer concurrerende prijs-prestatieverhouding'.

**Technische problemen**

Het bedrijf diende de afgelopen jaren herhaaldelijk (in 1993 en 1998) voor enkele maanden stilgelegd te worden omwille van verstoppingen in de ondergrondse reactor.



## C12. Cargill Foods

### Proces- en installatiebeschrijving

Cargill Foods (Izegem) extraheert plantaardige oliën uit oliehoudende zaden en verwerkt deze verder tot geraffineerde oliën en vetten. Bij het productieproces komen diverse afvalwaterstromen vrij.:

- afvalwater van de extractie van plantaardige oliën, gekenmerkt door een hoge BOD belasting;
- afvalwater van de raffinage van de ruwe olie, gekenmerkt door o.a. een hoge fosfaat belasting als gevolg van het gebruik van fosforzuur;
- afvalwater van de veredeling van oliën en vetten, gekenmerkt door o.a. een hoog nikkel gehalte als gevolg van het gebruik van nikkelkatalysatoren;
- afvalwater van de zeepsplitsing, gekenmerkt door een hoog sulfaatgehalte als gevolg van het gebruik van zwavelzuur.

De diverse afvalwaters worden gezuiverd door middel van een fysicochemische en een biologische waterzuivering. Het afvalwater afkomstig van het extractieproces wordt rechtstreeks naar de biologische waterzuivering gevoerd. De overige afvalwaters worden eerst fysicochemische voorgezuiverd, en vervolgens voor verdere zuivering naar de biologische zuivering gevoerd.

In de fysicochemische zuivering worden de afvalwaters eerst bij hun lage pH ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ontvet. Vervolgens worden de ontvette afvalwaters geneutraliseerd door toevoeging van kalkmelk. Hierdoor worden onoplosbare calciumzouten gevormd. Om de flocculatie te bevorderen wordt polyelektrolyt toegevoegd. Tot slot wordt het gevormde slib, deels bestaande uit calciumfosfaat, afgescheiden. Het effluent van de fysicochemie wordt naar de biologische waterzuivering gevoerd en wordt hier samen met de afvalwaters van het extractieproces verwerkt.

Het slib van de fysicochemische en de biologische zuivering wordt naar één en dezelfde slibbuffer gevoerd en wordt verder gezamenlijk verwerkt. Na toevoeging van polyelektrolyt (3 tot 8 % op droge stofbasis) wordt het slib ontwaterd d.m.v. een decanteercentrifuge (zie Technische Fiche A16 in bijlage 3) Het vrijgesteld slibwater wordt teruggevoerd naar de biologische waterzuivering. Het ontwaterde slib (28 tot 35 % DS) wordt gedroogd in een 'dunne laag droger'. Deze droger bestaat uit een lange cilinder waarvan de buitenwand door middel van stoom (15 bar) verwarmd wordt. Binnenin de cilinder bevindt zich een rotor waarop schoepen bevestigd zijn die het slib voortdurend tegen de cilinderwand smeren. De droogdampen worden gecondenseerd. Het bekomen condensaat wordt deels gebruikt voor stoomproductie. Het resterende gedeelte wordt teruggevoerd naar de biologische waterzuivering. De maximale droogcapaciteit van de installatie bedraagt 315 kg DS/u.

### Verwerkte materialen

Gezien de aard van de verwerkte afvalwaters en van de afvalwaterzuivering (zie Proces- en installatiebeschrijving), heeft het door Cargill geproduceerde en verwerkte slib in vergelijking met RWZI-slib een hoog gehalte anorganische stof, met name calciumfosfaat (+/- 21 % Ca, +/- 10 % P), en een laag gehalte organische stof (+/- 30 %). Hierdoor is dit slib weinig geschikt voor een aantal verwerkingsprocessen die voor RWZI- en gelijkaardig slib wel van toepassing zijn, b.v. slibgisting.

### **Eindmaterialen**

Het gedroogde slib heeft een droge stofgehalte van +/- 90 %. Tot voor kort voldeed het slib niet aan de Vlarea normen voor gebruik als meststof, met name o.w.v. de verhoogde nikkel concentraties (200 tot 300 ppm). Door de invoering van 'good housekeeping' maatregelen bij het gebruik van nikkel katalysatoren bij de veredeling van vetten en oliën werd het nikkel gehalte in de afvalwaters en dus ook in het slib gereduceerd, en wordt de norm van 50 ppm nikkel behaald.

Een belangrijk deel van het slib wordt ook verwerkt door DEC (zie Technische Fiche C4 in bijlage 5). Momenteel lopen bij Cogepotas proeven om het door Cargill gedroogde slib te verwerken in kunstmeststof. Het hoge fosforgehalte van het slib blijkt bijzonder geschikt voor de toepassing in kunstmeststoffen.

### **Emissies**

Om geurhinder te beperken werd een 3 trapsrookgasreiniging in gebruik genomen:

- stofverwijdering door middel van een sproeier;
- omzetting van  $H_2S$  in  $H_2SO_4$  door een bacterieel proces;
- compostfilter.

Voorheen werd enkel een schorsfilter gebruikt, doch deze bleek onvoldoende om de geurhinder door voornamelijk  $H_2S$  onder controle te krijgen.

### **Energiegebruik**

De energievoorziening van de drooginstallatie gebeurt door middel van stoom die wordt geproduceerd in een nabij gelegen WKK installatie. Droging door biogas is geen haalbare optie aangezien het slib gezien zijn aard weinig geschikt is voor slibgisting (zie Verwerkte Materialen).

### **Kosten**

Er zijn geen gegevens beschikbaar over de kostprijs (werking en investering) van de installatie.

### **Technische problemen**

Slib dat blijft kleven op de binnenwand van de droger vormt een isolerende laag waardoor de capaciteit van de installatie vermindert. Om deze problemen op te lossen werden in het verleden kleine hoeveelheden vet toegevoegd in de droger. Deze maatregel bleek wel zeer effectief, maar wordt om veiligheidsredenen (brandgevaar) niet langer toegepast.

De verlading van het gedroogde slib gebeurde oorspronkelijk door middel van een dubbele schroef. Deze kwam geregeld vast te zitten wanneer het slib te nat was. De schroef werd inmiddels vervangen door een transportband, waarmee de verlading vrijwel probleemloos verloopt.

Bij slibdroging is er steeds een potentieel gevaar op zelfontbranding en stofexplosie.

**BIJLAGE 6: TECHNISCHE FICHES DEEL D: INNOVATIEVE  
TECHNOLOGIEËN**

D1.	Cambi proces .....	253
D2.	AFC technologie.....	255
D3.	Krepro procédé .....	257



## **D1. Cambi proces**

### **Doel**

Het Cambi proces omvat een thermische hydrolysestep die tot doel heeft het slib beter vergistbaar, beter ontwaterbaar en pathogeenvrij te maken.

### **Proces- en installatiebeschrijving**

In het Cambi proces, ontworpen door het Noorse ingenieursbureau Cambi, wordt slib vergist nadat het vooraf onderworpen werd aan een thermische hydrolyse (Cadett, 2000). Het te behandelen slib wordt ontwaterd tot 15 – 20 % DS en dan verwarmd tot 150 à 180 °C door middel van stoominjectie. Hierdoor komen hydrolysereacties op gang waarbij complexe verbindingen zoals eiwitten omgezet worden in eenvoudigere substanties die gemakkelijker te vergisten zijn. Na een verblijftijd van 30 minuten in de hydrolyse reactor bij een druk van 8 – 10 bar wordt het slib gedurende 20 dagen vergist. Het vergiste slib wordt opnieuw ontwaterd, ditmaal tot 30 – 40 % DS. In totaal bereikt het proces een massareductie van 70 % t.o.v. vers slib.

De voorafgaande hydrolyse heeft volgende voordelen:

- het slib is beter vergistbaar zodat het rendement van de vergisting stijgt: bij de vergisting wordt gemiddeld 60 % van het organische materiaal omgezet in biogas, terwijl bij conventionele vergisting (zonder voorafgaande hydrolyse) van gelijkaardig slib slechts een omzetting van ongeveer 40 % zou worden gerealiseerd;
- het slib is pathogeenvrij als gevolg van de hoge temperatuur tijdens de hydrolyse;
- de viscositeit van het slib verlaagt tijdens het hydrolyseproces: hierdoor mag het droge stofgehalte aan de ingang van de vergister groter zijn dan zonder voorafgaande hydrolyse (10 – 12 % versus 5 – 6 % DS), zodat de capaciteit van de vergister (in termen van droge stof) vergroot;
- de ontwaterbaarheid van het slib neemt toe.

### **Bestaande installaties**

Het Cambi proces werd voor het eerst op industriële schaal toegepast op de RWZI te Hamar in Noorwegen. De installatie werd eind 1995 in gebruik genomen waarin en heeft een totale capaciteit van 3.600 ton droge stof per jaar. Het volume van de hydrolyse reactor bedraagt 10 m<sup>3</sup>, dat van de vergister 1.300 m<sup>3</sup>. Een slibdrooginstallatie is beschikbaar, doch deze wordt slechts occasioneel gebruikt. Het droge stofgehalte van het ontwaterde slib is immers hoog genoeg voor de gebruikte afzetroutes. Een groot deel van het verwerkte slib werd gebruikt in landaanwinningsprojecten en als afdeklaag voor de lokale stortplaats.

Inmiddels begint de technologie ook op andere RWZI's, o.a. in de UK, Denemarken en Noorwegen toegepast te worden.

### **Verwerkbare materialen**

In de installatie op de RWZI te Hamar wordt slib van de eigen RWZI verwerkt.

### **Eindmaterialen**

Het eindmateriaal is dankzij de hydrolysebehandeling pathogeenvrij en kan in Noorwegen in de landbouw afgezet worden.

**Emissies**

Afvalwater dat vrijkomt in het proces wordt teruggevoerd naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie.

Emissies naar lucht zijn in hoofdzaak afkomstig van de verbranding van biogas.

**Energiegebruik**

Het biogas dat vrijkomt tijdens de vergisting wordt verbrand in een motor. De warmte die in de motor geproduceerd wordt volstaat om de stoom voor het hydrolyseproces te produceren, zodat er sprake is van een netto energieproductie. Vergeleken met een conventionele vergisting (zonder voorafgaande hydrolyse) zou netto tot 20 % meer elektriciteit kunnen geproduceerd worden.

**Kosten**

Voor de installatie op de RWZI te Hamar werd na 2 jaar werking een kostprijs van minder dan 1.850 Noorse Kronen (+/- 9.000 BEF) per ton droge stof berekend (prijsniveau 1997), inclusief investeringen, werkingskosten en afzet van het eindmateriaal.

De kostprijs voor de hydrolyse alleen bedraagt ongeveer 400-800 Noorse Kronen (2000-4000 BEF) per ton droge stof. Deze kostprijs zou zichzelf terug verdienen door de verhoogde energieproductie en de lagere hoeveelheid af te zetten eindmateriaal. De terugverdienperiode voor een RWZI wordt geschat op 4 tot 8 jaar.

**Technische problemen**

Er wordt geen melding gemaakt van technische problemen.

**Toepasbaarheid in Vlaanderen**

geen bijzonderheden

## D2. AFC technologie (Advanced Fluidized Composting)

### Doel

De AFC technologie is een gepatenteerd proces waarmee hoogbelaste, vloeibare afvalwaterstromen en organisch slib kunnen worden geoxideerd tot CO<sub>2</sub> en water, waardoor de productie van organisch slib praktisch volledig geëlimineerd wordt.

### Proces- en installatiebeschrijving

De AFC technologie is een combinatie van 3 proces stappen (EPT, 2000):

#### - *thermofiele aërobe biologische behandeling*

De biologische reactor functioneert bij een temperatuur van 45 - 70 °C en een zuurstofgebruik van 250 – 600 mg/l/uur. Door de inzet van thermofiele bacteriën wordt het aanwezige organische materiaal vrijwel volledig afgebroken en omgezet in CO<sub>2</sub> en water. De productie van organisch slib in de biologische reactor is zeer laag.

#### - *biomassascheiding*

De thermofiele biomassa die wordt geproduceerd in de bioreactor is zeer ‘licht’ en moeilijk bezinkbaar. Daarom gebeurt de biomassascheiding van het biologisch proces meestal d.m.v. ultrafiltratie, soms ook d.m.v. flotatie. Het vloeibare effluent wordt teruggevoerd naar de waterzuivering, de afgescheiden biomassa wordt chemisch behandeld, zodat zij in het systeem aanwezig blijft.

#### - *chemische kalking*

De thermofiele biomassa die wordt afgescheiden uit de biologische reactor wordt langs chemische weg afgebroken. Organische vaste stoffen (slib, overtollige cel massa, recalcitrante organische stoffen) worden hierbij gekraakt, zodat zij beter biodegradeerbaar zijn, en vervolgens teruggevoerd naar de biologische reactor.

De chemische kalking berust op het Fenton principe, d.w.z. door in situ productie van hydroxylradicalen als gevolg van de reactie van waterstofperoxide en ijzerionen onder licht zuur milieu. De chemische kalking wordt uitgevoerd in batch. De behandelingstijd kan aangepast worden in functie van het recalcitrant karakter van de te behandelen stroom.

De combinatie van de thermofiele biologische afbraak, de chemische kalking en de retentie van de biomassa in het systeem, leidt tot een efficiënte afbraak van het COD en elimineert de productie van organisch slib quasi volledig.

### Bestaande installaties

Van de AFC technologie bestaan een 5-tal grootschalige toepassingen (4 in de Verenigde Staten en 1 in Taiwan). In deze systemen worden diverse soorten organisch belaste afvalwaterstromen (reststromen) en organisch slib, o.a. afkomstig uit de zuivel- en vleesverwerkende industrie, behandeld.

### Verwerkbare materialen

De AFC technologie is geschikt voor verwerking van hoogbelaste, vloeibare, organische afvalwaterstromen en organisch slib (spuisslib van waterzuiveringsinstallaties, flotatieslib, enz.). Onder de verwerkbare slibsoorten worden specifiek vermeld: actief slib uit de farmaceutische, chemische, kunstof- en voedingsindustrie.

**Eindmaterialen**

Na behandeling d.m.v. de AFC technologie rest er vrijwel geen organische afvalstroom meer. Eventueel anorganische fracties in de te verwerken afvalstromen worden door de AFC technologie echter niet verwijderd.

**Emissies****Energiegebruik****Kosten**

Voor de totale exploitatiekost van de AFC technologie worden cijfers opgegeven van 6.000 à 7.000 BEF/ton COD voor reststromen en 8.000 à 9.000 BEF/ton droge stof voor slibstromen.

**Technische problemen****Toepasbaarheid in Vlaanderen**

De firma Botech tracht de AFC technologie in de Benelux te introduceren. Zij heeft hiertoe een samenwerkingsakkoord met de Engelse firma EPT, vertegenwoordiger van de Amerikaanse patenthouder.



### **D3. Krepro procédé**

#### **Doel**

Het Krepro procédé is ontwikkeld door Kemira en maakt het mogelijk zuiveringsslib zodanig te verwerken dat er fosfaat neerslaat en kan worden teruggewonnen.

#### **Proces- en installatiebeschrijving**

Het Krepro-procédé begint met het indikken van het zuiveringsslib tot 5-7 % droge stof. Vervolgens wordt zwavelzuur toegevoegd (tot pH 1 tot 3) zodat fosfaat en anorganische zouten grotendeels oplossen. In een reactor wordt het aangezuurde slib verhit tot 140 °C waarbij 40 % van het aanwezige organische materiaal door hydrolyse wordt omgezet in makkelijk biodegradeerbare componenten die zich in de vloeistoffase bevinden. De resterende vaste stof, hoofdzakelijk bestaande uit onoplosbaar organisch materiaal (vezels) wordt door middel van een centrifuge ontwaterd tot 50 % droge stof en kan b.v. gebruikt worden als brandstof. De waterfractie wordt gemengd met ijzer en alkali zodat ijzerfosfaat neerslaat dat in de landbouw kan worden toegepast. Op deze manier wordt ongeveer 75 % van het in het slib aanwezige fosfaat teruggewonnen. De vloeibare fractie die overblijft na de fosfaatverwijdering wordt, na precipitatie van de zware metalen, teruggevoerd naar de waterzuivering, waar het dienst doet als koolstofbron bij het denitrificeren van afvalwater (Karlsson I., 2000).

#### **Bestaande installaties**

Het Krepro procédé is beproefd met een full scale pilot installatie op de Zweedse RWZI bij Helsingborg. Deze installatie werd in gebruik genomen in 1995 en heeft gedurende meerdere jaren 80 % tot 90 % van de totale slibproductie met Krepro verwerkt. De installatie is stilgelegd omdat de RWZI het slib kwijt kon aan de landbouw.

Momenteel overweegt de Zweedse gemeente Malmö tot de bouw van een verwerkingsinstallatie volgens het Krepro-procédé. Hiervoor zou het aanspraak kunnen maken op 80 miljoen BEF subsidie vanwege de Zweedse overheid (An., 2000).

#### **Verwerkbare materialen**

Met het Krepro procédé kan zowel vers als vergist RWZI-slib worden verwerkt. Meestal wordt gewerkt met ingedikt slib (zie Proces en installatiebeschrijving), doch ook ontwaterd slib met een droge stofgehalte van 20 % kan verwerkt worden. Momenteel wordt onderzocht of het procédé ook geschikt is voor het verwijderen van coagulant uit drinkwaterslib.

#### **Eindmaterialen**

Het ijzerfosfaat dat door het Krepro procédé wordt geproduceerd kan ofwel worden opgewerkt tot diverse fosfaat producten, ofwel rechtstreeks in de landbouw als meststof worden toegepast. Het heeft in vergelijking met kunststoffosfaatmeststoffen vergelijkbare of lagere gehalten aan zware metalen, een sterk verminderde oplosbaarheid in water en een gelijkaardige oplosbaarheid in citraat. Veldtesten toonden aan dat het fosfaat beschikbaar is voor de gewassen en dat de opbrengst bij gebruik van Krepro fosfaat van vergelijkbare grootte-orde is als bij gebruik van kunststoffosfaatmeststoffen.

Het resterende slibresidu heeft na ontwatering een droge stofgehalte van +/- 50 % en een asgehalte van 30 % (op droge stof basis). Het heeft een energieinhoud die vergelijkbaar is met die van hout en kan hierdoor als brandstof gebruikt worden. In de warmtekracht koppeling centrale te Linköping, Zweden werden tests uitgevoerd om het Krepro slib mee te

verbranden met de normaal gebruikte houtbrandstoffen. De brandstofmengeling bestond uit 80 % hout en 20 % Krepro slib. Gedurende de tests werden geen technische problemen vastgesteld, doch de coverbranding van slib had wel een invloed op de emissies van de installatie en op de kwaliteit van de verbrandingsresten. In het bijzonder werd een sterke stijging van de SO<sub>x</sub> emissies vastgesteld wanneer slib werd coverbrand (de installatie waarin de test werd uitgevoerd was niet voorzien van een ontzwaveling).

**Emissies****Energiegebruik****Kosten**

Volgens Kemira is het Krepro procédé goedkoper dan slibverbranding.

**Technische problemen****Toepasbaarheid in Vlaanderen**

**BIJLAGE 7:           BEREKENING VAN ENERGIEBALANSEN**

Voor de beoordeling van het aspect energiegebruik wordt voor de diverse verwerkingssystemen de energiebalans bekeken. De energiebalans wordt beschouwd vanaf het indikken (inbegrepen) tot en met de eindafzet. Er wordt niet alleen rekening gehouden met de verbruikte energie, doch ook met de eventueel geproduceerde energie. Alle energiecijfers worden teruggerekend naar primaire energie, rekening houdend met conversierendementen van 80 % voor opwekking van warmte (b.v. in een aardgasketel) en 40 % voor elektriciteitsopwekking in een elektriciteitscentrale.

## Energiebalansen voor eenheidsbewerkingen

In onderstaande tabel worden voor een aantal eenheidsbewerkingen indicatieve cijfers gegeven die verder gehanteerd zullen worden voor de berekening van de energiebalansen. Alle cijfers zijn uitgedrukt per ton droge stof in het verse, niet-vergiste slib. De opgegeven cijfers dienen enkel gehanteerd te worden als grootte-orde. De exacte energiewaarden zijn afhankelijk van de aard van het slib en variaties in de technologie-uitvoering.

Eenheidsbewerking	Energiegebruik per ton droge stof in het verse slib		Energieproductie per ton droge stof in het verse slib		Energiebalans <sup>131</sup>
	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in MJ <sub>prim</sub>
Indikking	45 kWh elektr.	405 MJ			-405 MJ
Ontwatering	100 kWh elektr.	900 MJ			-900 MJ
Behandeling <sup>132</sup>	g.g.				-1.140 MJ <sup>133</sup>
Slibgisting – biogas in ketel	165 kWh elektr. 2.050 MJ warmte <sup>134</sup>	1.485 MJ 2.563 MJ	250 Nm <sup>3</sup> biogas	5.750 MJ	1.702 MJ
Slibgisting – biogas in gasmotor	165 kWh elektr. 2.050 MJ warmte <sup>135</sup>	1.485 MJ 2.563 MJ	447 kWh elektr. <sup>136</sup> 2.587 MJ warmte	4.025 MJ 3.234 MJ	3.211 MJ
Compostering	160 kWh elektr.	1.140 MJ			-1.140 MJ
Droge slibgisting	g.g.				3.211 MJ <sup>137</sup>

<sup>131</sup> energieproductie - energiegebruik

<sup>132</sup> bewerking uit Vlarea subbijlage 4.2.1.C (zie paragraaf 2.3.1.3), andere dan vergisten, drogen of composteren

<sup>133</sup> cijfer overgenomen van compostering bij gebrek aan specifieke gegevens

<sup>134</sup> 2.600 MJ per ton droge stof bij wintercondities, 1.500 MJ per ton droge stof bij zomercondities

<sup>135</sup> 2.600 MJ per ton droge stof bij wintercondities, 1.500 MJ per ton droge stof bij zomercondities

<sup>136</sup> rekenend met een biogasproductie van 250 Nm<sup>3</sup> (5.750 MJ) per ton droge stof, in de veronderstelling dat het biogas wordt verbrand in een gasmotor met een elektrisch rendement van 28 % en een thermisch rendement van 45 %.

<sup>137</sup> cijfer voor energiebalans overgenomen van slibgisting bij gebrek aan specifieke gegevens

	Energiegebruik per ton droge stof in het verse slib		Energieproductie per ton droge stof in het verse slib		Energie- balans <sup>138</sup> in MJ <sub>prim</sub>
	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	
Opwerken tot kalkhoudende bodemverbeteraar	g.g.		.		-1.140 MJ <sup>139</sup>
Opwerken tot zwarte grond of slecht doorlatend materiaal	g.g.				-1.140 MJ <sup>140</sup>
Solidifiëren	g.g.				-1.140 MJ <sup>141</sup>
Storten	g.g.				-500 MJ <sup>142</sup>
Gebruik als meststof of bodemverbeterend middel	g.g.				-500 MJ <sup>143</sup>

---

<sup>138</sup> energieproductie - energiegebruik

<sup>139</sup> cijfer overgenomen van compostering bij gebrek aan specifieke gegevens

<sup>140</sup> cijfer overgenomen van compostering bij gebrek aan specifieke gegevens

<sup>141</sup> cijfer overgenomen van compostering bij gebrek aan specifieke gegevens

<sup>142</sup> naar schatting

<sup>143</sup> naar schatting

Eenheidsbewerking	Energiegebruik per ton droge stof in het verse slib		Energieproductie per ton droge stof in het verse slib		Energiebalans <sup>144</sup>
	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in MJ <sub>prim</sub>
Drogen van niet vergist slib – conventionele droger <sup>145</sup>	7.215 MJ warmte 133 kWh elektr.	9.020 MJ 1.197 MJ			-10.217 MJ
Drogen van vergist slib – conventionele droger <sup>146</sup>	3.972 MJ warmte 73 kWh elektr.	4.965 MJ 657 MJ			-5.622 MJ
Drogen van niet vergist slib - hoogrendementsdroger <sup>147</sup>	2.065 MJ warmte 444 kWh elektr.	2.580 MJ 3.996 MJ			-6.576 MJ
Drogen van vergist slib - hoogrendementsdroger <sup>148</sup>	1.136 MJ warmte 244 kWh elektr.	1.420 MJ 2.196 MJ			-3.616 MJ

<sup>144</sup> energieproductie - energiegebruik

<sup>145</sup> warmteverbruik 3.250 kJ/kg H<sub>2</sub>O en elektriciteitsverbruik 60 kWh/ton H<sub>2</sub>O; droging van 30 % droge stof tot 90 % droge stof

<sup>146</sup> warmteverbruik 3.250 kJ/kg H<sub>2</sub>O en elektriciteitsverbruik 60 kWh/ton H<sub>2</sub>O; droging van 35 % droge stof tot 90 % droge stof, per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te drogen

<sup>147</sup> warmteverbruik 930 kJ/kg H<sub>2</sub>O en elektriciteitsverbruik 200 kWh/ton H<sub>2</sub>O; droging van 30 % droge stof tot 90 % droge stof

<sup>148</sup> warmteverbruik 930 kJ/kg H<sub>2</sub>O en elektriciteitsverbruik 200 kWh/ton H<sub>2</sub>O; droging van 35 % droge stof tot 90 % droge stof, per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te drogen

Eenheidsbewerking	Energiegebruik per ton droge stof in het verse slib		Energieproductie per ton droge stof in het verse slib		Energiebalans <sup>149</sup>
	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in MJ <sub>prim</sub>
Verbranding van niet vergist slib in een conventionele slibverbrandingsinstallatie <sup>150</sup>	15.750 MJ warmte 300 kWh elektr.	19.687 MJ 2.700 MJ			-22.387 MJ
Verbranding van vergist slib in een conventionele slibverbrandingsinstallatie <sup>151</sup>	8.775 MJ warmte 210 kWh elektr.	10.969 MJ 1.890 MJ			-12.859 MJ
Verbranding van niet vergist slib in een hoogrendements-slibverbrandingsinstallatie <sup>152</sup>	300 kWh elektr.	2.700 MJ			-2.700 MJ
Verbranding van vergist slib in een hoogrendements-slibverbrandingsinstallatie <sup>153</sup>	210 kWh elektr.	1.890 MJ			-1.890 MJ

<sup>149</sup> energieproductie - energiegebruik

<sup>150</sup> warmteverbruik 6.750 kJ/kg H<sub>2</sub>O en elektriciteitsverbruik 300 kWh/ton droge stof; droge stofgehalte ingaand slib: 30 %

<sup>151</sup> warmteverbruik 6.750 kJ/kg H<sub>2</sub>O en elektriciteitsverbruik 300 kWh/ton droge stof; droge stofgehalte ingaand slib: 35 %; per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden

<sup>152</sup> warmteverbruik 0 (autotherme verbrandingscondities) en elektriciteitsverbruik 300 kWh/ton droge stof

<sup>153</sup> warmteverbruik 0 (autotherme verbrandingscondities) en elektriciteitsverbruik 300 kWh/ton droge stof; per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden

Eenheidsbewerking	Energiegebruik per ton droge stof in het verse slib		Energieproductie per ton droge stof in het verse slib		Energiebalans <sup>154</sup>
	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in MJ <sub>prim</sub>
Verbranding van niet vergist ontwaterd slib in een afvalverbrandingsinstallatie <sup>155</sup>			361 kWh	3.249 MJ	3.249 MJ
Verbranding van vergist ontwaterd slib in een afvalverbrandingsinstallatie <sup>156</sup>			211 kWh	1.899 MJ	1.899 MJ
Verbranding van gedroogd niet-vergist slib in een afvalverbrandingsinstallatie <sup>157</sup>			731 kWh elektr.	6.579 MJ	6.579 MJ
Verbranding van gedroogd vergist slib in een afvalverbrandingsinstallatie <sup>158</sup>			415 kWh elektr.	3.735 MJ	3.735 MJ

<sup>154</sup> energieproductie - energiegebruik

<sup>155</sup> energie-inhoud niet-vergist slib bij 30 % droge stof: 1,95 MJ/kg (13,5 MJ/kg droge stof en –3 MJ/kg water); rendement elektriciteitsopwekking 20 %

<sup>156</sup> energie-inhoud vergist slib bij 35 % droge stof: 1,9 MJ/kg (11 MJ/kg droge stof en –3 MJ/kg water); rendement elektriciteitsopwekking 20 %; per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden

<sup>157</sup> energie-inhoud niet-vergist slib bij 90 % droge stof: 11,85 MJ/kg (13,5 MJ/kg droge stof en –3 MJ/kg water); rendement elektriciteitsopwekking 20 %

<sup>158</sup> energie-inhoud vergist slib bij 90 % droge stof: 9,6 MJ/kg (11 MJ/kg droge stof en –3 MJ/kg water); rendement elektriciteitsopwekking 20 %; per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden



	Energiegebruik per ton droge stof in het verse slib		Energieproductie per ton droge stof in het verse slib		Energiebalans <sup>159</sup>
	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in MJ <sub>prim</sub>
Coverbranding van gedroogd niet-vergist slib in een poederkoolcentrale <sup>160</sup>			1.463 kWh elektr.	13.167 MJ	13.167 MJ
Coverbranding van gedroogd vergist slib in een poederkoolcentrale <sup>161</sup>			830 kWh elektr.	7.467 MJ	7.467 MJ
Coverbranding van ontwaterd niet-vergist slib in een poederkoolcentrale <sup>162</sup>	660 / 1.139 kWh elektr. <sup>163</sup>	5.938 / 11.875 MJ	1.445 / 1.426 kWh elektr. <sup>164</sup>	13.005 / 12.834 MJ	7.067 / 959 MJ <sup>164</sup>
Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een poederkoolcentrale <sup>165</sup>	462 / 923 kWh elektr. <sup>163</sup>	4.156 / 8.312 MJ	819 / 809 kWh elektr. <sup>164</sup>	7.371 / 7.283 MJ	3.215 / -1.029 MJ <sup>164</sup>
Coverbranding van ontwaterd niet-vergist slib in een bruinkoolcentrale <sup>166</sup>			5.525 MJ elektr. + stoom	6.500 MJ	6.500 MJ
Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een bruinkoolcentrale <sup>167</sup>			3.230 MJ elektr. + stoom	3.800 MJ	3.800 MJ

<sup>159</sup> energieproductie - energiegebruik

<sup>160</sup> energie-inhoud niet-vergist slib bij 90 % droge stof: 11,85 MJ/kg (13,5 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water); rendement elektriciteitsopwekking 40 %

<sup>161</sup> energie-inhoud vergist slib bij 90 % droge stof: 9,6 MJ/kg (11 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water); rendement elektriciteitsopwekking 40 %; per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden

<sup>162</sup> droging van het slib gebeurt in de kolenmolens met warme lucht die afgetapt wordt ter hoogte van de LUVUO; energie-inhoud niet-vergist slib bij 90 % droge stof: 11,85 MJ/kg (13,5 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water); rendement elektriciteitsopwekking < 40 % (rendementsdaling tengevolge van het drogen van het slib)

<sup>163</sup> verminderde elektriciteitsproductie uit steenkool tengevolge van de daling van het rendement van de centrale door het drogen van het slib in de kolenmolens, rekenend met een daling van het rendement van 40 % tot respectievelijk 39,5 % en 39,0 % (bij een bijstook van 5 % slib)

<sup>164</sup> elektriciteitsproductie uit het slib, rekenend met een rendement van respectievelijk 39,5 % en 39,0 %

<sup>165</sup> droging van het slib gebeurt in de kolenmolens met warme lucht die afgetapt wordt ter hoogte van de LUVUO; energie-inhoud vergist slib bij 90 % droge stof: 9,6 MJ/kg (11 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water); rendement elektriciteitsopwekking < 40 % (rendementsdaling tengevolge van het drogen van het slib); per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden

<sup>166</sup> energie-inhoud niet-vergist slib bij 30 % droge stof: 1,95 MJ/kg (13,5 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water); rendement opwekking elektriciteit + stoom: 85 %; er wordt ervan uitgegaan dat de coverbranding van slib het rendement van de centrale niet negatief beïnvloedt

<sup>167</sup> energie-inhoud vergist slib bij 35 % droge stof: 1,9 MJ/kg (11 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water); rendement opwekking elektriciteit + stoom: 85 %; per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden; er wordt ervan uitgegaan dat de coverbranding van slib het rendement van de centrale niet negatief beïnvloedt

	Energiegebruik per ton droge stof in het verse slib		Energieproductie per ton droge stof in het verse slib		Energiebalans <sup>168</sup>
	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in MJ <sub>prim</sub>
Coverbranding van gedroogd niet-vergist slib in een cementoven <sup>169</sup>			13.167 MJ	13.167 MJ	13.167 MJ
Coverbranding van gedroogd vergist slib in een cementoven <sup>170</sup>			7.467 MJ	7.467 MJ	7.467 MJ
Coverbranding van ontwaterd slib in een cementoven			< 0 MJ	< 0 MJ	< 0 MJ
Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een cementoven			< 0 MJ	< 0 MJ	< 0 MJ
Coverbranding van gedroogd niet-vergist slib in een kleiverwerkend bedrijf <sup>171</sup>			13.167 MJ	13.167 MJ	13.167 MJ
Coverbranding van gedroogd vergist slib in een kleiverwerkend bedrijf <sup>172</sup>			7.467 MJ	7.467 MJ	7.467 MJ
Coverbranding van ontwaterd slib in een kleiverwerkend bedrijf <sup>173</sup>			13.167 MJ	13.167 MJ	13.167 MJ
Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een kleiverwerkend bedrijf <sup>174</sup>			7.467 MJ	7.467 MJ	7.467 MJ

<sup>168</sup> energieproductie - energiegebruik

<sup>169</sup> energie-inhoud niet-vergist slib bij 90 % droge stof: 11,85 MJ/kg (13,5 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water)

<sup>170</sup> energie-inhoud vergist slib bij 90 % droge stof: 9,6 MJ/kg (11 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water); per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden

<sup>171</sup> energie-inhoud niet-vergist slib bij 90 % droge stof: 11,85 MJ/kg (13,5 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water)

<sup>172</sup> energie-inhoud vergist slib bij 90 % droge stof: 9,6 MJ/kg (11 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water); per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden

<sup>173</sup> op voorwaarde dat het slib in het grondstofmengsel wordt gemengd en samen met de overige grondstoffen in de droogkamers gedroogd wordt met restwarmte uit de bakovens, energie-inhoud niet-vergist slib bij 90 % droge stof: 11,85 MJ/kg (13,5 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water)

<sup>174</sup> op voorwaarde dat het slib in het grondstofmengsel wordt gemengd en samen met de overige grondstoffen in de droogkamers gedroogd wordt met restwarmte uit de bakovens, energie-inhoud vergist slib bij 90 % droge stof: 9,6 MJ/kg (11 MJ/kg droge stof en -3 MJ/kg water); per ton droge stof in vers slib blijft na slibgisting slechts 0,7 ton droge stof over om te verbranden

	Energiegebruik per ton droge stof in het verse slib		Energieproductie per ton droge stof in het verse slib		Energiebalans <sup>175</sup>
	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in gangbare eenheid	in MJ <sub>prim</sub>	in MJ <sub>prim</sub>
Verglazing		7.600 MJ <sup>176</sup>			-7.600 MJ

---

<sup>175</sup> energieproductie - energiegebruik

<sup>176</sup> netto energiegebruik voor het drogen van het ontwaterde slib en het smelten van de anorganische fractie (Bron: K. Rogister, 1994)

## **Energiebalansen voor verwerkingssystemen**

De energiebalans voor de volledig verwerkingssystemen wordt bepaald als de som van de energiebalansen voor de opeenvolgende eenheidsbewerkingen.

In geval het verwerkingssysteem een slibgistingstap bevat, wordt er voor de berekening van de energiebalansen van uitgegaan dat het biogas verbrand wordt in een gasmotor, behalve wanneer het slib gedroogd wordt met biogas. In dit geval wordt gerekend met de energiecijfers voor verbranding van biogas in een ketel.

Bij drogen door restwarmte wordt het warmtegebruik van de droger niet meegerekend (het elektriciteitsgebruik wel). Bij drogen met biogas wordt het warmtegebruik van de slibgisting niet meegerekend, aangezien in deze warmtebehoefte wordt voorzien door restwarmte van de droger.

Energiegebruik voor transport is niet meegenomen in de balansen maar kan, afhankelijk van de inplantingsplaats van de slibverwerkende bedrijven, significant zijn. Ter indicatie: het energiegebruik voor transport wordt geschat op 1,84 MJ/ton km (R. Torfs, 1999). Transport van ontwaterd slib (30 % droge stof) over een afstand van 100 km geeft dus aanleiding tot een extra energiegebruik van 615 MJ/ton droge stof. Transport van vloeibaar slib (2,5 % droge stof) over een afstand van 50 km geeft aanleiding tot een extra energiegebruik van 3.680 MJ/ton droge stof.

Er wordt nogmaals benadrukt dat de cijfers in de tabel gezien de ruwe berekeningswijze enkel mogen gehanteerd worden als indicatieve waarden (grootte-orde), en dat de exacte energiebalans functie is van de aard van het slib en variaties in de technologie-uitvoering.

Code	Omschrijving	Opeenvolgende eenheidsbewerkingen	Energiebalans (MJ/ton droge stof)
S1	Storten van ontwaterd slib	indikken - conditioneren/ontwateren - storten	-1.805
S2	Storten van ontwaterd vergist slib	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - storten	1.406
S3	Storten van gesolidificeerd slib	indikken - conditioneren/ontwateren - solidifiëren - storten	-2.945
S4	Storten van gesolidificeerd vergist slib	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - solidifiëren - storten	266
S5	Storten van gecomposteerd slib	indikken - conditioneren/ontwateren - composteren - storten	-2.945
S6	Storten van gecomposteerd vergist slib	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - composteren - storten	266
S7	Storten van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie)	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - storten	-12.022
S8	Storten van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte)	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - storten	-3.002
S9	Storten van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie)	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - storten	-4.216
S10	Storten van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas)	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - storten	-3.162
S11	Storten van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte)	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - storten	749
S12	Storten van gedroogd slib (hoogrendementsdroger)	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) – storten	-8.381
S13	Storten van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger)	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - storten	-2.210
A1	Gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt slib in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen	indikken - conditioneren/ontwateren - opwerken tot slecht doorlatend materiaal - gebruik in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen	-2.945
A2	Gebruik van tot slecht doorlatend materiaal opgewerkt vergist slib in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - opwerken tot slecht doorlatend materiaal - gebruik in afdichtlagen, b.v. van stortplaatsen	266
L1	Gebruik van vloeibaar slib als meststof	indikken - behandelen <sup>177</sup> - gebruik als meststof	-2.045
L2	Gebruik van vloeibaar vergist slib als meststof	indikken - vergisten - gebruik als meststof	2.306

<sup>177</sup> bewerking uit Vlara subbijlage 4.2.1.C (zie paragraaf 2.3.1.3), andere dan vergisten, drogen of composteren

L3	Gebruik van ontwaterd slib als meststof	indikken - behandelen <sup>177</sup> - conditioneren/ontwateren - gebruik als meststof	-2.945
L4	Gebruik van ontwaterd vergist slib als meststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - gebruik als meststof	1.406
L5	Gebruik van gecomposteerd slib als bodemverbeteraar	indikken - conditioneren/ontwateren - composteren - gebruik als bodemverbeteraar	-2.945
L6	Gebruik van gecomposteerd vergist slib als bodemverbeteraar	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - composteren - gebruik als bodemverbeteraar	266
L7	Gebruik van tot kalkhoudende bodemverbeteraar opgewerkt slib als kalkmeststof	indikken - conditioneren/ontwateren - opwerken tot kalkhoudende bodemverbeteraar - gebruik als kalkmeststof	-2.945
L8	Gebruik van tot kalkhoudende bodemverbeteraar opgewerkt vergist slib als kalkmeststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - opwerken tot kalkhoudende bodemverbeteraar - gebruik als kalkmeststof	266
L9	Gebruik van tot zwarte grond opgewerkt slib als zwarte grond	indikken - behandelen <sup>177</sup> - conditioneren/ontwateren - opwerken tot zwarte grond - gebruik als zwarte grond	-4.085
L10	Gebruik van tot zwarte grond opgewerkt vergist slib als zwarte grond	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - opwerken tot zwarte grond - gebruik als zwarte grond	266
L11	Gebruik van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) als meststof	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - gebruik als meststof	-12.022
L12	Gebruik van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) als meststof	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - gebruik als meststof	-3.002
L13	Gebruik van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) als meststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - gebruik als meststof	-4.216
L14	Gebruik van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) als meststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - gebruik als meststof	-3.162
L15	Gebruik van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) als meststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - gebruik als meststof	749
L16	Gebruik van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) als meststof	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - gebruik als meststof	-8.381
L17	Gebruik van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) als meststof	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - gebruik als meststof	-2.210
V1	Verbranding van ontwaterd slib in een conventionele slibverbrandingsinstallatie	indikken - conditioneren/ontwateren - verbranding in een conventionele slibverbrandingsinstallatie	-23.692
V2	Verbranding van ontwaterd vergist slib in een conventionele slibverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - verbranding in een conventionele slibverbrandingsinstallatie	-10.953
V3	Verbranding van ontwaterd slib in een hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie	indikken - conditioneren/ontwateren - verbranding in een hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie	-4.005
V4	Verbranding van ontwaterd vergist slib in een	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - verbranding in een	16

	hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie	hoogrendementsslibverbrandingsinstallatie	
V5	Verbranding van ontwaterd slib in een afvalverbrandingsinstallatie	indikken - conditioneren/ontwateren - verbranding in een afvalverbrandingsinstallatie	1.944
V6	Verbranding van ontwaterd vergist slib in een afvalverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - verbranding in een afvalverbrandingsinstallatie	3.805
V7	Verbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	-4.943
V8	Verbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	4.077
V9	Verbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	19
V10	Verbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	1.073
V11	Verbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	4.984
V12	Verbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	-1.302
V13	Verbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - verbranding in een slib- of afvalverbrandingsinstallatie	2.025
E1	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een poederkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een poederkoolcentrale	1.645
E2	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een poederkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een poederkoolcentrale	10.665
E3	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een poederkoolcentrale	3.751
E4	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - coverbranding in een poederkoolcentrale	4.805
E5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een poederkoolcentrale	8.716
E6	Coverbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een poederkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een poederkoolcentrale	5.286

E7	Coverbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een poederkoolcentrale	5.757
E8	Coverbranding van ontwaterd slib in een poederkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een poederkoolcentrale	5.762 / -346 <sup>178</sup>
E9	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een poederkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een poederkoolcentrale	5.121 / 1.905 <sup>178</sup>
E10	Coverbranding van ontwaterd slib in een bruinkoolcentrale	indikken - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een bruinkoolcentrale	5.195
E11	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een bruinkoolcentrale	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een bruinkoolcentrale	5.706
C1	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een cementoven	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een cementoven	1.645
C2	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een cementoven	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een cementoven	10.665
C3	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, fossiele energie) in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een cementoven	3.751
C4	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, biogas) - coverbranding in een cementoven	4.805
C5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een cementoven	8.716
C6	Coverbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een cementoven	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een cementoven	5.286
C7	Coverbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een cementoven	5.757
C8	Coverbranding van ontwaterd slib in een cementoven	indikken - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een cementoven	< -1.305
C9	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een cementoven	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een cementoven	< 1.906
K1	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, fossiele energie) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, fossiele energie) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf	1.645
K2	Coverbranding van gedroogd slib (conventionele droger, restwarmte) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf	10.665
K3	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger,	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (conventionele	3.751

<sup>178</sup> rekenend met een daling van het rendement van de centrale van 40 % tot respectievelijk 39,5 % en 39,0 % tengevolge van het drogen van slib in de kolenmolens (bij een bijstook van 5 % slib)



	fossiele energie) in een kleiverwerkend bedrijf	droger, fossiele energie) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf	
K4	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, biogas) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren – drogen (conventionele droger, biogas) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf	4.805
K5	Coverbranding van gedroogd vergist slib (conventionele droger, restwarmte) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren – drogen (conventionele droger, restwarmte) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf	8.716
K6	Coverbranding van gedroogd slib (hoogrendementsdroger) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf	5.286
K7	Coverbranding van gedroogd vergist slib (hoogrendementsdroger) in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - vergisten - conditioneren/ontwateren - drogen (hoogrendementsdroger) - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf	5.757
K8	Coverbranding van ontwaterd slib in een kleiverwerkend bedrijf	indikken - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf	11.862
K9	Coverbranding van ontwaterd vergist slib in een kleiverwerkend bedrijf	indikken – vergisten - conditioneren/ontwateren - coverbranding in een kleiverwerkend bedrijf	9.373
N1	Natte oxidatie van ingedikt slib	indikken - natte oxidatie	?
N2	Natte oxidatie van vergist ingedikt slib	indikken - vergisten - natte oxidatie	?
P	Pyrolyse	indikken - (vergisten) - conditioneren/ontwateren – drogen - pyrolyse	?
G	Vergassing	indikken - (vergisten) - conditioneren/ontwateren - drogen - vergassing	?
GL	Verglazing	indikken - (vergisten) - conditioneren/ontwateren - drogen - verglazing	- 8.905



## BIJLAGE 8: SAMENSTELLINGSVOORWAARDEN VOOR GEBRUIK VAN SLIB IN DE LANDBOUW

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de samenstellingsvoorwaarden die in diverse landen van toepassing zijn voor gebruik van slib in de landbouw. In de tabel zijn enkel de voorwaarden inzake metaalconcentraties opgenomen. In een aantal landen gelden hier bovenop ook nog voorwaarden inzake gehalten aan organische stoffen. Alle concentraties zijn uitgedrukt in mg/kg DS.

	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	As
Vlaanderen	300	6	250	375	50	5	900	150
Denemarken	120	0,8	100	1000	30	0,8	4000	
Duitsland	900	10 <sup>179</sup>	900	800	200	8	2500 <sup>180</sup>	
Finland	100	1,5	300	600	100	1	1500	
Frankrijk	800	15	1000	1000	200	10	3000	
UK (weideland)	1000							
Ierland	750	20	-	1000	300	16	2500	
Italië	750	20	-	1000	300	10	2500	
Luxemburg <sup>181</sup>	1200	40	1750	1750	400	25	4000	
Nederland	100	1,25	75	75	30	4,75	300	15
Wallonië	500	10	500	600	100	10	2000	
USA <sup>182</sup>	840	85	3000	4300	420	57	7500	75
EU <sup>183</sup>	750	10	1000	1000	300	10	2500	

Bron: Evans, 2000

(behalve waarden voor Vlaanderen en Ontwerp Europese Richtlijn)

<sup>179</sup> 5 bij pH 5-6; 10 bij pH >6

<sup>180</sup> 2000 bij pH 5-6; 2500 bij pH >6

<sup>181</sup> grenswaarden (richtwaarden liggen lager)

<sup>182</sup> grenswaarden (richtwaarden liggen lager)

<sup>183</sup> Ontwerp Europese Richtlijn betreffende het gebruik van slib in de landbouw, 3e draft, 27 april 2000



## BIJLAGE 9: SAMENSTELLINGSVOORWAARDEN VOOR GEBRUIK VAN AFVALSTOFFEN ALS BRANDSTOF

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de samenstellingsvoorwaarden die in diverse landen van toepassing zijn voor gebruik van afvalstoffen als brandstof. In de tabel zijn enkel de voorwaarden inzake metaalconcentraties opgenomen. Alle concentraties zijn uitgedrukt in mg/kg DS.

	Schweiz	StUA Münster		Bündesgütegem. (Medianwerte)		Zement Schweiz	Zementwerk Deutschland		Zement Aufber. Belgien B. Fr.	
	Richtw.	“Praxis”	“Max”	prod.sp.	Siedl. abf.		“Prax.”	“Max”		
Pb	200	50	100	70	190	200	100	300	1000	10000
Cd	2	3	5	4	4	2	4	9	100	100
Cr	100	40	120	40	125	100	60	120	1000	5000
Cu	100	100	150	120	350	100	100	500	1000	5000
Ni	100	50	100	25	80	100	50	100	1000	2000
Zn	400					400			5000	30000
Co	20	8	15	6	6	20	6	12	200	400
Sn	10	10	40	30	30	10	30	70		
As	15	9	20	5	5	15	5	13	200	200
Sb	5	25	60	25	25	5	25	60	50	100
Hg	0,5	0,6	1	0,6	0,6	0,5	0,6	1,2	10	10
Tl	3	1	2	1	1	3	1	2	100	100
Be	5	0,4	2	0,5	0,5	5	0,5	2	50	100
Se	5	5	10	3	3	5	3	5	50	100
Te		5	20	3	3		3	5	50	100

Bron: Ökopol