

1984-05_milieueffecten-afvalwaterbehandeling

stora

Milieueffecten van afvalwaterbehandeling



postbus 414, 2280 AK rijswijk

☎ 070 - 980.287

stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

Milieueffecten van afvalwaterbehandeling

STOWA
Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
tel. 030-321199
fax 030-321766

Publikaties en het publikatieoverzicht
kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079-611188
fax 079-613927
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.

	Inhoud	I - IV
	Ten geleide	V
1	SAMENVATTING	1 - 3
2	INLEIDING	4 - 6
3	AANPAK VAN DE STUDIE	7
4	AFVALWATER EN MILIEU-EFFECTEN	8 - 12
5	INZAMELING EN TRANSPORT VAN AFVALWATER	13 - 16
5.1	Inleiding	13
5.2	Inzameling en transport via gesloten leidingen	13
5.2.1	<i>gemengde en gescheiden inzameling en transport</i>	14
5.2.2	<i>centrale- en decentrale afvalwaterbehandeling</i>	14 - 15
5.3	Voorzieningen in verzamel- en transportstelsels	15 - 16
5.3.1	<i>overstorten</i>	15 - 16
5.3.2	<i>berging</i>	16
6	BEHANDELING VAN AFVALWATER	17 - 22
6.1	Inleiding	17
6.2	Mechanische afvalwaterbehandeling	17 - 18
6.2.1	<i>berging en opslag</i>	18
6.2.2	<i>voorbezinking</i>	18 - 19
6.3	Biologische afvalwaterbehandeling	19 - 21
6.3.1	<i>actief-slibsystemen</i>	19
6.3.2	<i>oxydatiebedden</i>	19 - 20
6.3.3	<i>actiefslib, oxydatiebed</i>	20
6.3.4	<i>slibbelasting</i>	20
6.3.5	<i>extensieve en intensieve zuiveringsmethoden</i>	21
6.4	Fysisch-chemische afvalwaterbehandeling	21 - 22
7	BEHANDELING VAN SLIB	23 - 32
7.1	Inleiding	23
7.2	Indikking	23 - 24
7.2.1	<i>gravitatie-indikking</i>	23
7.2.2	<i>flotatie-indikking</i>	23
7.2.3	<i>mechanische indikking</i>	24
7.3	Stabilisatie	24 - 24
7.3.1	<i>aërobe stabilisatie (excl. compostering)</i>	24
7.3.2	<i>anaërobe stabilisatie</i>	24 - 25
7.3.3	<i>thermische stabilisatie</i>	25
7.3.4	<i>chemische stabilisatie</i>	25
7.4	Natuurlijke ontwatering	25 - 26
7.4.1	<i>droogbed</i>	25
7.4.2	<i>lagune</i>	25
7.4.3	<i>veredeld droogbed</i>	26

7.5	Conditionering	26 - 27
7.5.1	<i>anorganische chemicaliën</i>	26
7.5.2	<i>organische chemicaliën</i>	26
7.5.3	<i>thermische conditionering < 0°C</i>	26
7.5.4	<i>thermische conditionering > 150°C</i>	26 - 27
7.5.5	<i>fysische conditionering</i>	27
7.6	Mechanische ontwatering	27 - 28
7.6.1	<i>zeebandpersen</i>	28
7.6.2	<i>centrifuges</i>	28
7.6.3	<i>vacuïmfilters</i>	28
7.6.4	<i>filterpersen</i>	28
7.7	Thermisch drogen	28 - 29
7.7.1	<i>drogen na mechanische voorontwatering</i>	28 - 29
7.7.2	<i>drogen zonder mechanische voorontwatering</i>	29
7.8	Verbranden	29 - 30
7.9	Desinfectie	30
7.9.1	<i>thermische desinfectie</i>	30
7.9.2	<i>chemische desinfectie</i>	30
7.9.3	<i>desinfectie met γ-bestraling</i>	30
7.10	Deponie van slib/as op het rwzi-terrein	30 - 31
7.10.1	<i>deponie van slib op rwzi</i>	30 - 31
7.10.2	<i>deponie van as op rwzi</i>	31
7.11	Afvoer van slib van rwzi	31
7.12	Centrale verwerking van slib	31
8	AFVOER VAN GEZUIVERD AFVALWATER	32 - 36
8.1	Inleiding	32
8.2	Plaats van afvoer	32 - 33
8.2.1	<i>oppervlaktewater (zoet)</i>	32 - 33
8.2.2	<i>bodem/grondwater</i>	33
8.2.3	<i>oppervlaktewater (zout)</i>	33
8.3	Methode van afvoer	33 - 34
8.3.1	<i>directe afvoer</i>	33
8.3.2	<i>pijpleiding</i>	33 - 34
8.4	Kwaliteit van het effluent	34 - 35
8.4.1	<i>geen zuivering</i>	34
8.4.2	<i>mechanische zuivering</i>	34
8.4.3	<i>biologische zuivering</i>	34 - 35
8.4.4	<i>vergaande zuivering</i>	35
8.4.5	<i>calamiteiten</i>	35
8.5	Belasting van het ontvangende water	36
8.5.1	<i>natuurlijke belasting</i>	36
8.5.2	<i>ingelaten water</i>	36
8.5.3	<i>overstort uit rioolstelsels</i>	36
8.5.4	<i>regenwater/run-off</i>	36
8.5.5	<i>gezuiverd afvalwater</i>	36
9	AFZET EN BESTEMMING VAN SLIB	37 - 42
9.1	Inleiding	37

9.2	Landbouw	37 - 38
9.2.1	<i>bemestende stoffen</i>	37
9.2.2	<i>zware metalen</i>	37 - 38
9.2.3	<i>pathogenen</i>	38
9.2.4	<i>organische en anorganische microverontreinigingen</i>	38
9.3	Grondverbetering	38
9.4	Zwarte grond	39
9.5	Compostbedrijf	39
9.6	Gebruik van chemisch slib	40
9.7	Energiewinning	40
9.8	Veevoederproductie	40
9.9	Bosbouw, riet	40 - 41
9.10	Andere toepassingen	41
9.11	Deponie op land	41
9.12	Deponie in oppervlaktewater	41
9.13	Afvoer na calamiteit	42
10	LUCHT	43 - 44
10.1	Inleiding	43
10.2	Tegengaan van het ontwijken van verontreinigingen uit de waterfase	43 - 44
10.3	Behandeling van afgezogen (ventilatie) lucht	44
11	BOUW, CONSTRUCTIE, GRONDSTOFFEN, ENERGIE EN RUIMTE	45 - 49
11.1	Inleiding	45
11.2	Bouw en aanwezigheid van afvalwaterbehandelingsinrichtingen	45 - 46
11.2.1	<i>het abiotisch milieu</i>	45
11.2.2	<i>het biotisch milieu</i>	45
11.2.3	<i>de ruimtelijke structuur</i>	46
11.2.4	<i>de functies van het milieu voor de mens</i>	46
11.2.5	<i>de belevingswaarde van het milieu</i>	46
11.3	Constructiematerialen	46 - 47
11.4	Energie	47 - 49
11.4.1	<i>gistingsgas</i>	48
11.4.2	<i>slibverbranding</i>	49
11.4.3	<i>windenergie</i>	49
11.4.4	<i>indirect energieverbruik</i>	49
11.5	Ruimte	49 - 52
11.5.1	<i>biologische afvalwaterbehandeling</i>	50 - 51
11.5.2	<i>mechanische afvalwaterbehandeling</i>	51
11.5.3	<i>verdiepingbouw</i>	51 - 52
11.5.4	<i>slibverwerking</i>	52
12	EVALUATIE EN DISCUSSIE	53

13	CONCLUSIES	54 - 55
	BIJLAGEN	67 - 71
	1. De rioolwaterzuiveringsinrichting in South Lake Tahoe	57 - 63
	De belangrijkste milieu-effecten van:	
	2. Inzameling en transport van afvalwater	64
	3. Behandeling van afvalwater	65
	4. Behandeling van slib	66 - 67
	5. Afvoer van gezuiverd afvalwater	68
	6. Afzet en bestemming van slib	69
	7. Lucht	70
	8. Bouw, constructie, grondstoffen, energie en ruimte	71

Ten geleide

Het streven naar een zo goed mogelijk resultaat bij het verzamelen, transporteren en behandelen van afvalwater kan leiden tot situaties waarin het milieu als geheel nadeliger wordt beïnvloed dan bij minder vergaande maatregelen.

In dit rapport worden alle deelprocessen bij de bestrijding van de waterverontreiniging op milieu-effecten doorgelicht. Daarbij zijn ook de leemten in kennis gesignaleerd; aan de belangrijkste lacunes wordt aandacht besteed in de meerjarenplanning van het STORA-onderzoek.

Het onderzoek, dat aan het rapport ten grondslag ligt, werd uitgevoerd* door DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. met het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO als "onderaannemer", namens de STORA begeleid door ir. A.H. Dirkwager (voorzitter), ir. A.E. van Giffen, ir. R.I. Seijffers en ir. A.W. van der Vlies.

Rijswijk, januari 1984.

de directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

* De Onderzoekadviescommissie, die tot dit project adviseerde, bestond uit:
prof.ir. A.C.J. Koot (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en
dr.ir. H.J. Eggink, prof.dr. P.G. Fohr, ir. R. Karper, ir. C.H. Kuggeleijn, ir. J.S.
Kuyper, ir. Th.G. Martijn, ir. H.A. Meijer, ir. H.M.J. Scheltinga, dr.ir. D.W. Scholte
Ubing, ir. J. van Selm, ir. M. Tiessens, drs. A.A. Wismeijer (leden).

Het verzamelen, transporteren en zuiveren van afvalwater mag worden beschouwd als een milieuvriendelijke activiteit. In de praktijk blijkt echter, dat de behandeling van afvalwater en de daarmee nauw verbonden activiteiten ook milieuproblemen kunnen veroorzaken. Dit komt onder meer tot uiting in de aanzienlijke aandacht, die wordt besteed aan omgevingsaspecten zoals stank- en geluidoverlast. Daarnaast spelen ook de milieuproblemen van de slibafzet in toenemende mate een rol.

In de afgelopen jaren kreeg de techniek van de afvalwaterbehandeling veel aandacht. Vanwege de enorme stijging van de energieprijzen werd het energieverbruik van de verschillende zuiveringssystemen een belangrijke factor in de besluitvorming.

Gesteld mag worden, dat er thans reeds veel aandacht wordt besteed aan de directe milieu-effecten. Bij de overwegingen ten aanzien van verdergaande maatregelen dan tot nu toe gebruikelijk, dient echter ook rekening te worden gehouden met een aantal indirecte milieu-effecten. Deze effecten zijn weliswaar niet direct merkbaar in de naaste omgeving, maar wel elders. Daarbij valt bijvoorbeeld te denken aan de gevolgen van chemicaliënproductie en elektriciteitsopwekking.

Het is mogelijk, dat het streven naar een zo schoon mogelijk effluent van rioolwaterzuiveringsinrichtingen leidt tot een aantal effecten, die in breder verband beschouwd nadeliger zijn voor het milieu dan de lozing van minder vergaand gezuiverd afvalwater.

De literatuur geeft voorbeelden waar het voorkomen van waterverontreiniging te veel doel op zichzelf is geworden. De auteurs betogen daarbij dat in plaats hiervan voor elke situatie een oplossing moet worden gezocht, waarmee een minimale schade aan het milieu wordt toegebracht en dit vrijwel nooit tot "zero-discharge" zal leiden. Zeker niet, als het milieu in bredere zin in de beschouwing wordt betrokken (andere milieucompartimenten, chemicaliën- en energieproductie elders).

In hoofdstuk 4 van dit rapport wordt aangegeven welke factoren bij de besluitvorming in de overwegingen worden betrokken. Daarbij wordt een "beslisboom" gepresenteerd, volgens welke de besluitvorming zou kunnen plaatsvinden.

Bij de behandeling van afvalwater wordt een groot aantal handelingen toegepast. Een analyse van de milieu-effecten, die aan deze handelingen zijn verbonden, is weergegeven in de hoofdstukken 5 t/m 9.

De handelingen zijn onderverdeeld in vijf hoofdgroepen:

- inzameling en transport van afvalwater (hoofdstuk 5)
- behandeling van afvalwater (hoofdstuk 6)
- behandeling van slib (hoofdstuk 7)
- afvoer van gezuiverd afvalwater (hoofdstuk 8)
- afzet/bestemming van slib (hoofdstuk 9)

Aan het milieucompartiment lucht en aan bouw, constructie, grondstoffen, energie en ruimte worden aparte hoofdstukken gewijd (hoofdstukken 10 en 11).

De milieu-effecten zijn onderscheiden in primaire milieu-effecten (lucht-, oppervlaktewater-, grondwater- en bodemverontreiniging, geluidoverlast en ruimtebeslag) en secundaire milieu-effecten (energie- en grondstoffenverbruik en invloed op de zuivering).

In de praktijk blijkt het (nog) niet mogelijk e nduidige, objectief meetbare criteria voor de milieuhygiënische waardering van een bepaalde wijze van afvalwaterbehandeling op te stellen. De studies van Schaumburg en anderen hebben er echter wel mede toe geleid, dat het beginsel van "zero-discharge" niet meer zonder meer wordt toegepast in de Verenigde Staten van Amerika.

Het bepalen van een zuiveringsaanpak waarmee minimale schade aan het milieu wordt toegebracht, vraagt nog veel kennis van de effecten die de diverse handelingen hebben op de diverse milieu-aspecten. Bij de uitvoering van de studie is een groot aantal leemten in kennis gesignaleerd en zijn suggesties voor onderzoek naar voren gekomen. Deze suggesties voor onderzoek zijn verzameld in de bijlagen.

Rioolstelsels worden ontworpen op grond van ontwerpcriteria, die nog niet of nauwelijks zijn getoetst aan experimentele onderzoekresultaten. Zowel over de werkelijke vuilemissies van verschillende stelsels als over de effecten van deze emissies op de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater is nog zeer weinig bekend. Dit betekent, dat het nut van soms zeer dure voorzieningen niet goed kan worden beoordeeld. Het is ook zeer zinvol om deze onderwerpen nader te bestuderen. In het kader van dit rapport wordt volstaan met te verwijzen naar de onlangs door de STORA en het ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) in het leven geroepen Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit.

Het blijkt veel moeite te kosten om in de omgeving van inrichtingen voor de behandeling van afvalwater - gemalen en zuiveringsinrichtingen - luchtverontreiniging te voorkomen. Luchtverontreiniging - meestal stankhinder - is vaak het gevolg van het ontwijken van in het afvalwater aanwezige stoffen. Deze stoffen kunnen door lozing in het afvalwater terecht komen, maar ook ontstaan tijdens inzameling en transport. Daarnaast kan luchtverontreiniging ook worden veroorzaakt door de toegepaste werkwijze zoals slibdroging en thermische slibconditionering. Te nemen maatregelen kunnen de arbeidsomstandigheden beïnvloeden. Onderwerpen die in dit kader aandacht vragen zijn:

- vergelijken van maatregelen tijdens transport met maatregelen op de zuiveringsinrichting;
- milieuhygiënische consequenties van de verschillende methoden ter bestrijding van het ontstaan van stankverwekkende stoffen in het inzameling- en transportstelsel;
- vergelijken van de milieuhygiënische consequenties van preventieve maatregelen en afgasbehandeling.

Door het niet onaanzienlijke ruimtebeslag is het vaak moeilijk om geschikte lokaties te vinden voor het bouwen van inrichtingen voor de behandeling van afvalwater. Aangenomen mag worden dat deze problemen in de toekomst nog zullen toenemen.

Er zijn in het recente verleden nieuwe zuiveringssystemen ontwikkeld, die minder ruimte vragen dan de conventionele systemen.

Een studie naar de concrete mogelijkheden en de procestecnologische eigenschappen, die deze systemen in dit verband kunnen bieden, is zeer zinvol.

Systemen, die in een dergelijke studie aandacht verdienen, zijn:

- het gebruik van zuivere zuurstof
- toepassing van geflu idiseerde bedden (slib op drager)
- toepassing van biorotoren
- het diep shafstelsel
- lamellenafscheiders
- flotatie.

De afzet van slib lijkt in toenemende mate een knelpunt te gaan vormen. Uitgaande van de positieve eigenschappen van slib zou moeten worden nagegaan waaraan slib moet voldoen om voor nuttige toepassingen afgezet te kunnen worden. Onderwerpen waaraan daarbij onder andere aandacht moet worden besteed, zijn:

- karakterisering van slib ten aanzien van bemestende stoffen
- waarborgen voor kwaliteitsbewaking
- toepassing, te zamen met andere "afvalstoffen", als grondstof voor biogasproductie.

Het grondstoffen- en energieverbruik voor de behandeling van afvalwater is relatief gezien niet groot. Daarom mag er in principe van worden uitgegaan, dat de milieu-effecten op de win- en opwekkingsplaatsen er ook niet significant door worden beïnvloed.

Uit de veelheid van geïnventariseerde onderwerpen voor onderzoek is in overleg met de Onderzoekadviescommissie van de STORA een aantal zaken gelicht, waar de eerstkomende jaren de aandacht op gericht zal worden.

Tot voor kort werd de bouw van rioolwaterzuiveringsinrichtingen zondermeer als een milieuvriendelijke activiteit beschouwd. Hetzelfde gold voor de aanleg van rioolstelsels en afvalwatertransportsystemen.

De behandeling van afvalwater en de daarmee nauw verbonden activiteiten bleken echter ook milieuproblemen te kunnen veroorzaken. Dit komt thans ondermeer tot uiting in de aanzienlijke aandacht, die bij de voorbereiding van nieuwe projecten en bij reeds bestaande inrichtingen wordt besteed aan omgevingsaspecten. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om stank- en geluidoverlast en de milieuproblemen van de slibafzet.

Bij de behandeling van afvalwater moeten soms ook de voor- en nadelen van verschillende mogelijkheden tegen elkaar worden afgewogen, bijvoorbeeld bij de chemische verwijdering van fosfaat. Toevoeging van chemicaliën met dit doel heeft meestal tot gevolg, dat naast de voor verwijdering van fosfaat noodzakelijke ijzer- of aluminiumionen, ook andere ionen, zoals chloride of sulfaat, worden toegevoegd.

Globaal mag worden gesteld, dat in de afgelopen jaren een verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit centraal stond. Een groot deel van de activiteiten had betrekking op sanering van de bestaande ongewenste gang van zaken bij de lozing van afvalwater. Daarbij werd getracht tegen zo gering mogelijke kosten een zo groot mogelijk effect te verkrijgen. Dit had mede als gevolg, dat veel aandacht aan de techniek van de afvalwaterbehandeling werd besteed. De eerste verandering, die zich in dit verband voordeed, was, dat vanwege de enorme stijging in de energieprijzen, het energieverbruik van de verschillende systemen een grotere rol in de besluitvorming ging spelen.

Daarnaast kan nog een verandering in de benadering van de afvalwaterproblematiek worden geconstateerd: het meer rekening houden met neveneffecten, die weliswaar niet direct merkbaar zijn in de directe omgeving, maar wel schadelijk zijn voor het milieu in bredere zin. Daarbij valt bijvoorbeeld te denken aan de gevolgen van chemicaliën- en elektriciteitsproductie voor het milieu elders.

Van de neveneffecten is tot nu toe weinig bekend in kwantitatieve zin.

Deze studie gaat in op de milieu-effecten die zijn verbonden aan de behandeling van afvalwater; hierbij zijn alle deelprocessen doorgelicht op hun milieu-effecten.

Aandacht is ondermeer besteed aan ruimtebeslag, grondstoffengebruik, energiegebruik, geluidoverlast en luchtverontreiniging. Bij de thans gebruikte zuiveringstechnieken ontstaan aanzienlijke hoeveelheden slib, waarvan de verwerking en afzet in de praktijk ook grote problemen ten aanzien van kosten en milieu kunnen opleveren.

Afvalwater wordt gewoonlijk aan een zuiveringsproces onderworpen voordat het op het oppervlaktewater wordt geloosd. Gesteld mag worden, dat het in principe technisch mogelijk is om alle verontreinigingen uit het afvalwater te verwijderen. Uiteraard spelen in de praktijk kostenoverwegingen een beperkende rol.

Naast de financiële aspecten blijken in de praktijk nog andere beperkende factoren een rol te spelen. Bij de behandeling van afvalwater maakt men gebruik van technische middelen, die op zichzelf met ongewenste milieu-effecten gepaard kunnen gaan.

Het is mogelijk, dat het streven naar een zo schoon mogelijk effluent van rioolwaterzuiveringsinrichtingen leidt tot een aantal neveneffecten, die in breder verband beschouwd nadeliger zijn voor het milieu dan de lozing van minder vergaand gezuiverd afvalwater.

Op de mogelijkheid, dat het voorkomen van waterverontreiniging te veel doel op zich kan worden, werd ondermeer gewezen door Schaumburg. Hij is van mening, dat de waterzuiveraars in een aantal gevallen te ver zijn gegaan. Zo stelt hij, dat goedwillende gezondheidstechnici energie- en chemicaliënretende zuiveringsprocessen, die enorme hoeveelheden slib produceren, toepassen voor soms marginale verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater.

De eerste voordracht, waarin Schaumburg zijn ideeën met betrekking tot deze problematiek uiteenzette, werd gepresenteerd tijdens de biennial conference van de IAWPR in 1974 te Parijs. In deze voordracht zet hij uiteen dat de "1972 Amendments to the Water Quality Act" in de USA een wezenlijke verandering van de gang van zaken met betrekking tot de bestrijding van de waterverontreiniging zullen veroorzaken. In dat verband noemt hij met name, dat volgens de wet in 1977 de "best practical control technology" en in 1983 de "best available technology" moeten worden toegepast door de lozers van afvalwater.

Hij acht deze uitgangspunten niet realistisch en voorziet dat ze bij stringente toepassing zullen resulteren in maatregelen die in breder verband gezien als milieu-onvriendelijk zullen moeten worden beschouwd.

De hele beschouwing is gebaseerd op de toen heersende situatie in de USA. Het officiële streven was toen het toewerken naar een situatie van "zero-discharge".

In buitenlandse literatuur wordt soms een werkwijze bepleit waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van het zelfreinigend vermogen van de oppervlaktewateren waarop wordt geloosd. Met name Schaumburg ging daarbij uit van het principe van de verminderde meeropbrengst en duidde aan dat een ongenueanceerd streven naar "zero-discharge" voor het milieu soms meer schade dan voordeel kan veroorzaken. In dat verband illustreert figuur 1 het principe, dat voor elke situatie een oplossing moet worden gezocht, waarbij het milieu minimaal wordt belast.

Dit zal vrijwel nooit tot "zero-discharge" leiden. Zeker niet als het milieu in bredere zin in de beschouwing wordt betrokken. In bredere zin wat betreft de andere milieucompartmenten (bodem, lucht), het energieverbruik en de door chemicaliën- en energieproductie veroorzaakte milieuvervuiling elders.

Het in figuur 1 weergegeven principe lijkt nauwelijks aanvechtbaar en wordt onderbouwd met de volgende studies:

- a. de rioolwaterzuiveringsinrichting in South Lake Tahoe
- b. de gang van zaken in Truckee Area
- c. de rioolwaterzuiveringsinrichting in Ely-Minnesota.

Korte samenvattingen van deze studies zijn weergegeven in Bijlage 1.

Bij nadere bestudering blijkt het in figuur 1 weergegeven model in principe wel juist. Omdat de curven (nog) niet kunnen worden gekwantificeerd heeft het geen praktische waarde. Het is wel mogelijk emissies van verontreinigingen en het energie- en grondstoffenverbruik, verbonden aan de behandeling van afvalwater, te schatten. Dit betekent echter niet, dat daaraan een eënduidige maat voor de milieuhygiënische waardering van een bepaalde wijze van afvalwaterbehandeling kan worden ontleend.

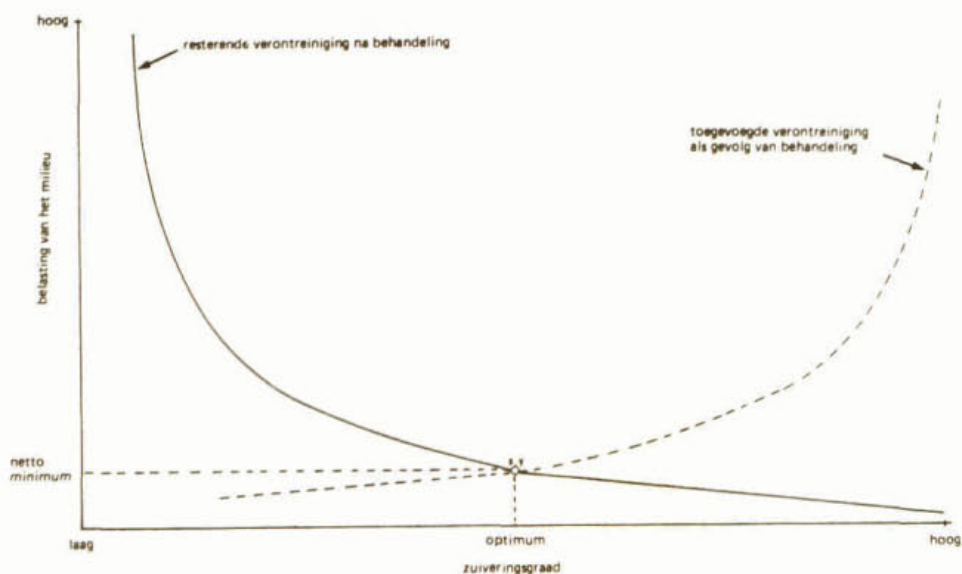


Fig. 1. Algemeen schema van de (totale) milieubelasting als functie van de zuiveringsgraad.

Geavanceerde afvalwaterzuiveringstechnieken, waarmee fysisch-chemische methoden worden bedoeld, zouden alleen bij uiterste noodzaak moeten worden toegepast. Fysisch-chemische methoden zijn om economische redenen weinig aantrekkelijk en kunnen relatief veel secundaire milieuverontreiniging veroorzaken.

In de Verenigde Staten van Amerika lijkt het ongenueanceerd streven naar "zero-discharge" in een aantal gevallen tot vanuit milieuhygiënisch oogpunt twijfelachtige maatregelen te hebben geleid. Het is dan ook niet waarschijnlijk, dat het "zero-discharge"-beginsel in het vervolg zondermeer door de EPA zal worden voorgeschreven.

In Nederland zijn geen voorbeelden, die op dit punt kunnen worden vergeleken met de bekritiseerde inrichtingen in Amerika. De kans, dat dit in de toekomst wel het geval zal zijn, lijkt zeer gering. In Nederland wordt immers niet uitgegaan van het ongenueanceerd toepassen van het "zero-discharge"-beginsel. Met name tot de zogenaamde derde trapszuivering wordt alleen dan besloten, als met een redelijke mate van zekerheid kan worden voorspeld, dat beoogde resultaten ermee kunnen worden bereikt.

Het voorgaande neemt overigens niet weg, dat er ook in Nederland vragen worden gesteld ten aanzien van de wijze waarop de afvalwaterproblematiek verder moet worden aangepakt. Met deze studie wordt getracht meer concrete informatie te verkrijgen, omdat enerzijds wordt erkend, dat een eënduidig streven naar "zero-discharge" inderdaad kan leiden tot minder gewenste oplossingen, maar anderzijds een beleid waarbij wordt uitgegaan van een maximaal gebruik van het zelfreinigend vermogen van het oppervlaktewater ook op voorhand vragen oproept.

In de inleiding is aangegeven, dat bij de behandeling van afvalwater wellicht sprake is van een minimum netto milieubelasting in de zin, zoals aangeduid in figuur 1. De tot nu toe beschikbare kennis is echter onvoldoende om er bruikbare grondslagen voor de besluitvorming in de praktijk aan te kunnen ontleen.

Deze studie omvat een analyse van de milieu-effecten, die verbonden zijn aan de handelingen, die bij de behandeling van afvalwater worden toegepast.

Daartoe wordt een systematische beschrijving opgesteld van werkwijzen en methoden, die bij de behandelingen van afvalwater en de daarmee verbonden activiteiten een rol spelen. Deze activiteiten zijn onderverdeeld in vijf hoofdgroepen:

- inzameling en transport van afvalwater
- behandeling van afvalwater
- behandeling van slib
- afvoer van gezuiverd afvalwater
- afzet/bestemming van slib.

De hoofdgroepen zijn verdeeld in hoofdonderwerpen (b.v. stabilisatie van slib), die op hun beurt weer zijn opgesplitst in onderwerpen (b.v. aërobe stabilisatie van slib).

De milieu-effecten zijn onderscheiden naar primaire milieu-effecten: lucht-, oppervlaktewater-, grondwater- en bodemverontreiniging, geluid-overlast, ruimtebeslag (horizontaal en verticaal) en secundaire milieu-effecten: energie- en grondstoffengebruik. In een aantal gevallen is tevens aangeduid of er sprake is van tijdelijke of permanente milieu-effecten.

In de hoofdstukken 5 t/m 9 van dit rapport worden de vijf hiervoor genoemde hoofdgroepen achtereenvolgens beschreven. Per onderwerp worden in het kort in kwalitatieve zin de belangrijkste milieu-effecten beschreven.

In de hoofdstukken 10 en 11 wordt aandacht besteed aan de problematiek van luchtverontreiniging, bouw en constructie, grondstoffen, energie en ruimte.

Bij de uitvoering van de studie is een groot aantal suggesties voor mogelijk onderzoek en gesignaleerde leemten in kennis naar voren gekomen. Deze suggesties voor onderzoek zijn in bijlagen opgenomen met een aanduiding van voorhanden kennis en lopend onderzoek met betrekking tot de milieu-effecten van de beschreven onderwerpen.

In hoofdstuk 13 wordt uit de veelheid van mogelijke onderwerpen voor onderzoek een aantal zaken gelicht, waar de STORA in de komende jaren haar aandacht op zal vestigen.

Om de omvang van het rapport enigszins te beperken en gezien het doel van deze studie wordt geen uitgebreide technologische informatie over de beschreven onderwerpen gegeven.

Bij de besluitvorming in het kader van oppervlaktewaterbeheer en afvalwaterbehandeling moet in het algemeen een groot aantal factoren in de beschouwing worden betrokken.

Deze factoren zijn zoveel mogelijk weergegeven in figuur 2.

Het is niet eenvoudig alle factoren steeds op evenwichtige wijze in de beschouwingen te betrekken. Dit is mede het gevolg van veranderingen, die zich in de loop der tijd kunnen voordoen.

Deels hebben deze veranderingen betrekking op gewijzigde opvattingen, c.q. zijn daarvan het gevolg. Daarnaast kunnen ze echter ook worden veroorzaakt, doordat zich tijdens een voorgaande periode verschijnselen voordeden, waarop men tot dan toe niet had gerekend. Een voorbeeld van dit laatste is het ontstaan van stankverwekkende stoffen in lange persleidingen.

De waterkwaliteitsbeheerders worden ook geconfronteerd met veranderende opvattingen. Deze komen ondermeer tot uiting in de milieuwetgeving. In het algemeen mag worden gesteld, dat maximaal wordt geprobeerd te voldoen aan de uit deze wetgeving voortkomende voorschriften. Daarbij kan echter niet worden ontkend, dat men zich soms ook afvraagt of voor de andere milieu-compartmenten soms niet te hoge eisen worden gesteld. Dit dan mede, omdat men voor het compartiment water juist niet (meer) uitgaat van een éénduidig streven naar "zero-discharge".

Het is in principe mogelijk, dat de behandeling van afvalwater doel op zichzelf wordt. Daardoor kunnen oplossingen worden gekozen, die voor het milieucompartiment water maximale bescherming bieden, maar voor andere milieucompartimenten nadelig zijn. Het is niet mogelijk op voorhand de optimale oplossing op grond van éénduidig vastgestelde en objectief meetbare criteria te bepalen. Per geval zal mede op grond van beleidsmatige overwegingen een keuze moeten worden gemaakt. Daarbij kunnen naast overwegingen in milieuhygiënische zin ook politieke overwegingen in breder verband een rol spelen.

Inzameling en transport van afvalwater worden reeds lange tijd toegepast. Dit betekent echter niet, dat binnen het betreffende vakgebied geen vragen meer bestaan met betrekking tot de te hanteren ontwerpcriteria. Dit is vooral het gevolg van het feit, dat er relatief weinig onderzoek is gedaan naar de werking van gekozen systemen.

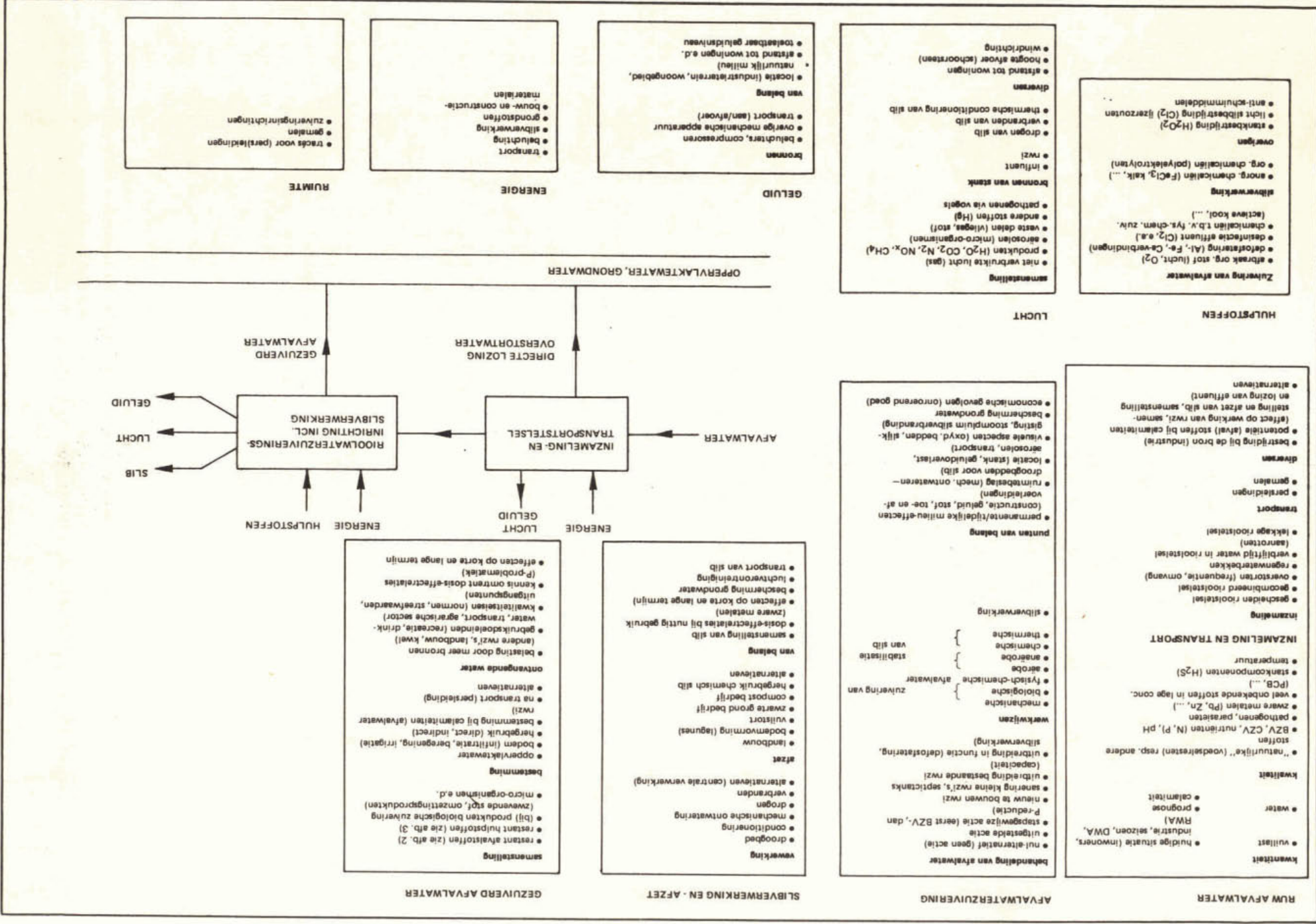
Vragen, die alleen op grond van experimenteel onderzoek kunnen worden beantwoord, hebben ondermeer betrekking op gescheiden/gemengde stelsels, externe berging, berging in het buizenstelsel, vrij verval/druk/vacuüm-riolering, centralisatie, decentralisatie.

Nadat het afvalwater is verzameld en naar een centraal punt is getransporteerd, wordt het veelal gezuiverd, voordat het wordt geloosd. In Nederland worden daarvoor meestal biologische zuiveringssystemen toegepast, waarmee vooral zuurstofbindende stoffen uit het afvalwater worden verwijderd.

Bij de bouw en het in bedrijf houden van afvalwaterzuiveringsinrichtingen wordt in toenemende mate rekening gehouden met het voorkomen van overlast voor de omgeving (stankoverlast, geluidhinder en aerosolen). De oplossingen, die soms worden gekozen om deze vormen van overlast te voorkomen, hebben als gevolg, dat extra aandacht aan de arbeidsomstandigheden van het bedienend personeel moet worden besteed.

Daarnaast wordt ook aandacht besteed aan milieuproblemen in bredere zin, zoals ruimtebeslag en energieverbruik. Onderzoekingen naar nieuwe zuiveringssystemen hebben vaak als doel het benodigde oppervlak en/of het energieverbruik te beperken.

Fig. 2. Factoren, die bij de besluitvorming over de behandeling van afvalwater in de overwegingen worden betrokken



Beperking van het energieverbruik kan ook worden verkregen door gerichte keuze bij de toepassing van conventionele zuiveringssystemen. Het toepassen van anaërobe in plaats van aërobe stabilisatie van het slib kan in dit verband van grote invloed zijn, als bij de verdere opzet van de inrichting rekening wordt gehouden met een optimale benutting van het gistingsgas.

Als daarnaast ook nog windenergie wordt toegepast, lijkt een energieoverschot zelfs mogelijk.

Bij de verwerking en ook vooral bij de afzet van slib spelen milieuproblemen in toenemende mate een rol. Naast mogelijke stankoverlast bij de indikking van primair slib kunnen bij thermische conditionering, composteren, drogen en verbranden van slib ook vormen van luchtverontreiniging ontstaan.

Droogbedden, lagunes en compostering veroorzaken een groot ruimtebeslag. Dit is wellicht de belangrijkste oorzaak van het toepassen van mechanische slibontwatering.

Bij de keuze uit de vele mogelijkheden voor slibverwerking spelen de afzetmogelijkheden in het algemeen een bepalende rol. De mogelijkheden variëren van natte afzet in de landbouw tot deponie van as op een stortplaats. Er zijn geen combinaties van processtappen voor slibverwerking, die onder alle voorkomende omstandigheden superieur zijn ten opzichte van andere combinaties. Vandaar dat in Nederland en ook elders alle denkbare combinaties van processtappen worden toegepast.

Regionale aanpak van de slibverwerking en afzet van het eindprodukt dienen een plaats te krijgen in de beschouwingen over de verschillende mogelijkheden. Daarbij zou wellicht bewuster moeten worden uitgegaan van de potentieel positieve eigenschappen van slib, c.q. aan het voorkomen van omstandigheden, die een aanslag doen op deze positieve eigenschappen.

Het effluent van rioolwaterzuiveringsinrichtingen wordt veelal geloosd op oppervlaktewater. Ondanks tientallen jaren bedrijfsvoering van afvalwaterzuiveringsinrichtingen in Nederland is de kennis omtrent de dosis-effect-relaties op korte en lange termijn van de toevoer van stoffen (restvervuiling) op de kwaliteit van het aquatisch milieu nog vrij beperkt.

Aangenomen mag worden, dat de reeds bestaande behoefte aan deze kennis in de naaste toekomst nog zal toenemen. Het gaat daarbij dan echter niet uitsluitend om de belasting als gevolg van de lozing van effluent, maar ook om de bijdragen van andere bronnen zoals "natuurlijke" belasting, ingelaten water, overstortwater uit rioolstelsels, regenwater, run off, etc.

Het is niet op voorhand zeker, dat op grond van nader onderzoek zal blijken, dat (nog) strengere eisen aan de kwaliteit van effluent moeten worden gesteld.

De besluitvorming omtrent te nemen maatregelen vindt, veelal onbewust, plaats volgens een "beslisboom". Bij het bewust opstellen van een dergelijke beslisboom blijkt al snel, dat daarbij in principe verscheidene gedachtengangen kunnen worden gevolgd. Twee daarvan zijn:

- a. uitgaan van het afvalwater en van daaruit nagaan hoe het afvalwater op een zo verantwoord mogelijke wijze uit de omgeving kan worden verwijderd;
- b. uitgaan van bodem- en oppervlaktewaterkwaliteitsbeheer en van daaruit nagaan hoe deze milieucompartimenten op een zo verantwoord mogelijke wijze kunnen worden beschermd.

"Zo verantwoord mogelijk" moet in breed verband worden gezien, waarbij socio-economische facetten en andere milieucapartimenten eveneens in de beschouwing betrokken worden.

De onder a. genoemde gedachtengang is nader uitgewerkt in figuur 3.

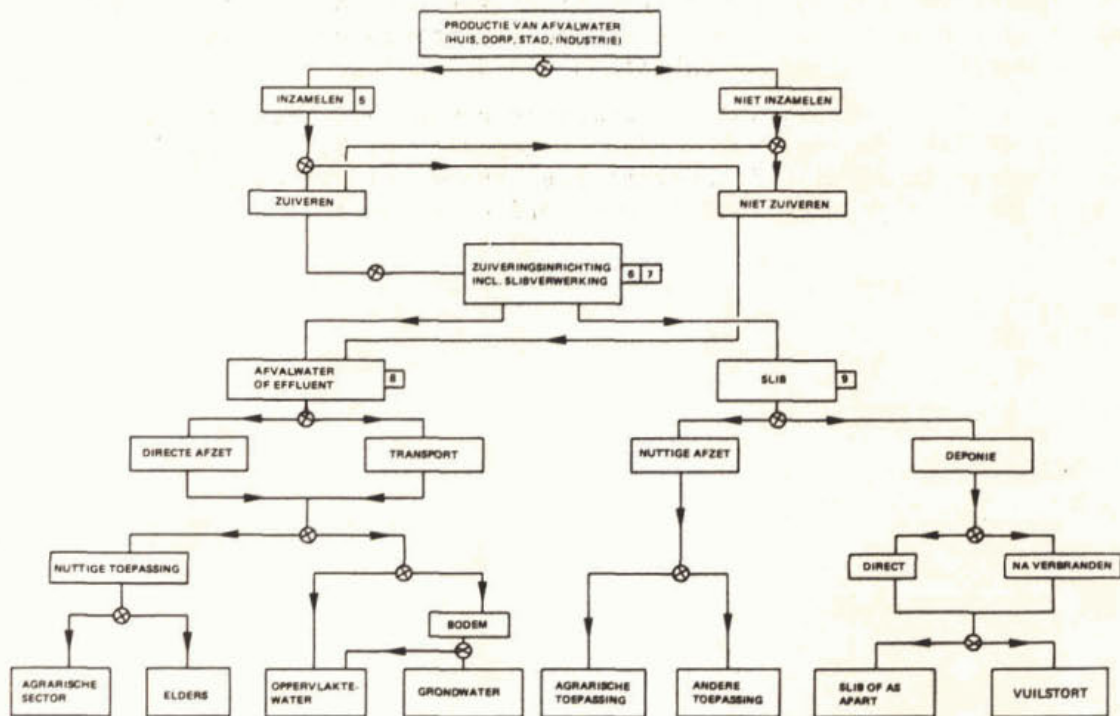


Fig. 3. Productie van afvalwater en de verspreiding van dit afvalwater en/of daaruit gevormde stoffen over het water- en bodemmilieu.

x Beslissingen te nemen op grond van overwegingen over verschillende alternatieven
o.a. betreffende milieu-effecten

□ Duidt het betreffende hoofdstuk van dit rapport aan

Het gaat hier om een zeer globale aanduiding. Binnen de weergegeven keuzemogelijkheden moet nog een groot aantal beslissingen worden genomen. Er wordt in beleidsmatige zin aangegeven op welke wijze een bepaald afvalwater kan worden verwerkt, c.q. hoe het op verantwoorde wijze uit de omgeving van de plaats waar het ontstaat kan worden verwijderd.

Voor elke gekozen activiteit kan weer een aparte beslisboom worden opgesteld om op systematische wijze weer uit de binnen deze activiteit mogelijke varianten te kunnen kiezen.

De procedure gaat dus van grof naar fijn, d.w.z. van beleid naar technische details.

De onder b. genoemde gedachtengang is niet schematisch weergegeven. Ze komt er globaal op neer, dat aan de oppervlaktewateren in een beheersgebied een bestemming wordt gegeven op grond waarvan kwaliteitseisen kunnen worden gesteld.

De werkelijke waterkwaliteit kan dan worden getoetst aan de geformuleerde eisen. Indien aan de eisen wordt voldaan hoeft verder geen actie te worden ondernomen, tenzij wordt overwogen al of niet gezuiverd afvalwater op het betreffende oppervlaktewater te lozen. De gevolgen van een eventuele lozing dienen te worden geëvalueerd in relatie tot de geformuleerde eisen. Bij een

onontkoombare lozing kunnen de lozingseisen aan deze evaluatie worden ontleend.

Indien niet aan de geformuleerde eisen wordt voldaan, kan worden nagegaan welke de oorzaken zijn van de afwijkingen. Op grond van immissiebalansen kan worden bepaald welke de bijdrage is van lozingen van al of niet gezuiverd afvalwater. De invloed van een eventuele opheffing van één of meer van deze lozingen kan vervolgens worden geëvalueerd. Afhankelijk van het te verwachten effect kan dan tot het nemen van maatregelen worden besloten. De te nemen maatregelen kunnen variëren van zuiveren tot volledige opheffing van de lozing.

In de praktijk wordt veelal een combinatie van beide gedachtengangen gevolgd. Er mag dan ook van worden uitgegaan, dat bij het opstellen van een meer in detail uitgewerkte beslisboom zal blijken, dat beide gedachtengangen geïntegreerd moeten worden toegepast.

5 INZAMELING EN TRANSPORT VAN AFVALWATER

5.1 Inleiding

Om afvalwater uit de directe omgeving af te voeren wordt gebruik gemaakt van inzameling- en transportstelsels. Deze stelsels worden vaak ook gebruikt voor de afvoer van regenwater. Bij het ontwerpen en de aanleg van de stelsels moet dus rekening worden gehouden met de afvoer van afvalwater en regenwater.

In principe kunnen de volgende categorieën worden onderscheiden:

- inzameling en transport over de oppervlakte
- inzameling en transport langs open goten
- inzameling en transport via gesloten leidingen
- inzameling en transport door inrichtingen en installaties, die in één der voorgaande categorieën zijn opgenomen.

De milieu-effecten van de twee laatste categorieën van inzamelen en transport van afvalwater zullen worden behandeld door een globaal overzicht te geven van de activiteiten en door de onderwerpen, waaraan hoge prioriteiten voor onderzoek en studie is toegekend, meer in detail te bespreken.

In bijlage 2 wordt aangegeven welke milieu-aspecten een rol spelen bij de inzameling en transport van afvalwater.

5.2 Inzameling en transport via gesloten leidingen

Inzameling en transport van afvalwater via gesloten leidingen kan in twee hoofdgroepen worden ingedeeld:

- a. gemengde afvoer van afvalwater en hemelwater in één leidingensysteem;
- b. gescheiden afvoer van afvalwater en hemelwater in respectievelijk vuilwater- en regenwaterleidingen.

Beide groepen kunnen worden onderverdeeld in:

1. vrijvervalleidingen: transport onder invloed van zwaartekracht;
2. persleidingen: transport onder overdruk;
3. vacuümleidingen: transport onder onderdruk.

In de praktijk doen zich de volgende combinaties voor:

	1. vrijverval	2. pers	3. vacuüm
a. gemengd	+	+	
b. gescheiden	+	+	+

Bij a2 wordt slechts een deel van het hemelwater afgevoerd via persleidingen naar de rwzi, bergingsbassin of via overstort naar oppervlaktewater; a2 komt altijd voor in combinatie met a1.

Bij b2 en b3 blijft het transport via pers- en vacuümleidingen beperkt tot de vuilwaterleidingen. Hemelwaterafvoer geschiedt in beginsel onder vrijverval.

Zowel bij gemengd als bij gescheiden transport kunnen verbeteringen worden aangebracht teneinde nadelen van de systemen te beperken.

Er spelen in feite in dit verband twee aspecten tussen gemengde en gescheiden inzamel- en transportstelsels, en de afweging tussen kleine en grote verzamelgebieden ofwel centrale en decentrale afvalwaterbehandelingen en de consequenties van beide afwegingen voor de afvalwaterzuiveringsinrichtingen.

5.2.1 *gemengde en gescheiden inzameling en transport*

Gescheiden stelsels nemen meer ruimte in dan gemengde stelsels.

In gemengde stelsels kan bij regen een schoonspoeleffect optreden. Daardoor zal bij rwa* de afvalwaterzuiveringsinrichting naast de verhoogde wateraanvoer ook een extra vuillast moeten verwerken. Bij gemengde stelsels bedraagt de hydraulische capaciteit van de zuiveringsinrichting in het algemeen 3 à 4 maal dwa*, terwijl bij gescheiden stelsels wordt gedimensioneerd op 1,5 à 2 dwa.

Een gescheiden stelsel heeft dus als voordeel, dat met een geringere hydraulische capaciteit kan worden volstaan en dat de afvalwaterzuiveringsinrichting constanter wordt belast.

De besparing op de grootte van de zuiveringsinrichting gaat echter weer gepaard met hogere kosten voor de aanleg van een gescheiden stelsel. Bij de systeemkeuze dienen hygiënische aspecten in de beschouwing te worden betrokken.

In het verleden werd er vanuit gegaan, dat het oppervlaktewater door gemengde stelsels als gevolg van overstortingen zwaarder werd belast met verontreinigingen dan door gescheiden stelsels.

Bij gescheiden stelsels bestaat de kans op foutieve aansluitingen op het regenwaterstelsel, waardoor meer verontreiniging wordt geloosd dan theoretisch mag worden verwacht.

Bij de aanleg van rioolstelsels wordt de bodemstructuur verstoord en kan stagnatie van verkeer optreden. Bij sloop- en onderhoudactiviteiten kan bovendien stank- en geluidoverlast optreden.

Personeel dat onderhoud- en sloopactiviteiten uitvoert, komt in contact met afvalwater, zodat rekening moet worden gehouden met de kans op besmetting.

Bij de aanleg van rioolstelsels moeten materialen worden gekozen, die niet door het grondwater worden aangetast.

Bij de keuze tussen gescheiden en gemengde stelsels moeten de gevolgen voor de afvalwaterzuiveringsinrichting in de beschouwing worden betrokken met de aan deze keuze verbonden milieu-effecten ten aanzien van de procesvoering, effluentkwaliteit, materiaal-, en energiegebruik, slibproductie en kosten van de afvalwaterzuiveringsinrichting.

Factoren, waaraan met name aandacht zou moeten worden besteed zijn:

- bodemverstoring
- ruimte
- bergmogelijkheden en inpassing in het landschap
- materiaalgebruik
- onderhoud en arbeidsomstandigheden
- hygiëne
- belasting van het oppervlaktewater.

5.2.2 *centrale- en decentrale afvalwaterbehandeling*

In het verleden is relatief vaak gekozen voor het zoveel mogelijk centraal zuiveren van afvalwater. Daartoe wordt het afvalwater van een aantal verspreide kernen met behulp van een transportsysteem op een centraal punt verzameld.

Het voordeel van centrale afvalwaterbehandeling is, dat kan worden volstaan met een gering aantal relatief grote rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Daardoor kan vaak aanzienlijk worden bespaard op investerings- en bedieningskosten.

* rwa: regenwaterafvoer; dwa: droogweerafvoer

Een deel van deze financiële voordelen wordt teniet gedaan door de hogere transportkosten.

Vaak wordt dan voor het transport gekozen voor een persleidingsysteem. Vergeleken met een vrijvervalsysteem brengt dit extra energieverbruik, onderhoud, storingen, bewaking, infrastructuur voor energievoorzieningen en melding, en bij gemalen landschapsverstoring door standpijpen, geluid- en trillinghinder, stank en corrosie met zich mee. Het voordeel van een persleidingsysteem is echter, dat met relatief dunne leidingen en dus smalle gegraven of gefreesde sleuven kan worden volstaan, zodat weinig bodemverstoring behoeft op te treden. In gebieden met weinig ruimte of strenge eisen vanwege de bodemgesteldheid komt de toepassing van persleidingsystemen dan ook meer in aanmerking.

In persleidingen wordt het afvalwater vaak gedurende lange tijd aan anaërobe omstandigheden blootgesteld. Daardoor ontstaan stankstoffen die bij open gemalen of bij zandvangsers, verdeelwerken en voorbezinktanks kunnen ontwijken en stankhinder veroorzaken. Met dit verschijnsel werd in het verleden wel eens in onvoldoende mate rekening gehouden.

Bij centralisatie wordt huishoudelijk afvalwater vaak gemengd met industrieel afvalwater. Dit kan problemen veroorzaken voor de slibafzet.

Het verdient aanbeveling de milieu-effecten van centrale en decentrale behandeling van afvalwater en van het toepassen van vrijverval-, pers- en vacuümsystemen voor inzameling en transport met elkaar te vergelijken.

5.3 Voorzieningen in verzamel- en transportstelsels

Verzamel- en transportstelsels voor afvalwater bezitten behalve het leidingwerk, nog een aantal voorzieningen, die voor het functioneren van de stelsels nodig zijn. Er kunnen worden genoemd:

- putten
- overstorten
- rioolgemalen
- appendages
- bergingen.

Van bijzonder belang voor beschouwingen ten aanzien van de milieu-effecten zijn de overstorten en bergingen van rioolstelsels. Beiden hebben betrekking op regenwater-opvang en -afvoer en beiden kunnen leiden tot aanzienlijke milieuproblemen.

5.3.1 *overstorten*

Rioolstelsels zijn in het algemeen voorzien van overstorten. Bij te grote wateraanvoer wordt het overtollige water via deze overstorten afgevoerd; meestal wordt direct op oppervlaktewater geloosd. Overstorten treden een beperkt aantal keren per jaar in werking.

De overstortingsfrequentie wordt in de praktijk op verschillende manieren berekend. De verschillende rekenwijzen leiden in het algemeen niet tot dezelfde uitkomst. Het is dan ook van belang om de rekenwijzen met elkaar te vergelijken en te standaardiseren.

Benedenstreams van overstorten kunnen verstoringen van de oppervlaktewaterkwaliteit optreden en kan zich bezinkbaar materiaal op de bodem afzetten. Vooral overstorten op droogvallende sloten kunnen (stank)overlast veroorzaken.

Voor opvang van te hoge wateraanvoer kan de bergingscapaciteit vergroot worden door:

- verhoging van overstortdrempels
- afkoppelen van verharde oppervlakken
- aanbrengen van stuwconstructies
- aanbrengen van bergingsriolen
- aanleg van bergbezinkbassins
- verhogen van de hydraulische capaciteit van het verzamel- en transportstelsel te zamen met de hydraulische capaciteit van de rwzi.

De positieve effecten hiervan op het oppervlaktewater moeten echter worden afgewogen tegen de milieu-effecten t.g.v. meer materiaalgebruik, grotere bodemverstoring, hoger energieverbruik.

Bij het beoordelen van de milieu-effecten van verzamel- en transportstelsels zonder en met geminimaliseerde overstort tegenover de effecten van de huidige stelsels moeten worden beschouwd:

- materiaalgebruik
- energieverbruik
- bodemverstoring
- bodem- en grondwatervervuiling
- oppervlaktewatervervuiling
- hydraulische capaciteit van de rwzi.

5.3.2 *berging*

Voor de opvang van grote wateraanvoer kan water in gemengde en in mindere mate ook in gescheiden stelsels worden geborgen.

De berging kan gebeuren in een vergroot riool, in vijvers en/of in bassins.

Gegraven of natuurlijke vijvers zijn eigenlijk alleen maar geschikt voor de opvang van regenwater uit gescheiden stelsels. De oppervlakte- en grondwaterverontreiniging wordt bepaald door de mate waarin het regenwater op z'n weg naar de vijvers werd verontreinigd. In het algemeen zal geen stankoverlast optreden. Wel kunnen olievlekken op het wateroppervlak ontstaan. Bergvijvers hebben vaak een recreatieve functie en zijn goed in het landschap in te passen. De aanwezigheid van vijvers kan aanleiding zijn voor overlast van muggen.

Het toepassen van een vergroot riool heeft het voordeel, dat geen bodem- en grondwaterverontreiniging optreedt en dat geen bovengrondse verstoring van landschap aanwezig is, eventueel gepaard gaand met problemen als stank en insectenoverlast. Bij aanleg van een bergriool wordt de bodem ernstiger verstoord, dan bij aanleg van een normaal riool. Daar tegenover staat een besparing op ander ruimtebeslag.

Bergbassins, eventueel uitgevoerd met bezinking, slibruiming en spoelrichtingen, hebben als voordeel, dat een deel van de belasting van oppervlaktewater wordt weggevangen. Een negatief effect kan het optreden van stank zijn. Daarenboven is constructiemateriaal en bodemgebruik vereist en treedt een verstoring op in het landschap. Geruimde installaties verbruiken energie en vereisen onderhoud.

Er is tot nu toe nog weinig experimenteel onderzoek verricht naar de vuiluitworp van rioolstelsels en de invloed van deze vuiluitworp op de kwaliteit van oppervlaktewater. Voor dit onderzoekgebied is een onderzoeksprogramma opgesteld door de Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit.

De werkgroep rapporteert aan de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en het algemeen bestuur van de STORA. De hiervoor genoemde factoren zijn in het onderzoeksprogramma opgenomen.

6 BEHANDELING VAN AFVALWATER

6.1 Inleiding

Na inzameling en transport in een rioolstelsel kan afvalwater direct worden geloosd op oppervlaktewater. Meestal wordt het daarvóór gezuiverd in een rioolwaterzuiveringsinrichting.

Voor de behandeling van afvalwater kunnen worden onderscheiden:

- mechanische afvalwaterbehandeling;
- biologische afvalwaterbehandeling;
- fysisch-chemische afvalwaterbehandeling.

In Nederland wordt afvalwater meestal mechanisch en biologisch behandeld. Daarbij wordt overwegend aandacht besteed aan de verwijdering van zuurstofverbruikende verontreinigingen. Daarnaast wordt echter ook in toenemende mate stikstofverwijdering door nitrificatie en denitrificatie toegepast. Biologische fosfaatverwijdering is thans ook onderwerp van onderzoek. Fysisch-chemische behandeling van huishoudelijk afvalwater beperkt zich nog tot desinfectie en fosfaatverwijdering.

Bij de systeemkeuze, waarbij het meestal gaat om een combinatie van deelprocessen, spelen vooral aspecten als effluentkwaliteit, bedrijfszekerheid, kosten en bedrijfsvoering een rol. Aan de effecten op de omgeving van de zuiveringsinrichting wordt veel aandacht besteed. De milieu-effecten in breder verband worden echter nog niet expliciet in de besluitvorming opgenomen.

In dit hoofdstuk worden de mechanische en biologische afvalwaterbehandeling besproken. Per werkwijze wordt een globaal overzicht van de activiteiten gegeven.

In bijlage 3 wordt aangegeven welke milieu-aspecten een rol spelen bij de behandeling van afvalwater.

6.2 Mechanische afvalwaterbehandeling

De mechanische behandeling bestaat uit ontvangst in de ontvangkelder, opvoering van het afvalwater, verwijdering van grofvuil, afscheiding van snel bezinkbaar materiaal, verwijdering of versnijding van kleiner vuil en voorbezinking.

Opvoering c.q. transport van het afvalwater kan gebeuren met behulp van pompen of vijzels.

Vijzels zijn robuust, bijzonder betrouwbaar en leveren een constant debiet. Bij de toepassing van deze opvoerwerken dient er echter rekening mee te worden gehouden, dat het afvalwater in hevige turbulentie wordt gebracht. Daardoor kunnen druppels worden opgeworpen, aërosolen worden gevormd en eventuele stankveroorzakende stoffen ontwijken. Tevens kunnen vijzels geluidoverlast veroorzaken en steken de gemalen relatief hoog in het landschap. Dit laatste geldt ook voor automatisch geruimde roosters, die worden gebruikt voor de verwijdering van grofvuil. Deze machines kunnen geluidhinder veroorzaken, terwijl het verwijderde vuil stankoverlast kan geven.

Veel zuiveringsinrichtingen in Nederland zijn voorzien van een zandvang. Voornaamste reden daarvoor is meestal, dat men problemen bij de verwerking van het (primaire) slib daardoor denkt te voorkomen. Daarvoor worden soms ook hydrocyclonen toegepast, waarmee het zand uit het primaire slib wordt verwijderd.

Omdat zandvangers bronnen van ernstige stankoverlast kunnen zijn, wordt

thans meer expliciet overwogen of een zandvanger wel echt nodig is.

Naar de oorzaken en voorkomen of bestrijding van stank en aërosolver spreiding is reeds veel onderzoek gedaan. Tevens zijn produktie van primair slib, geluid en energieverbruik te kwantificeren. Aan storten, afvoer en verwerking van zand, roostervuil en drijfslaagmateriaal is tot nu toe vanuit milieuhygiënisch oogpunt weinig aandacht besteed. Hetzelfde geldt voor het afwegen van verschillende mogelijkheden, die openstaan voor mechanische behandeling van afvalwater.

Na een biologische stap in de zuivering wordt het afvalwater opnieuw aan een mechanische behandeling onderworpen in de nabezinking, waar afvalwater en zuiverings-slib van elkaar worden gescheiden.

6.2.1 *berging en opslag*

Opslag en berging van afvalwater worden voornamelijk toegepast voor de opvang van rwa bij gemengde rioolstelsels ter voorkoming van grote stootbelasting op de rwzi. Hiervoor kunnen worden gebruikt gegraven bergvijvers, bergreservoirs van beton al of niet voorzien van voorzieningen om slib te verwijderen, het riool en de ontvangkelder van de zuiveringsinrichting. Met uitzondering van het riool kunnen alle bergmogelijkheden bronnen van stank zijn. Meestal zijn ze voorzien van een overstort naar het oppervlaktewater, zodat bij regen watervervuiling zal optreden.

Vijvers kunnen in het landschap worden ingepast, maar hebben als nadeel, dat verontreiniging van het grondwater en de bodem mogelijk is.

Bergvijvers en -reservoirs veroorzaken een aanzienlijk ruimtebeslag.

Een nadeel van berging in het riool kan zijn, dat bij dwa lange verblijftijden optreden. Daardoor kunnen stankproblemen bij gemalen en/of de zuiveringsinrichting ontstaan en wordt de kans op aantasting van het riool groter.

Bergvijvers en -reservoirs worden veelal op min of meer ongecontroleerde wijze vanuit het riool gevoed. Nagegaan zou kunnen worden of het mogelijk is om met behulp van een regelmechanisme er voor te zorgen dat de grootste vuilvracht in het begin van de rwa naar de zuiveringsinrichting wordt afgevoerd. Daarna kan dan het minder vervuilde deel van de rwa naar de berging worden afgevoerd. Een dergelijke werkwijze zou de stankproblemen en de vervuiling van het oppervlaktewater door overstortend afvalwater kunnen verminderen.

6.2.2 *voorbezinking*

In de voorbezinktank worden bezinkbare stoffen als primair slib uit het afvalwater verwijderd.

De mogelijkheid tot en mate van stank zijn afhankelijk van de kwaliteit van het aangevoerde afvalwater. Bij de overstortrand kunnen aërosolen en vluchtige verbindingen vrijkomen; het overstortend water kan geluidoverlast veroorzaken.

Voorbezinktanks veroorzaken horizontaal en soms ook vertikaal ruimtebeslag.

Een duikschot houdt drijvend materiaal tegen, zodat bij directe lozing het ontvangend water hier niet door belast wordt en een verdere behandeling hier niet door wordt belast.

De drijfslaag kan stank veroorzaken.

De energiebehoefte van het ruimermechanisme is gering, evenals het onderhoud. Vooral vanwege de toenemende energieprijzen wordt voorbezinking na een periode van geringere populariteit, thans weer in toenemende mate toegepast.

Er wordt namelijk een substantiële BZV-reductie tegen een relatief gering

energieverbruik mee verkregen. Bovendien kan uit het primaire slib door anaërobe vergisting methaan worden gewonnen.

Het al of niet toepassen van voorbezinking wordt bij de besluitvorming over te bouwen afvalwaterzuiveringsinrichtingen vrijwel altijd in de beschouwing betrokken.

Factoren, die bij de besluitvorming een rol spelen zijn ondermeer kosten, ruimtebeslag, energieverbruik, stankoverlast, aërosolvorming en in mindere mate geluidproductie.

6.3 Biologische afvalwaterbehandeling

Indien afvalwater na mechanische behandeling verder wordt gezuiverd, gebeurt dat meestal door biologische omzetting van de in het afvalwater aanwezige biologisch afbreekbare verontreinigingen.

Het biologische zuiveringsproces wordt in een groot aantal verschillende typen inrichtingen, die in de loop der tijd zijn ontwikkeld, toegepast. Deze variëren van bijna natuurlijke processen in gegraven sloten of vijvers tot zeer geavanceerde inrichtingen.

In Nederland worden overwegend oxydatiebedden en actief-slibinrichtingen toegepast. Vaak apart, maar soms ook in combinatie. Bij de keuze van het biologische proces spelen eisen ten aanzien van effluentkwaliteit, energieverbruik en kosten een hoofdrol. Het voorkomen van overlast voor de omgeving wordt thans min of meer geïntegreerd in het ontwerp opgenomen. Andere (milieu-)aspecten worden veelal nog buiten beschouwing gelaten.

6.3.1 *actief-slibsystemen*

Actief-slibsystemen, die in Nederland veel worden toegepast, bestaan uit beluchtingsruimten en nabezinktanks.

Voor de beluchtingsruimten is een groot aantal uitvoeringsvormen ontwikkeld. Reactorteknisch kunnen globaal de volgende principes worden onderscheiden: ideale menging, propstroming en combinaties hiervan.

In de beluchtingsruimte wordt het afvalwater in contact gebracht met actiefslib en zuurstof. De zuurstof wordt in het water gebracht door een groot grensvlak water-lucht te creëren. Dit is de reden, dat actief-slibsystemen een relatief groot energieverbruik hebben. Dit geldt vooral in ons land, omdat hier veelal lage of zelfs zeer lage slibbelastingen worden toegepast. Deze lage slibbelasting is ondermeer nodig vanwege de geldende nitrificatie-eisen. De lage slibbelasting heeft ook tot gevolg, dat relatief grote beluchtingsruimten moeten worden toegepast.

Voor de beluchting kunnen verschillende methoden worden toegepast. Veelal worden ze gekozen op grond van een minimaal energieverbruik. Daarnaast spelen echter ook factoren als spatten en aërosolvorming een rol. Met betrekking tot dit laatste kan worden opgemerkt, dat er wel onderzoek naar werd verricht, maar dat dit tot nu toe weinig of geen duidelijke ontwerp-criteria opleverde.

De bijbehorende nabezinktanks worden vooral gekenmerkt door een groot ruimtebeslag. Grote nabezinktanks zijn nodig omdat het effluent van de nabezinktanks gewoonlijk direct op het oppervlaktewater wordt geloosd en het risico van sliboverstortingen moet worden geminimaliseerd.

6.3.2 *oxydatiebedden*

Voor oxydatiebedden bestaat een aantal verschillende uitvoeringsvormen. Men maakt een onderscheid tussen hoog- en laagbelaste oxydatiebedden. Het energieverbruik wordt veroorzaakt doordat het water een aantal meters moet worden opgevoerd. Zuurstofvoorziening vindt gewoonlijk plaats door natuurlijke trek.

Oxydatiebedden kunnen een bron zijn van stank en aërosolvorming. Meestal worden in de zomer psychoda-vliegen aangetroffen. Bij vorst kunnen oxydatiebedden dichtvriezen.

Verstopping, psychoda-vliegen, bevriezing en soms ook stank kunnen worden voorkomen door effluent te recirculeren over het oxydatiebed. Dit verhoogt uiteraard wel het energieverbruik.

Stankoverlast en aërosol-verspreiding kunnen worden bestreden door de oxydatiebedden te overkappen. De benodigde constructies zijn omvangrijk en daardoor kostbaar. Bij overkapping moet lucht worden aangewend, afgezogen en behandeld om stankverwekkende stoffen te verwijderen.

Het afstromende water bevat humusslib, dat in nabezinktanks moet worden verwijderd. Ook bij de toepassing van oxydatiebedden moet worden gerekend met een aanzienlijk horizontaal ruimtebeslag.

Het verticale ruimtebeslag is afhankelijk van de hoogte van de oxydatiebedden.

6.3.3 *actiefslib, oxydatiebed*

Actief-slib en oxydatiebedinstallaties vertonen onderling overeenkomsten en verschillen, die wat betreft het milieu in breed verband misschien kwalitatief, doch niet kwantitatief, beschreven zijn.

Het betreft onder andere:

- flexibiliteit in hydraulische en biologische belasting
- vergiftiging van micro-organismen
- mogelijkheden tot nitrificatie en denitrificatie
- zwevende stof in het effluent
- slibproductie, slibvolume, stabilisatiegraad van het slib en slibverwerking
- energieverbruik
- verstoring van landschap, ruimtebeslag
- bodemverstoring, fundaties
- materialen-behoefte
- eis van voorbezinking
- flexibiliteit ten aanzien van nabezinking
- onderhoud en bediening.

6.3.4 *slibbelasting*

De slibbelasting bepaalt bij elke vorm van biologische behandeling een aantal belangrijke factoren:

- het zuiveringsrendement voor wat betreft BZV, CZV, stikstof
- de slibproductie en daarmee de capaciteit van de slibverwerkingsfaciliteiten
- de slibleeftijd en daarmee de stabiliteit van het proces en de effluentkwaliteit
- de stabilisatiegraad van het surplusslib en daarmee de verwerkingsmethode van het slib
- de omvang en de vorm van de beluchtingsruimte en daarmee het ruimtebeslag en het verbruik van bouwmaterialen
- het energieverbruik
- de slibindex en daarmee de omvang van de nabezinktanks
- de kans op opdrijven van slib in de nabezinktank door denitrificatie.

Om een duidelijk inzicht te krijgen in de consequenties van de keuze voor een bepaalde slibbelasting zouden de hiervoor genoemde factoren in een matrix moeten worden gezet. Dit is thans echter nog niet volledig mogelijk.

6.3.5 *extensieve en intensieve zuiveringsmethoden*

Bij extensieve zuiveringsmethoden speelt de natuurlijke verwerking van de afvalstoffen de hoofdrol. Extensieve methoden zijn zuiveringen met behulp van vijvers, vis- en algenvijvers, en planten.

Bij intensieve zuiveringsmethoden wordt de natuurlijke procesgang versneld door hiervoor meer specifieke reactie-omstandigheden te scheppen in reactoren zoals bij actief-slib- en oxydatiesystemen.

Gefluïdiseerd bedreactoren en anaërobe zuiveringen worden in dit kader buiten beschouwing gelaten.

Het meest kenmerkende verschil tussen extensieve en intensieve zuiveringsmethoden is de energiebehoefte en de mogelijkheid tot energie-opwekking. Een ander verschil is het gebruik van bouw- en constructiematerialen. Verder worden intensieve zuiveringsmethoden gekenmerkt door plaatsbesparing bij schaalvergroting, extensieve methoden niet.

Een belangrijk verschil in het zuiveringsproces is de mogelijkheid om met extensieve zuivering fosfaten tegelijk met stikstof, BZV, CZV en zwevende stof vergaand te verwijderen, terwijl bij intensieve zuivering hiervoor aparte stappen moeten worden ingepast.

De keuze tussen de twee systemen spitst zich met name toe bij zuiveringsinrichtingen van kleine capaciteit, veelal in landelijke gebieden.

Intensieve zuiveringsmethoden worden bij bouw en aanwezigheid gekenmerkt door een sterke verstoring van het landschap.

Bij extensieve zuiveringsmethoden kan de verstoring minder zijn. Extensieve methoden leveren weinig of geen surplusslib. Intensieve methoden wel. Extensieve zuiveringsmethoden kunnen grondstoffen leveren, intensieve zuiveringsmethoden verbruiken grondstoffen. Het aspect van bodem- en grondwaterverontreiniging speelt bij extensieve methoden zeer zeker een rol, terwijl verstoring voor aanleg juist voor intensieve methoden van belang is.

Voor bestrijding van luchtverontreiniging en geluidoverlast kunnen reactoren van intensieve zuiveringsmethoden worden overkapt. Bij extensieve methoden is dat onmogelijk of extreem kostbaar. Het rendement van extensieve zuiveringsmethoden is in sterkere mate seizoenafhankelijk dan dat van intensieve methoden.

Juist voor kleine gemeenschappen en gemeenschappen met een seizoenafhankelijke populatie (recreatie, camping) zou deze methode van belang kunnen zijn.

6.4 Fysisch-chemische afvalwaterbehandeling

Fysisch-chemische werkwijzen worden in Amerika "advanced treatment" genoemd. In hoofdstuk 2 werd al aangeduid, dat deze werkwijzen ook daar aan kritiek blootstaan, althans voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater. In Nederland worden fysisch-chemische werkwijzen bij de behandeling van huishoudelijk afvalwater in zeer beperkte mate toegepast. Eigenlijk alleen wanneer desinfectie en/of vergaande fosfaatverwijdering wordt verlangd.

Voor desinfectie van afvalwater kan gebruik worden gemaakt van chloor- of ozondosering, ultraviolet- of γ -straling. In Nederland wordt vrijwel uitsluitend gebruik gemaakt van chloordosering in de vorm van chloorbleekloog.

Desinfectie wordt overigens niet op grote schaal toegepast. Dit is mede het gevolg van het feit, dat er een aantal nadelen aan is verbonden. Bij de toepassing van chloor moet men vooral rekening houden met een verhoging van het gehalte aan natrium en chloride en aan de mogelijke vorming van organochloorverbindingen.

Waar toch wordt besloten om over te gaan tot desinfectie is veelal sprake van lozing van het effluent in de directe nabijheid van recreatieplaatsen.

Fosfaatverwijdering kan worden verkregen door toevoeging van chemicaliën, door middel van "fluid-bed"-technieken en langs biologische weg. In Nederland wordt op kleine schaal fosfaatverwijdering toegepast. Wel wordt er al gedurende langere tijd intensief bestudeerd of vergaande fosfaatverwijdering nodig is.

Daarbij wordt aandacht besteed aan de vóór- en nadelen en de neveneffecten.

7 BEHANDELING VAN SLIB

7.1 Inleiding

Bij de behandeling van afvalwater komt slib vrij. De hoeveelheid kan afhankelijk van de soort afvalwater en de wijze van behandelen variëren van 30 tot 90 g drogestof per inwoner per dag.

Als het slib aan het zuiveringsproces wordt onttrokken, is het gesuspendeerd in water. Het drogestofgehalte van de suspensie kan variëren van minder dan 1% tot ca. 4%. Bij de behandeling van slib wordt dan ook veel aandacht besteed aan de verhoging van het drogestofgehalte.

In de praktijk van de slibverwerking worden zeer veel werkwijzen en combinaties toegepast. Zij liggen tussen de volgende uitersten:

- natte afvoer van ingedikt slib (per inwoner per dag ca. 1500 g nat slib)
- combinatie van indikking, conditionering, mechanische ontwatering en verbranding (per inwoner per dag minimaal 15 g as).

Indien grote volumereducties worden vereist, moeten relatief gecompliceerde verwerkingsmethoden worden toegepast. Deze methoden stellen hoge eisen aan het bedienend personeel en kunnen aanzienlijke milieu-effecten veroorzaken.

Vers slib kan aanzienlijke stankoverlast veroorzaken. Daarom worden vaak eisen gesteld aan de stabilisatie.

In bijlage 4 wordt aangegeven welke milieu-effecten bij de verschillende werkwijzen voor behandeling van slib van belang worden geacht.

7.2 Indikking

In Nederland wordt op rwzi's, die stedelijk afvalwater verwerken, voornamelijk gravitatie-indikking gebruikt voor het concentreren van diverse soorten slib of mengsels daarvan (primair, secundair, aëroob gestabiliseerd, uitgegist, chemisch/biologisch en chemisch of thermisch geconditioneerd slib).

7.2.1 *gravitatie-indikking*

Vooraf bij voorindikers kan in de zomer stankoverlast optreden. Eveneens kan stankoverlast optreden bij indikers die thermisch geconditioneerd slib verwerken. Bij voorindikers wordt koeling met effluent wel als remedie toegepast, maar effectiever is een nieuwe ontwikkeling om stankoverlast tegen te gaan. Afdekken van indikers biedt in combinatie met afzuigen van lucht een goede oplossing. De afgezogen lucht of gassen worden daarbij gezuiverd of stankvrij gemaakt met behulp van gaswassers of compostfilters.

Het ruimtebeslag is gering in vergelijking met andere onderdelen van een rwzi. Het ruimtebeslag is bij gravitatie-indikking groter dan bij mechanische indikking.

7.2.2 *flotatie-indikking*

Voor stankoverlast wordt verwezen naar de vorige alinea. Ook hier is sprake van een gering ruimtebeslag ten opzichte van andere onderdelen van een rwzi. Veelal worden polyelektrolyten gebruikt bij deze vorm van slibindikking. Hierbij is de biologische afbreekbaarheid van de polyelektrolyt van belang.

7.2.3 *mechanische indikking*

Bij mechanische indikking met centrifuges is eventuele stankoverlast vanwege de gesloten uitvoering gemakkelijker te voorkomen of te bestrijden dan bij andere wijzen van indikking. Het energieverbruik is echter aanzienlijk hoger dan bij gravitatie- of flotatie-indikking. Er is sprake van een zeer gering ruimtebeslag.

Voorzorgen tegen geluidoverlast kunnen noodzakelijk zijn. Veelal worden grondstoffen (polyelektrolyten) gebruikt om het drogestofgehalte en het scheidingsrendement op te voeren.

7.3 Stabilisatie

Stabilisatie van slib is niet exact gedefinieerd. In de meest eenvoudige omschrijving betekent het dat gestabiliseerd slib zonder stankbezwaren kan worden opgeslagen of gedroogd op een droogbed.

Stabilisatie kan langs biologische weg worden verkregen door middel van aërobe of anaërobe processen (mineralisatie), of langs thermische of chemische weg. In beide laatste gevallen verdwijnt de biologische activiteit van het slib, ofwel het vermogen tot het produceren van stank, door sterilisatie bij hoge temperatuur of hoge pH.

7.3.1 *aërobe stabilisatie (excl. compostering)*

Aërobe stabilisatie van slib kan geschieden als onderdeel van het zuiveringsproces bij zeer laag belaste actief-slibsystemen (oxydatiesloot) of separaat daarvan. Bij separate aërobe stabilisatie kan bij hogere drogestofgehalten en eventueel ook bij hogere temperatuur worden gewerkt. Bij separate stabilisatie is het ruimtebeslag kleiner dan bij de eerst genoemde mogelijkheid tot aërobe stabilisatie, waarbij het horizontale ruimtebeslag groot is.

Het energieverbruik is in beide gevallen hoog. Separate aërobe stabilisatie is in Nederland thans van gering belang. Bij verstoring van de aërobe stabilisatie kan stankoverlast optreden.

In systemen voor aërobe stabilisatie van slib worden veelal oppervlaktebeluchters toegepast. In deze gevallen kunnen maatregelen ter voorkoming van geluidoverlast noodzakelijk zijn.

7.3.2 *anaërobe stabilisatie*

Bij anaërobe stabilisatie van slib of slibgisting is evenals bij aërobe stabilisatie van slib een lange verblijftijd (ongeveer 20 dagen) in de stabilisatieruimte vereist. Het proces wordt uitgevoerd in gistingstanks die te zamen met de gashouders duidelijk zichtbaar zijn op het terrein van een rwzi en in de omgeving. Het gistingsgas (tweederde deel methaan, de rest voornamelijk koolzuur) wordt meer en meer gebruikt voor de opwekking van energie.

Het is mogelijk om driekwart, of soms meer van de benodigde elektrische energie van een rwzi uit gistingsgas op te wekken. Het gistingsgas bevat stankcomponenten (o.a. H₂S).

Het gas wordt hiervan ontdaan door middel van gaszuivering (gaszuiveringskist met pyriet, gaswassers) of door FeCl₃-dosering direct in de gistingstank. Het gas wordt opgeslagen in gashouders. Er mag geen lucht in de

gistingruimte of gashouder (overdruk) komen, omdat het gasmengsel bij een gas/luchtverhouding van 1:5 tot 1:15 explosief is. Bij aanvullende defosfatering en de toevoer van chemisch/biologisch slib naar de slibgisting kan de gemiddelde slibverblijftijd te kort worden om een goede slibstabilisatie te bereiken. Hierdoor kan de gasproductie teruglopen en kunnen eventueel stankproblemen optreden op droogbedden. Een en ander hangt af van de uitgangssituatie (volbelaste of onderbelaste gisting).

De micro-biologische kennis van slibgisting, toegespitst op de optimalisatie van de gasopbrengst, dient te worden vergroot. In dat kader kan ook aandacht worden besteed aan de zin van het toepassen van slibgisting bij kleinere rwzi's dan thans het geval is.

7.3.3 *thermische stabilisatie*

Thermische stabilisatie treedt op als neveneffect bij de thermische conditionering van slib en bij de thermische desinfectie. De lezer wordt naar de desbetreffende paragrafen verwezen.

7.3.4 *chemische stabilisatie*

Wanneer kalk wordt toegevoegd aan vers slib tot een $\text{pH} \geq 12$ worden micro-organismen gedood (desinfectie) en wordt rotten (stankoverlast door H_2S) van slib vermeden. Deze methode wordt wel toegepast op kleine rwzi's in Noorwegen. Voor de normale situatie op rwzi's zal deze methode voor stabilisatie in Nederland niet aantrekkelijk zijn. Deze werkwijze biedt als noodoplossing wel perspectieven bij ontregelde gistingstanks en bij calamiteiten (zoals giflozingen), waarbij het stinkende slib op droogbedden moet worden afgelaten.

In afwachting van een uiteindelijke bestemming kan dan stankoverlast van het af te voeren slib worden voorkomen.

Chemische stabilisatie treedt wel op als neveneffect bij de conditionering van vers slib met ijzerchloride en kalk.

7.4 Natuurlijke ontwatering

Ontwatering door middel van drainage en verdamping vindt plaats in de openlucht op droogbedden en in sliblagunes. Zowel het gebruik van droogbed als lagune vereist een groot oppervlak.

7.4.1 *droogbed*

Potentiële stankoverlast kan optreden bij onverwachte situaties. Bescherming tegen grond- en oppervlaktewaterverontreiniging kan worden verkregen door (vacuüm) drainage van het percolatiewater en terugvoer hiervan naar de zuiveringsinrichting.

Aan het mechanisch ruimen van droogbedden is geluidproductie verbonden. Het vereiste landoppervlak kan worden verkleind door toepassing van hulpmiddelen zoals flocculanten of kalk. Aantrekkelijker zijn wijzigingen in de werkwijze die geen extra grondstoffen vragen. De energiebehoefte is laag in vergelijking met mechanische ontwatering. Het zandverbruik van droogbedden is groot (0,1 à 0,4 kg zand/kg droge stof).

7.4.2 *lagune*

De optimalisering van de natuurlijke ontwatering in lagunes door middel van verbetering van de wijze van vullen, vacuüm-drainage, afsluiting van de ondergrond met folie, het trekken van greppels in de bovenlaag e.d. heeft ten doel het benodigde horizontale ruimtebeslag te verminderen.

7.4.3 *veredeld droogbed*

De benaming "veredeld" is afkomstig uit het zwarte grondbedrijf. De werkwijze van het opbrengen van slib in vele dunne lagen in een koepelvorm resulteert in een snelle waterafvoer, goede rijping van het slib en lagere ruimtebehoefte dan bij het traditionele droogbed.

7.5 Conditionering

Een relatief klein gedeelte van het in Nederland geproduceerde slib (ongeveer 25%) ondergaat één of andere wijze van conditionering; dit is voorbehandeling ten behoeve van de mechanische ontwatering.

7.5.1 *anorganische chemicaliën*

Het gebruik van anorganische chemicaliën (veelal FeCl_3 /kalk) vereist een toevoer van grote hoeveelheden hulpstoffen (ongeveer 200-500 kg kalk per ton slib droge stof) en de bouw van opslagsilo's en doseerapparatuur. De toegevoerde chemicaliën zullen in hoofdzaak met het slib worden afgevoerd. Een deel van de chemicaliën lost op en verlaat de rwzi's met het effluent. Als gevolg van de hoge pH (12) die bij het conditioneren wordt bereikt, vindt in beperkte mate ammoniak-ontwikkeling plaats; tevens worden pathogene micro-organismen, wormeieren e.d. in zekere mate inactief gemaakt.

7.5.2 *organische chemicaliën*

Uit het oogpunt van milieu-effecten is bij gebruik van organische chemicaliën (polymeren) de biologische afbreekbaarheid van belang. Een klein deel van de polymeren komt in de waterfase terecht, waar afbraak onder aërobe omstandigheden kan plaatsvinden. In vergelijking met anorganische chemicaliën wordt van organische chemicaliën veel minder verbruikt bij conditionering; extra transportkosten als gevolg van het toe- en afvoeren van de hulpstoffen spelen veel minder een rol. De bereikbare eindrogestofgehalten van ontwatering met zeefbandpersen of centrifuges liggen lager dan bij filterpersen (inclusief conditionering met anorganische chemicaliën), waardoor sommige afzetmogelijkheden (zoals deponie op vuilstort) minder toepasbaar zijn.

7.5.3 *thermische conditionering < 0°C*

Een vorm van conditionering is de vriesconditionering. Bij het conditioneren van slib door middel van bevriezen telt vooral de energiebehoefte. Er zijn geen hulpstoffen nodig zoals bij chemische conditionering en ook krijgt de waterfase nauwelijks een verandering in CZV of BZV zoals bij de thermische conditionering boven 150°C het geval is. De toepassing van vriesconditionering zal vooralsnog voorbehouden zijn aan speciale slibben.

7.5.4 *thermische conditionering > 150°C*

Een aspect waar veel aandacht aan besteed moet worden, is het voorkomen van luchtverontreiniging. De gassen uit de reactor zelf en ook het geconditioneerde slib kunnen vooral bij hogere temperaturen stankproblemen geven.

Het energieverbruik is hoog in vergelijking met conditionering met chemicaliën.

De behandeling van gassen (bestaande uit laag moleculaire, vluchtige, organische verbindingen als aldehyden, ketonen, zwavelhoudende verbindingen en organische zuren) kan plaatsvinden door middel van thermische of katalytische verbranding, adsorptie en gaswassing, of combinaties daarvan. Bij de thermische conditioneringsinstallatie van de rwzi Apeldoorn is in het verleden met katalytische verbranding (temperatuur 400-450°C) gewerkt. Daar dit systeem geen stankvrij gas opleverde, is men op directe

verbranding (temperatuur 850-950°C) overgegaan. Controlemetingen hebben aangetoond dat aan de eisen, te weten aldehyden en ketonen gemeten als aceton < 100 ppm en zwavel vrijwel afwezig, wordt voldaan. Desondanks kan in de onmiddellijke omgeving van de installatie de typische "thermisch conditioneringslucht" worden waargenomen. De afgasen van de indikker van het geconditioneerde slib dienen eveneens te worden behandeld. Stankproblemen kunnen ook ontstaan bij de ontwatering. Centrifuges zijn in een gesloten systeem (toe- en afvoer) op te stellen. Vacuümfilters kunnen worden afgedekt en afgezogen. Bij toepassing van filterpersen is uitvoering mogelijk van een gesloten afvoer of afzuiging van de lucht via afzuigkappen. Door leveranciers van thermische conditioneringsapparatuur wordt een reeks van oplossingen geboden om stankoverlast te vermijden.

Aan milieutechnische specificaties kan worden voldaan; een stoompluim zal nagenoeg altijd zichtbaar zijn.

Het bij de ontwatering van thermisch geconditioneerd slib vrijkomende water heeft een hoge CZV-waarde van enige duizenden mg/l. Bij terugvoer naar de zuivering geeft dit een extra CZV-belasting en bovendien een toename in de N-belasting.

Dit materiaal biedt echter toepassingsmogelijkheden als meststof. Het blijkt namelijk dat zware metalen als Zn, Cu, Ni, Cr en Pb voor het grootste deel in de vaste fase (slib) achterblijven, zodat een hoogwaardig stikstofrijke vloeistof overblijft.

Een gunstig nevenaspect van thermische conditionering bij hoge temperatuur is de sterilisatie van slib. Toch moet er bij de technische uitvoering van thermische conditionering niet vanuit worden gegaan dat het steriele produkt niet opnieuw kan of zal worden besmet.

Hoge kiemgetallen zijn gevonden in filterkoeken van thermische conditioneringsinstallaties (procescondities: 200°C, 17.10⁵ Pa, 30-45 min.).

Een dergelijke situatie kan zich ook voordoen na pasteurisatie van slib (70°C, 30 min.).

De veelheid en omvang van mogelijke milieu-effecten bij thermische conditionering zijn zeer aanzienlijk.

7.5.5 *fysische conditionering*

Bij thermische conditionering ondergaat het slib een duidelijke structuurverandering. Bij fysische conditionering evenwel wordt een "inert" materiaal toegevoegd om de ontwaterbaarheid te verbeteren. Het toegevoegde materiaal kan afkomstig zijn van een volgende slibverwerkingsstap, bijvoorbeeld verbrand slib, of van andere oorsprong. Het doel van fysische conditionering is niet alleen de ontwaterbaarheid van het slib te verbeteren, maar ook om het transport of de verwerkbaarheid in het algemeen te bevorderen.

Bijvoorbeeld, het gebruik van as in combinatie met polyelektrolyten kan het drogestofgehalte van de koek verbeteren en het chemicaliënverbruik verminderen. Bij toepassing van verast slib neemt het gehalte aan anorganische zouten in het filtraat (na mechanische ontwatering) toe. Aangezien zware metalen uit verast slib op kunnen lossen en bij terugvoer van het filtraat de rwzi met het effluent verlaten, zal voor elk geval moeten worden nagegaan of dit problemen veroorzaakt.

Bij de meer gebruikelijke werkwijzen op rwzi's wordt namelijk een groot deel van de zware metalen aan het slib gebonden en derhalve aan de waterfase onttrokken.

7.6 Mechanische ontwatering

De milieu-aspecten die verbonden zijn aan het mechanisch ontwateren van slib (filterpers, centrifuge, zeefbandpers, vacuümfilter) houden ook ver-

band met de voorbehandeling (conditionering) of met de verdere verwerking of deponie van het slib. Het voorkomen van stank in de bedrijfsruimte en daarbuiten is afhankelijk van de aard van het te ontwateren slib. Geluidhinder (elektromotoren) is verbonden aan mechanisch ontwateren van slib. Het ruimtebeslag van mechanische ontwateringsapparatuur is in vergelijking met dat van droogbedden klein. Dit is een belangrijk voordeel van mechanische ontwatering in vergelijking met natuurlijke ontwatering.

7.6.1 *zeefbandpersen*

De oudere, veelal kleinere, zeefbandpersen werken met een geringe overdruk (< 0,5 bar), waardoor het einddrogestofgehalte veelal < 15% ligt. De nieuwere typen werken met drukken tot ca. 7 bar. Het bereikbare drogestofgehalte ligt vaak boven 20%, hetgeen een aanzienlijke reductie geeft in slibvolume.

7.6.2 *centrifuges*

Centrifuges zijn gesloten uitgevoerd en lenen zich derhalve goed om eventuele stankoverlast tegen te gaan. Geluidhinder dient te worden voorkomen. Het drogestofgehalte van het slib is meestal niet hoger dan 14 à 18%.

7.6.3 *vacuümfilters*

Vacuümfilters worden in Nederland bij de slibverwerking weinig toegepast. Door het relatief hoge energieverbruik in vergelijking met andere vormen van mechanische ontwatering wordt verwacht, dat niet veel meer installaties voor vacuümfiltratie in Nederland zullen worden gebouwd.

7.6.4 *filterpersen*

Naast het voordeel van een hoog drogestofgehalte van de filterkoek geldt als nadeel dat hiervoor veel hulpstoffen zoals $FeCl_3$ en kalk nodig zijn. Een mogelijke reductie in slibvolume en in hoeveelheid droge stof is in principe bereikbaar, indien organische conditioneringsmiddelen bij filterpersen worden gebruikt. Combinatie met as of ijzerchloride is daarbij te overwegen.

7.7 Thermisch drogen

Bij het thermisch drogen van slib gaat het, anders dan bij het mechanisch ontwateren, meestal niet primair om de reductie van het slibvolume. Immers, de droogkosten zijn relatief hoog; de energiekosten kunnen circa 40% van de totale kosten uitmaken. Slibdroging tot 90% droge stof of hoger zal vaak eerst dan worden toegepast als het er om gaat een verkoopbaar, hoogwaardig eindproduct (meststof) te verkrijgen.

7.7.1 *drogen na mechanische voorontwatering*

In verband met de energiekosten vindt thermische droging van slib nagevoeg altijd plaats na mechanische voorontwatering.

De voornaamste milieu-aspecten betreffen de luchtverontreiniging door stof- en gasvormige emissies (stank, schroeilucht). Het in de afgassen aanwezige stof kan met behulp van cyclonen of elektrostatische filters afgevangen.

Het resultaat van de stofvangst met cyclonen is veelal onvoldoende omdat het gedroogde materiaal geen uniforme deeltjesgrootte heeft en het vochtgehalte varieert. Elektrostatische filters voldoen beter.

Voor het bestrijden van de gasvormige componenten komt wassing, bijvoorbeeld met een venturiwasser, in aanmerking. Indien een beperkte stankemissie kan worden toegestaan, wordt het effluent gewassen. Door toevoeging van chemicaliën aan het waswater kan het waseffect duidelijk worden verbeterd.

Andere stankbestrijdingsmethoden zijn directe of katalytische naverbranding van afgassen. Directe naverbranding bij circa 700°C is echter minder aantrekkelijk vanwege de hoge energiekosten (het temperaturniveau van de afgassen is bij slibdroging laag). Katalytische naverbranding kan worden beïnvloed door vergiftiging van de katalysator door meegesleurde stofdeeltjes.

In de praktijk kan bij de drooginstallatie in principe worden voldaan aan alle eventuele geluideisen. Zo is door het plaatsen van geluidem-pers en dergelijke het geluid van de ventilator tot elk gewenst niveau terug te brengen. Eisen, die ten aanzien van het geluidniveau buiten het gebouw of aan de rand van het terrein gesteld worden, zijn afhankelijk van de plaatselijke situatie.

7.7.2 *drogen zonder mechanische voorontwatering*

Bij de thermische droging van ingedikt slib (4% d.s.) gelden dezelfde milieu-aspecten als vermeld in de vorige paragraaf.

Gunstiger is in dit opzicht de thermische droging na voorontwatering of voordroging op een droogbed. De hoeveelheid te verdampen water is dan sterk verminderd, hetgeen besparing aan energie geeft en mogelijk minder milieuproblemen teweeg brengt.

Doorslaggevend zal evenwel de afzetbaarheid van het eindproduct zijn.

7.8 Verbranden

Verbranden van slib kan afzonderlijk geschieden en in combinatie met aparte verbrandingsovens voor vaste afvalstoffen. Beide methoden vinden in beperkte mate toepassing in Nederland (rwzi Oss, respectievelijk rwzi Dordrecht). Warmte-economisch is het aantrekkelijk de warmte, die vrijkomt, bij de huisvuilverbranding te gebruiken bij het voorverwarmen van het slib. Behoudens het voordeel van de grote volumereductie, de benutting van de vrijkomende warmte en het mogelijke gebruik van de as als conditionerings- en filtratiehulpmiddel roept verbranding van slib, meer dan bij de andere slibverwerkingsmethoden, nevenproblemen op.

De samenstelling van de verbrandingsgassen, de deponie van de as en de energiehuishouding vragen veel aandacht. Mede door de gecompliceerde procesvoering biedt verbranding uitsluitend mogelijkheden voor zeer grote zuiveringsinrichtingen of centrale slibverwerking.

Na koeling van de rookgassen worden cyclonen, wassers en/of elektrostatistische filters toegepast voor het bestrijden van stof- en gasvormige emissies. Mits goed gedimensioneerd en bedreven kan met deze apparatuur de emissie van stof, SO₂, NO_x en dergelijke onder de normen worden gehouden. Bij slibverbranding van de rwzi Dordrecht worden de rookgassen gewassen en wordt het waswater naar de rioolwaterzuivering teruggevoerd, waardoor opwarming van het inkomend rioolwater plaatsvindt (gunstig voor nitrificatie). De resultaten van de wassing zijn goed.

Emissie van zware metalen, pesticiden, polychloorbiphenylen (PCB) is in het verleden aangetoond. De mate van emissie is afhankelijk van de verbrandingstemperatuur, samenstelling van het slib en het type oven.

Om het neerslaan van de uit de schoorsteen ontwijkende nevels te voorkomen, moet er voor worden gezorgd, dat de temperatuur van de rookgassen voldoende hoog is.

In verband met stuiven moet de verbrandingsas worden bevochtigd. Een vochtgehalte van 30% is voldoende om stuifproblemen bij transport en deponie te voorkomen. De steriele, pesticidevrije as bevat nog fosfaat, sporen stikstof, sulfaat, metaaloxiden e.d.

Gewezen wordt op de mogelijkheid van uitloging van deze stoffen en het gevaar voor grondwaterverontreiniging.

Verbrandingsinrichtingen veroorzaken een bepaalde mate van geluidhinder. Afhankelijk van de plaatselijke situatie worden in dat verband verschillende eisen gesteld.

Zo geldt voor de verbrandingsinstallatie in Dordrecht de voor industriegebied geldende norm van 50 dBA. Voor de verbrandingsinstallatie bij Oss, die in een landelijke omgeving is gesitueerd, is een geluidniveau van maximaal 36 dBA aan de grens van het terrein van de rwzi opgelegd door de vergunningverlener.

Verbranding van vast afval (zoals huisvuil), gecombineerd met de verbranding van slib is in warmte-economisch opzicht aantrekkelijk. Er zijn veel technische uitvoeringsvormen bekend.

Als een dergelijke oplossing of een gecentraliseerde slibverbranding wordt overwogen, is een groot aantal factoren afhankelijk van de specifieke situatie. Dit maakt een algemene studie minder zinvol.

7.9 Desinfectie

Bij desinfectie van zuiveringsslib worden pathogene micro-organismen, wormeieren e.d. gedood. De toepassing van pasteurisatie (matige desinfectie) is op het moment in Nederland niet groot.

7.9.1 *thermische desinfectie*

Bij de pasteurisatie van slib vindt vergaande afsterving van pathogene micro-organismen plaats. Dit kan worden bereikt door een temperatuurbehandeling bij 70°C gedurende 30 minuten. Er kunnen stankproblemen optreden die afhankelijk zijn van de aard van het te behandelen slib.

Ten opzichte van chemische- en stralingsdesinfectie is sprake van een hoger energieverbruik. Bij de thermische conditionering van slib treedt ook desinfectie op. Bij droging en compostering treedt eveneens een zekere mate van desinfectie op.

7.9.2 *chemische desinfectie*

Chemische desinfectie wordt meer toegepast bij effluent dan bij slib. Deze werking treedt evenwel ook op bij de conditionering van slib met anorganische chemicaliën (FeCl₃/kalk) en bij de chemische stabilisatie van slib.

7.9.3 *desinfectie met γ -straling*

Bij deze werkwijze bestaat geen kans op stankontwikkeling. Het werken met radio-actief materiaal vereist echter wel extra veiligheidsmaatregelen.

7.10 Deponie van slib/as op het rwzi-terrein

Indien blijvende deponie van slib of as op het terrein van de rwzi wordt overwogen, geldt dat behalve het ruimtebeslag, het visuele aspect en de bescherming van het grondwater van belang zijn.

7.10.1 *deponie van slib op rwzi*

Lagunes kunnen worden gebruikt voor bodemvorming. Gerichte beplanting is hierbij zinvol. Gedroogd slib van droogbedden kan worden opgeslagen, waarbij eveneens beplanting wordt toegepast.

Afvoer van gerijpte grond na bijvoorbeeld 10 à 15 jaar in plaats van directe afvoer betekent wellicht een grote besparing op afvoerkosten.

Drainage of afsluiting van de ondergrond zijn bruikbare maatregelen om eventuele grondwaterverontreiniging tegen te gaan. Het deponeren van slib kan bijvoorbeeld plaatsvinden rondom een rwzi. Het slib moet gestabiliseerd zijn opdat geen stankoverlast optreedt.

Voor rwzi's die thans nog uitgerust zijn met droogbedden en eventueel overgaan op mechanische ontwatering is een interessante mogelijkheid permanente deponie van slib op of in de onmiddellijke omgeving van de rwzi.

7.10.2 *deponie van as op rwzi*

Ook as van slibverbranding zou op het terrein van een rwzi kunnen worden opgeslagen. De bodem- en grondwaterbescherming is daarbij van groot belang. Het ruimtebeslag voor deponie van as, hetzij op een vuilstort, hetzij op de rwzi is in zijn totaliteit gezien gelijk. Het heeft evenwel voordelen om as gescheiden van vast afval op te slaan. Te denken valt hierbij aan mogelijk hergebruik van waardevolle componenten (fosfaten), het gebruik van as voor de cementindustrie of wegeaanleg. Nieuwe technieken als bacteriële uitloging van metalen zijn thans in ontwikkeling.

In principe zijn er mogelijkheden tot recycling van stoffen op langere termijn.

7.11 Afvoer van slib van rwzi

Het geproduceerde slib zal in één of andere vorm de rwzi verlaten; zoals afvoer van ingedikt slib naar de landbouw, afvoer van ontwaterd slib naar een vuilstort of afvoer van slib voor de bereiding van grond. In het kader van nieuwe ontwikkelingen, voortkomende uit de afvalstoffenwet (de provinciale slibafvoerplannen) en de gestaag toenemende slibproductie (ook zonder defosfatering), is het denkbaar dat slib evenals vast afval over relatief grote afstanden zal moeten worden vervoerd.

7.12 Centrale verwerking van slib

Het is niet uitgesloten dat mede gezien de overwegingen die in de voorgaande paragraaf zijn vermeld centrale verwerking van slib in de komende jaren zal toenemen.

Uit het oogpunt van diverse milieu-aspecten kan het voordelen hebben centrale verwerking van slib toe te passen. Verbranding van slib wordt bijvoorbeeld redelijk uitvoerbaar indien het slib van vele honderdduizenden i.e.'s wordt verwerkt. Composteren en bereiding van zwarte grond lenen zich eveneens goed voor centrale verwerking. De daaraan verbonden milieu-effecten worden in hoofdstuk 9 besproken.

8.1 Inleiding

Er zijn veel mogelijkheden om afvalwater te behandelen. Een reeks methoden of processen is beschikbaar om stedelijk (en industrieel) afvalwater te zuiveren en slib te verwerken. De behandeling van afvalwater of verandering daarin kan worden ingedeeld in wezenlijke acties lopend van het nul-alternatief (geen actie), het bouwen van nieuwe rwzi's tot de verbetering van het zuiveringsresultaat van een bestaande rwzi. Bij de milieu-effecten dienen de gevolgen van het nul-alternatief of van een uitgestelde actie evenzeer zo goed mogelijk te worden aangegeven.

Indien een nieuw te bouwen rwzi de sanering van een aantal kleine rwzi's en/of septic tanks tot gevolg heeft, dient hieraan bij de omschrijving van de uitgangssituatie aandacht te worden geschonken. De afvoer van het in meer of mindere mate gezuiverde afvalwater omvat een aantal aspecten, die alle met elkaar verbonden zijn, maar toch zoveel mogelijk afzonderlijk beschouwd dienen te worden:

- plaats van afvoer
- methode van afvoer
- kwaliteit van het effluent
- belasting van het ontvangende water.

Achtereenvolgens worden de genoemde aspecten van de afvoer van gezuiverd afvalwater te zamen met relevante milieu-effecten besproken.

In bijlage 5 is aangegeven welke milieu-effecten bij de afvoer van gezuiverd afvalwater van belang worden geacht.

8.2 Plaats van afvoer

Het al of niet gezuiverde afvalwater moet worden afgevoerd naar het oppervlaktewater of naar de bodem. Directe opwerking (hergebruik) tot drinkwater of koelwater zal in de Nederlandse situatie naar verwachting nauwelijks van betekenis worden.

8.2.1 *oppervlaktewater (zoet)*

Het is in Nederland de gewoonte om in meer of mindere mate gezuiverd afvalwater te lozen op sloten, boezemwateren, beken, meren, kanalen en rivieren. Er is sprake van verspreide produktie van afvalwater, dat na inzameling en behandeling resulteert in een effluent, dat meestal als puntlozing op het oppervlaktewater wordt geloosd.

Een ontvangend water kan derhalve te maken krijgen met een vergroting van de vuillast. Ook al is dit afkomstig van gezuiverd afvalwater. Er kan sprake zijn van een horizontale ruimtebelasting, omdat de gebruiksfunctie van het ontvangende water in de buurt van een lozingspunt wordt beïnvloed (recreatie).

De functie van het ontvangende water en de daarmee verbonden eisen voor de kwaliteit zijn doorslaggevend bij de afwegingen of een bepaalde plaats van afvoer mogelijk is.

In voorkomende gevallen kan indirecte lozing door middel van oeverinfiltratie worden overwogen. Met name in de zomer zou oeverinfiltratie aantrekkelijk kunnen zijn wanneer het effluent op een relatief kleine rivier of beek wordt geloosd. In dat verband kan het een alternatief zijn voor het aanleggen van een (lange) persleiding naar een groter oppervlaktewater.

Ongeveer 10% van het in Nederland geproduceerde afvalwater wordt, al of niet na behandeling in septic tanks, verspreid geloosd. De effluenten van de meestal matig functionerende septic tanks komen veelal uit op relatief kleine wateren zoals sloten. De biologische afbraak in septic tanks is niet alleen anders en minder goed dan bij de aërobe zuivering maar ook kan er sprake zijn van een korte afstand tussen het lozingspunt en de plaats van het gebruik van het oppervlaktewater waarop geloosd wordt (veedrenking).

De samenstelling van het in een zuiveringsinrichting gezuiverde afvalwater is te beïnvloeden, omdat de meest uiteenlopende technische middelen voorhanden zijn om de restvervuiling zeer klein te maken. Indien de opnamecapaciteit van een nabij gelegen ontvangend water onder normale omstandigheden bij een technisch en economisch verantwoorde manier van afvalwaterzuivering juist toereikend is, kan toch overwogen worden om het afvalwater via een persleiding naar elders te transporteren. Dit in verband met eventuele storingen in de werking van een rwzi.

8.2.2 *bodem/grondwater*

Hierbij kan gedacht worden aan infiltratie (rietvelden, zand), beregning of irrigatie. De grond fungeert als een extra zuiveringsstap waarbij aanzienlijke kwaliteitsverbetering van het geloosde afvalwater optreedt. Het horizontale ruimtebeslag voor afvoer naar de bodem is relatief groot. Bij beregning moet rekening worden gehouden met de verspreiding van aërosolen.

In principe zou het (zoete) effluent kunnen worden gebruikt bij het tegenhouden van zeewater-intrusie. In dat verband kan worden gedacht aan infiltratie in plaats van lozing op zee.

Meer kennis omtrent het functioneren van de bodem bij infiltratie en meer aandacht voor de positieve waarde van het effluent is gewenst om bovenstaande en andere vragen adequaat te kunnen behandelen en de zuivering van afvalwater in een bredere en positievere zin te beschouwen.

8.2.3 *oppervlaktewater (zout)*

Veel (gezuiverd) afvalwater wordt indirect op zee geloosd, nadat eerst afvoer naar de grote rivieren heeft plaatsgevonden. Bij toepassing van lange persleidingen, gevolgd door afvoer naar zee of zeearmen moeten ingrijpende maatregelen worden genomen om specifieke milieuproblemen als stankoverlast te voorkomen. Bij afvoer van afvalwater (al dan niet gezuiverd) naar zee zijn het gebruik van de kuststrook voor recreatie en de eisen voor het aquatisch milieu van belang.

8.3 Methode van afvoer

8.3.1 *directe afvoer*

Onder directe lozing wordt hier verstaan lozing van gezuiverd afvalwater naar oppervlaktewater of bodem in de onmiddellijke omgeving van de plaats van de rwzi.

8.3.2 *pijpleiding*

Bij afvoer door middel van een pijpleiding is, naast eventuele overlast bij het aanbrengen van de pijpleiding, een aantal andere facetten van belang. Daarbij moet worden gedacht aan de invloed van het transport op de kwaliteit van het effluent, de noodzaak van nabeluchting, het optreden van microbiële aangroei in de pijpleiding en de kans op chemische afzetting in de pijpleiding als op de rwzi chemische defosfatering plaatsvindt. Deze en daarmee verbonden aspecten zijn van belang, omdat nieuw te bouwen rwzi's niet altijd op die plaatsen gebouwd zullen kunnen worden, die uit

het oogpunt van de inzameling en behandeling van afvalwater en de lozing van effluent optimaal zijn.

8.4 Kwaliteit van het effluent

In deze paragraaf wordt een aantal aspecten behandeld, die samenhangen met de kwaliteit van het effluent.

8.4.1 *geen zuivering*

Het is thans in Nederland min of meer uitgangspunt, dat afvalwater moet worden gezuiverd. Uit het oogpunt van milieubeheer mogen overwegingen over de opnamecapaciteit in relatie tot de totale belasting en het gebruik van het ontvangende water niet uit het oog worden verloren.

Meer inzicht in de gevolgen van ongezuiverde lozingen is ook nodig, omdat ongeveer 10% van het in Nederland geproduceerde afvalwater niet zal worden ingezameld, maar direct of via septic tanks (veelal) op het oppervlaktewater zal worden geloosd. Indien het overige afvalwater voor 90% wordt gezuiverd, is de restbelasting eveneens ongeveer 10% van de totale vuillast. Daarbij komt dan nog de moeilijk te kwantificeren bijdrage van niet of slechts gedeeltelijk gezuiverd afvalwater, dat via overstorten uit rioolstelsels wordt geloosd.

De bijdrage van het ongezuiverde of slecht gezuiverde (septic tanks) afvalwater van de totale belasting van het oppervlaktewater wordt naar verhouding groter naarmate meer ingezameld afvalwater wordt behandeld. Thans valt voornamelijk de aandacht op de gevolgen van de lozing van effluenten op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Kennis van de gevolgen van de lozing van ongezuiverd afvalwater (overstorten e.d.) is gewenst.

8.4.2 *mechanische zuivering*

Het aantal grote mechanische zuiveringen neemt snel af. Veel septic tanks zullen echter in gebruik blijven of in gebruik worden genomen. Effluenten van septic tanks worden veelal op kleine stilstaande wateren geloosd. Vooral 's zomers is er sprake van een (visueel) slechte kwaliteit van het ontvangende water al of niet in combinatie met stankbezwaren en risico's voor de drenking van vee.

8.4.3 *biologische zuivering*

De traditionele biologische zuivering van afvalwater berust op aërobe methoden. Anaërobe methoden bieden voor afvalwater, dat geconcentreerder is dan stedelijk afvalwater mogelijkheden.

De voordelen van anaërobe methoden zijn de geringe slibproductie en het geringe energieverbruik. Als nadeel geldt, dat aërobe nazuivering noodzakelijk is, omdat het effluent na anaërobe behandeling niet aan de lozingseisen voldoet.

Continue meting van diverse parameters van influent, effluent en het procesgebeuren lijkt in de toekomst meer aandacht te krijgen. In dit kader is beveiliging van de rwzi tegen giflozingen van groot belang. Continue monitoring van het influent wordt niet veel toegepast maar kan vooral bij kwetsbare situaties zinvol zijn. In dit verband is ook een storingsanalyse gewenst ten aanzien van de werking/verstoring van de rwzi en de daarmee verbonden kwaliteit van het effluent gedurende kortere of langere tijd.

Ondanks tientallen jaren bedrijfsvoering van rwzi's in Nederland is de betekenis omtrent de dosis-effectrelaties op korte en lange termijn van de toevoer van stoffen (restvervuiling) op de kwaliteit van het aquatisch milieu vrij beperkt. Algemene parameters als chemisch zuurstofverbruik

(CZV) worden zowel voor influent als effluent gebruikt, terwijl nauwelijks informatie bekend is over de verbindingen in influent en effluent die bijdragen aan de CZV-waarden.

Wel is bekend dat er sprake is van verschillende typen verbindingen in influent en effluent. Dit betekent dat het milieu-effect van CZV van influent anders zal zijn dan van CZV van effluent.

Interessant is om naast parameters als CZV, BZV aan te geven hoe de diverse technische oplossingen voor het zuiveren van afvalwater (laag - hoogbelaste uitvoering, stikstofverwijdering, fosfaatverwijdering, vermindering van zwevende stof in effluent, desinfectie) doorwerken op de diverse kwaliteitsparameters van het ontvangende water.

Toepassing van deze benadering hangt af van de kennis van de waterkwaliteitsbeoordeling van het oppervlaktewater.

8.4.4 *vergaande zuivering*

De toevoer van fosfaten naar het Nederlandse oppervlaktewater is gemiddeld veel hoger dan toelaatbaar wordt geacht uit het oogpunt van de waterkwaliteit. De overmatige "bemesting" van het oppervlaktewater is visueel vaak duidelijk waar te nemen.

Het milieu-effect van eventuele uitvoering van defosfatering op de kwaliteit van het ontvangende water hangt af van een groot aantal factoren zoals totale fosfaatbelasting, nalevering uit het bodemsediment en stikstof/fosforverhouding. Stikstofverwijdering met name door middel van denitrificatie kan behalve ter vermindering van de eutrofiëring ook interessant zijn voor de besparing van energie (tot 20% bij oxydatiesloten) en voor het nitraatgehalte van het oppervlaktewater in verband met de produktie van drinkwater. Buiten Nederland is het laatste punt wel als reden voor de invoering van denitrificatie gebruikt.

Over het effect van zwevende stof, mogelijke aanwezigheid van organische en anorganische microverontreinigingen in het effluent op de kwaliteit van het ontvangende water, is nog weinig bekend. Indien vergaande fosfaatverwijdering wordt toegepast dient rekening te worden gehouden met de mogelijkheid van nalevering van fosfaat door het slib. Technologische middelen om het gehalte aan zwevende stof in het effluent tot zeer lage waarden terug te brengen zijn voorhanden en worden in de Verenigde Staten in de praktijk ook toegepast.

Desinfectie van gezuiverd afvalwater wordt in Nederland met het oog op recreatie op beperkte schaal toegepast. Bij de drinkwaterbereiding is bij de chlorering de vorming van ongewenste verbindingen als haloformen geconstateerd. Het is echter niet bekend of dit bij de desinfectie van effluent een zwaarwegende rol speelt. Er zijn andere desinfectiemethoden voorhanden.

8.4.5 *calamiteiten*

Bij storing op de rwzi's kan het afvalwater niet of slecht gezuiverd moeten worden afgevoerd. Dit kan inhouden dat gedurende zekere tijd op zich onschuldige stoffen in geconcentreerde vorm op het oppervlaktewater worden geloosd.

Indien toxische stoffen de oorzaak van de storing zijn, kan of zal in het af te voeren water toxisch materiaal aanwezig zijn.

Met behulp van een analyse van bronnen, die aanleiding kunnen geven tot storingen, kunnen de maatregelen worden geïnventariseerd om bij rwzi's calamiteiten en/of storingen het hoofd te bieden.

8.5 Belasting van het ontvangende water

Bij het overwegen of een bepaalde lozing van gezuiverd afvalwater op een ontvangend water op verantwoorde wijze kan plaatsvinden, is de totale belasting van het betreffende water van belang. De indruk bestaat dat de belasting die afkomstig is van het gezuiverde afvalwater veel exacter bekend is dan de bijdragen van andere bronnen, zoals natuurlijke belasting, ingelaten water, overstort van rioolstelsels, regenwater/run-off e.d.

8.5.1 *natuurlijke belasting*

Gedacht kan worden aan BZV-productie van afstervende biomassa, vogels (eenden), kwelwater en andere niet directe antropogene beïnvloeding van de waterkwaliteit. Kennis omtrent de natuurlijke belasting en "natuurlijke" waterkwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater is van groot belang bij de beoordeling van de belasting van oppervlaktewater met effluent.

8.5.2 *ingelaten water*

De invloed van het ingelaten water kan in een beheersgebied groot zijn. De mogelijkheid om deze bron te kwantificeren is afhankelijk van de hydrologische kennis omtrent de waterbeweging (verschillen tussen zomer en winter) en van regelmatige bemonstering van het ingelaten water. Meestal zijn redelijke schattingen van deze bijdragen aan de totale belasting van een te beschouwen oppervlaktewater te maken.

8.5.3 *overstort uit rioolstelsels*

De vuiluitworp uit rioolstelsels is in de laatste jaren voortdurend in discussie geweest. Deze discussie heeft inmiddels geresulteerd in een uitgebreid onderzoekprogramma naar de vuiluitworp van rioolstelsels en in aansluiting daarop een onderzoekprogramma naar de effecten van deze vuiluitworp op de kwaliteit van het ontvangende water.

8.5.4 *regenwater/run-off*

Bij de directe belasting van het oppervlaktewater door neerslag moet worden gedacht aan zuren (pH), zware metalen en andere stoffen. Bij run-off en uitspoeling van grond (vooral in de agrarische sector) vindt opname van bemestende en andere stoffen plaats. Inzicht in de bijdragen van deze bronnen is nodig om materiaalbalansen over oppervlaktewater te kunnen opstellen.

8.5.5 *gezuiverd afvalwater*

Het al of niet gezuiverde afvalwater wordt meestal geloosd op oppervlaktewater. Slechts in uitzonderlijke gevallen, zoals bij lozing op relatief klein recreatiewater of in natuurgebieden zou men direct kunnen stellen dat zeer vergaande zuivering noodzakelijk is, indien het onontkoombaar is op genoemde wateren te moeten lozen.

In de meeste andere gevallen is een materiaalbalans van BZV, CZV, N, P, e.a. gewenst voor alle bronnen die tot de belasting van een bepaald oppervlaktewater bijdragen. De functies van het betreffende water en de daarmee verbonden eisen aan de kwaliteit zijn dan bepalend voor de eisen te stellen aan het effluent van een rwzi. Inzicht in de hydrologie, materiaalbalansen, opname- en verwerkingscapaciteit van het ontvangende water is daarbij vereist.

9 AFZET EN BESTEMMING VAN SLIB

9.1 Inleiding

Slib kan direct worden afgezet in de landbouw, direct worden gestort op een vuilstort of in het oppervlaktewater (zee). Soms ondergaat het nog een nabehandeling zoals composteren, voordat het definitief wordt afgezet.

In bijlage 6 is aangegeven welke milieu-effecten bij de verschillende afzet- en bestemmingsmogelijkheden van belang worden geacht.

9.2 Landbouw

De samenstelling van het slib speelt een belangrijke rol bij de afzetmogelijkheden. Dit geldt in het bijzonder voor de toepassing van slib in de landbouw. De mogelijke introductie van te grote hoeveelheden ongewenste stoffen (zware metalen) in de voedselketen van mens en dier is hiervan een belangrijk aspect. Daarbij dient men overigens te bedenken, dat zware metalen ook uit andere bronnen (mest, kunstmest, neerslag) in de landbouw terecht komen.

9.2.1 *bemestende stoffen*

Hierbij moet gedacht worden aan de afvoer van stikstof- en fosforverbindingen naar het grondwater en oppervlaktewater. Door het grote bindend vermogen van de bodem vindt weinig transport plaats van fosfaat naar het grondwater. Verontreiniging van het oppervlaktewater met fosfaten treedt op in situaties met oppervlakte-afvoer en kan worden bestreden door een betere ontwatering van landbouwgronden.

Nitraatverontreiniging kan worden tegengegaan door de verblijftijd van neerslagoverschotten in de wortelzone te verlengen, hetgeen kan worden bereikt door niet te diepe ontwatering. Er is derhalve sprake van een koppeling met de waterhuishouding.

Genoemde problematiek is niet specifiek voor slib maar geldt ook voor de andere meststoffen.

Ofschoon de richtlijnen van de Unie van Waterschappen vier maal per jaar onderzoek op bemestende stoffen in zuiveringsslib aanbevelen, zijn de doseringen toch uitsluitend gebaseerd op het voorkomen van schadelijke effecten door zware metalen. Doseervoorschriften op basis van bemestende en andere (goede) eigenschappen al of niet in relatie tot de eigenschappen van de ontvangende grond, liggen evenzeer voor de hand.

Dit laatste is zeker zinvol indien defosfateringsslibben (chemische/biologische slibben) voor bemestingsdoeleinden worden gebruikt. De besparing aan grondstoffen (kunstmest) en de rol van het slib in het kringloopproces dienen bij de milieu-effecten vermeld te worden.

In verband hiermee is het van belang aandacht te besteden aan de positieve waarden van zuiveringsslib, waarborgen voor kwaliteitsbewaking, het karakteriseren op bemestende of grondverbeterende waarde en het hierop eventueel aanpassen van de bestaande richtlijnen.

In Nederland wordt het slib bovengronds vloeibaar verspreid. Alternatieve methoden worden elders ook toegepast (ondergrondse injectie van vloeibaar slib, verspreiding van ontwaterd slib met meststrooier).

9.2.2 *zware metalen*

Directe afvoer (run-off) van Zn, Cd en andere zware metalen naar het oppervlaktewater is mogelijk. Veelal vindt accumulatie van zware metalen in de toplaag van de cultuurgrond plaats. De pH en de uitwisselingscapaciteit voor kationen spelen naast andere parameters van de grond een belangrijke rol bij de opneembaarheid door planten en de mobiliteit van zware metalen.

Duidelijke verschillen in gedrag ten opzichte van de pH zijn er tussen kationen (Cd^{2+} , Zn^{2+}) en anionen (S^{2-} , MoO_4^{2-}). De directe opname van grond al of niet te zamen met slib door vee is niet te verwaarlozen. De grondopname kan tot 10% van de dagelijkse voedselconsumptie bedragen.

De opname van zware metalen is afhankelijk van de soort gewas. Het gehalte van zware metalen is daarnaast verschillend voor de verschillende delen van het gewas (blad, stengel, knol). Bovendien geldt ook dat alle metalen niet in dezelfde mate worden opgenomen. Er kan sprake zijn van kwalitatieve effecten (concentratie van zware metalen) en/of kwantitatieve effecten (beïnvloeding van de opbrengst). Naast gewasgebonden factoren speelt ook de consumptie ervan een rol; wordt het gewas of delen daarvan gebruikt als voeding voor dieren, direct of indirect als voeding voor mensen, of vindt een andere toepassing plaats (stro, vlas).

De richtlijnen voor het gebruik van slib in de landbouw gaan uit van toepassing van slib gedurende 80-100 jaar.

Uit een nadere karakterisering van de ontvangende grond (bodem) op pH, kationenuitwisselingscapaciteit e.d. voor een maximaal nuttig gebruik van het slib zouden meer gedifferentieerde doseervoorschriften voor slib kunnen voortkomen.

9.2.3 *pathogenen*

Bij het verspreiden van slib over land zal de vorming van aërosolen, waarin pathogenen aanwezig zijn, plaatsvinden. Behalve de verspreiding van aërosolen via de lucht is ook directe opname door vee mogelijk. In de richtlijnen van de Unie van Waterschappen wordt aangegeven dat na verspreiding van slib op grasland zes weken geen beweiding mag plaatsvinden. Alleen gestabiliseerd slib mag worden verspreid zonder dat criteria voor stabilisatie worden genoemd. Over het algemeen wordt een geringe rol aan het slib toegeschreven waar het de verspreiding van infectieziekten betreft. Opname van lintwormeieren door vee kan bijvoorbeeld plaatsvinden na verspreiding van gier of beweiding op uiterwaarden. De bijdrage van het slib aan de besmetting met lintwormen wordt gering geacht. De bijdrage van de belasting van het land c.q. het vee met pathogenen uit andere bronnen dan slib mag dan ook zeker niet op voorhand worden verwaarloosd. Eventueel staan bewerkingen als pasteurisatie of desinfectie ter beschikking.

9.2.4 *organische en anorganische microverontreinigingen*

Hierbij kan gedacht worden aan pesticiden, PCB's en vele andere (onbekende) verbindingen met alle denkbare eigenschappen met betrekking tot afbreekbaarheid, persistentie, mobiliteit. In principe is afvoer van deze stoffen naar oppervlaktewater en grondwater mogelijk, ten dele vindt zeker accumulatie in de toplaag van de grond plaats. Sommige milieuvreemde stoffen worden niet afgebroken. Ook staan geen eenvoudige methoden ter beschikking om bijvoorbeeld PCB's uit het slib te verwijderen. Via planten en dieren kunnen deze stoffen in de voedselketen van de mens worden opgenomen.

Milieuvreemde stoffen kunnen ook uit andere bronnen dan slib in de voedselketen terecht komen.

9.3 Grondverbetering

Slib kan gebruikt worden om de structuur van de grond te verbeteren. De humusfractie van het zuiverings-slib is in dit verband belangrijker dan de aanwezigheid van bemestende stoffen.

Defosfaterings-slibben en andere slibben met een hoger asgehalte of lager

gehalte aan humus zijn wellicht minder geschikt voor grondverbetering dan slibben met een hoog gehalte aan organisch materiaal. Dit geldt eveneens voor chemisch (FeCl_3 /kalk) geconditioneerd slib dat op filterpersen wordt ontwaterd. Het hoge kalkgehalte kan echter in ander opzicht van belang zijn.

9.4

Zwarte grond

Bij de produktie van zwarte grond wordt slib gemengd met ander materiaal, bijvoorbeeld zand. Daardoor kan een verlaging van het gehalte van stoffen als zware metalen worden verkregen. Evenals bij zuiverings-slib lijken richtlijnen voor de toepassing van zwarte grond uit oogpunt van kwaliteitsbewaking en bodemkundige begeleiding wenselijk.

Bij de verwerking van slib op een zwartegrondbedrijf kan stankoverlast optreden. Om dit te voorkomen moeten eisen worden gesteld aan de stabilisatiegraad van het slib.

Beïnvloeding van de kwaliteit van het grondwater onder of in de nabijheid van zwartegrondbedrijven dient te worden voorkomen door afdekken van de onderlaag of drainage. Geluidproduktie is verbonden aan het transport en omwerken van slib, grond en zwarte grond.

Zwarte grond wordt o.a. toegepast bij plantsoenen en recreatieterreinen.

9.5

Compostbedrijf

Er zijn verschillende mogelijkheden om zuiverings-slib als meststof te gebruiken.

Voorwaarde is dat het gehalte aan zware metalen en andere ongewenste componenten laag is. Uit slib kan door compostering met ander organisch materiaal (bijvoorbeeld huisvuil of zaagsel) een geschikte organische meststof ontstaan in de vorm van een goed strooibaar produkt, dat in hoge mate vrij is van kiemkrachtige onkruidzaden en ziektekiemen. Uit het oogpunt van milieubeheer is compostering aantrekkelijk omdat stoffen (slib en andere) in een "natuurlijke" kringloop worden teruggebracht.

Mogelijke stankproblemen zijn afhankelijk van het type slib dat gecomposteerd wordt, de uitvoeringswijze van het proces en de mineralisatiegraad van de compost. Technisch gezien is de stankoverlast te ondervangen door de composterings- of bioreactoren gesloten uit te voeren en de afgassen te reinigen. Dit laatste kan op twee manieren geschieden, ofwel door de afgassen door een adsorptiefilter (biofilter) te leiden, dan wel door de afgassen te wassen. Het vulmateriaal van het filter bestaat uit een gereed eindprodukt (compost).

Indien compostering in de open lucht plaatsvindt, wordt het te composteren mengsel afgedekt met compost en wordt de afgezogen lucht stankvrij gemaakt met behulp van een compostfilter (systeem Beltsville).

Het gebruik van composteringsapparatuur (bioreactoren) doet de benodigde tijd voor compostering en het daarmee verbonden ruimtebeslag aanzienlijk afnemen. Na een verblijftijd in de reactor van enkele dagen tot twee weken volgt een rijpingstijd in hopen gedurende minimaal zes weken. De rijpingstijd kan uiteraard verkort worden door de verblijftijd in de reactor te laten toenemen.

De verontreiniging van grondwater kan worden tegengegaan door drainage en terugvoer van het water naar de rwzi of door de compostering op verharde oppervlakken, al of niet overdekt, uit te voeren.

Gezamenlijke compostering van slib met vast afval, bijvoorbeeld de organische fractie uit stedelijk afval of vast afval uit de agrarische sector kan goed worden uitgevoerd.

9.6 Gebruik van chemisch slib

Hergebruik van chemicaliën wordt veelal overwogen en soms toegepast bij fysisch-chemische processen voor het zuiveren van water. In dit verband is het interessant het gebruik of het opwerken van chemisch defosfaterings-slib van naprecipitatie te beschouwen.

Bij naprecipitatie van fosfaten worden verbindingen als $AlPO_4$, $FePO_4$ en calciumhydroxyapatiet gevormd. Deze chemische slibben bevatten een hoog gehalte aan fosfaat en zijn in principe direct of indirect te gebruiken als fosfaatgrondstof voor landbouwkundige toepassing of andere toepassingen, zoals wasmiddelen. Afgezien van economische aspecten van het opwerken van de chemische slibben zijn de technische mogelijkheden (ontwatering) en het energieverbruik van het opwerken van belang.

Kristallisatie van fosfaten op een geschikt materiaal in een gefluidiseerd bed lijkt in dit opzicht interessante perspectieven te bieden. Vooral ook, omdat de gevormde korrels in principe geschikt zijn voor hergebruik.

Voor de Nederlandse situatie is vooralsnog weinig toepassing van tertiaire zuivering in de vorm van naprecipitatie te verwachten. Opwerken van fosfaten uit verbrand slib (as) is wellicht interessanter; dit geldt zeker indien chemisch/biologisch slib wordt verbrand. (Biologisch slib: 3% P op droge stof of 9% P op as - chemisch/biologisch slib: 7% op droge stof of 15% P op as).

9.7 Energiewinning

Zuivering-slib bevat een hoog gehalte aan organische stof (betrokken op droge stof) dat zich leent voor de produktie van gas of warmte.

Aëroob gestabiliseerd slib bevat ongeveer 70% organische stof. De huidige slibgistingsmethoden leveren een eindprodukt op met circa 55% organische stof. Het is technisch mogelijk om de organische stof verder af te breken en om te zetten in biogas. Hierbij treedt tevens een reductie in de hoeveelheid slib op.

De produktie van biogas uit slib is eventueel te combineren met andere stoffen die in een bepaalde regio worden geproduceerd en zich lenen voor biogasproduktie (mest, fracties uit stedelijk afval, e.a.).

9.8 Veevoederproduktie

Slib bevat veel organisch materiaal en andere waardevolle componenten, waardoor de betere soorten slib in principe geschikt zijn als uitgangsmateriaal voor de bereiding van veevoer. In diverse landen in de wereld wordt studie op dit terrein verricht. Soms wordt uitgegaan van zuivering-slib van afvalwater van slachthuizen, soms van slib afkomstig van huishoudelijk afvalwater. Directe voeding kan plaatsvinden bijvoorbeeld bij vissen, maar ook indirecte voeding is mogelijk. Te denken valt hierbij aan extractie van eiwitten en gebruik van deze eiwitten bij de veevoederproduktie.

Nieuwe ontwikkelingen zijn het gebruik van slib bij het kweken van wormen, die weer door pluimvee kunnen worden gebruikt. In al deze gevallen dient te worden uitgegaan van slibben zonder ongewenste stoffen om introductie hiervan in de voedselketen van dier en mens zoveel mogelijk te voorkomen.

9.9 Bosbouw, riet

Naast de landbouwkundige toepassing van slib is gebruik op andere wijze in "natuurlijke" omstandigheden mogelijk.

Met name nieuw aan te leggen bossen lijken voor zuiveringsslib goede afzetmogelijkheden te bieden (houtproductie). Hierbij spelen de transportkosten een belangrijke, wellicht doorslaggevende, rol. In de komende jaren zal in Nederland naar verwachting meer houtaanplant plaatsvinden waarbij direct of indirect slib kan worden toegepast. Indirecte toepassing kan worden overwogen in bosbouw of bij boomkwekerijen, nadat compostering met heideplaggen heeft plaatsgevonden.

Aanplanting van loofhoutsoorten op met zuiveringsslib verbeterde, opgespoten gronden en op zuiveringsslibdepots biedt wellicht de beste perspectieven. Onderzoek naar effecten op langere termijn verdient aanbeveling. Voorkoming van luchtverontreiniging en besterming tegen grondwaterverontreiniging dient in alle gevallen aandacht te krijgen.

Vrij recent is de belangstelling, die bestaat voor de groei van riet op zuiveringsslib/grond. Op enkele plaatsen in Nederland en vooral in België komt deze toepassing van slib in de belangstelling. Evenals bij de bosbouw is er sprake van horizontaal ruimtebeslag. Stankoverlast en bescherming van het grondwater dienen te worden beschouwd. Rietvelden zullen bij voorkeur in de omgeving van rwzi's moeten worden aangelegd omdat het slib in vloeibare vorm (ingedikt) wordt verspreid. Het drainage-water kan naar de rwzi worden teruggevoerd.

9.10 Andere toepassingen

Voor andere nuttige toepassingen kan gedacht worden aan slib als afdek materiaal op vuilstorten al of niet via verwerking door zwartegrondbedrijven of compostbedrijven.

Het kan in principe ook gebruikt worden als afdek materiaal voor wegen in aanleg ter voorkoming van zandverstuiving. Recente onderzoekingen naar de toepassing van slib als toeslagmiddel bij de baksteenfabricage leverden nog weinig hoopvolle resultaten.

9.11 Deponie op land

Bij deponie en verwerking van slib op vuilstorten (te zamen met vast afval) worden eisen gesteld aan het drogestofgehalte. Het storten kan zonder meer plaatsvinden, of laagsgewijze waardoor min of meer waterafdichtende lagen worden aangebracht. Wordt slib als afdeklaag gebruikt waarop beplanting wordt aangebracht dan dient het slib daartoe geschikt te zijn. Eisen ten aanzien van het voorkomen van stankoverlast (stabilisatie), laagdikte en drogestofgehalte (toetreding van lucht) dienen te worden geformuleerd. Verzuring van slib bij onvoldoende gisting kan de pH van het percolatiewater doen dalen, waardoor de uitloging van zware metalen wordt bevorderd.

Als gevolg van de sterke biochemische omzetting zal gasontwikkeling optreden. Het is ook mogelijk de gasontwikkeling juist te bevorderen. Bescherming van grondwater is reeds van belang voor vast afval alleen. Het storten van slib vergt dan ook in het algemeen geen extra maatregelen.

9.12 Deponie in oppervlaktewater

Met effluent wordt globaal 10% van de totale hoeveelheid geproduceerd slib naar het oppervlaktewater afgevoerd.

De invloed van slib op de kwaliteit van het oppervlaktewater is afhankelijk van de zuurstofhuishouding, lozingspunt en de verdunning. Het gebruik van het water bijvoorbeeld voor recreatie is van belang, maar ook speelt slib direct of indirect een rol als voedsel voor vissen.

9.13 Afvoer na calamiteit

Als gevolg van een onverwachte situatie kan toxisch materiaal in het influent van een rwzi terecht komen. Het gevolg hiervan kan zijn dat het actiefslib, humusslib of gistingsslib moet worden afgevoerd. Directe overlast is te voorkomen door stabilisatie met kalk of afdekken met grond. Afhankelijk van de aard van de stoffen moet worden overwogen of verbranding of een andere wijze van afvoer of verwerking moet worden gekozen.

10 LUCHT

10.1 Inleiding

Afvalwater is een potentiële bron van luchtverontreiniging. Het meest merkbaar is luchtverontreiniging in de vorm van stank. Stankveroorzakende verbindingen zijn in sommige gevallen ook toxisch. Niet direct waarneembaar is de luchtverontreiniging door kiemen die zich bevinden in aerosolen die bij een aantal behandelingsprocessen kunnen vrijkomen.

Door industriële lozingen kunnen vluchtige verbindingen in het riool terecht komen, die op de afvalwaterbehandelingsinrichting naar de atmosfeer ontwijken.

Luchtverontreiniging wordt tegengegaan door te voorkomen dat vluchtige verbindingen uit het afvalwater ontwijken, door het afdekken van installatieonderdelen en het afzuigen en behandelen van de ventilatielucht.

In bijlage 7 wordt aangegeven welke milieu-effecten een rol spelen bij de bestrijding van de luchtverontreiniging.

10.2 Tegengaan van het ontwijken van verontreinigingen uit de waterfase

Vluchtige verbindingen kunnen op elke plaats, waar contact tussen afvalwater en lucht aanwezig is, naar de atmosfeer ontsnappen. Verstoring van het grensvlak afvalwater-lucht bevordert het vrijkomen.

Kiemen in de vorm van aerosolen worden uitsluitend door een ernstige verstoring van het afvalwater-luchtgrensvlak in de atmosfeer geworpen.

De technieken, die de overgang uit het afvalwater naar de atmosfeer tegengaan, houden in feite in het voorkomen van het ontstaan van vluchtige verbindingen in het afvalwater en het verkleinen van het emissieoppervlak.

Voor bestrijding van het ontstaan van geurstoffen in het inzamel- en transportstelsel voor afvalwater kan worden gestreefd naar:

- het beperken van de verblijftijd;
- het in aërobe toestand houden van het afvalwater;
- het binden van zwavelwaterstof, tijdens- of na het ontstaan, door toevoeging van geschikte chemicaliën;
- destructie van stankveroorzakende verbindingen na ontstaan en doding van een deel der verantwoordelijke micro-organismen.

Een effectieve methode voor het bestrijden van luchtverontreiniging op afvalwaterbehandelingsinrichtingen is verkleining van het emissieoppervlak.

Dit kan worden uitgevoerd door:

- behandeling in onderdelen met klein open oppervlak;
- het afdekken van afvalwateroppervlakken;
- het volledig afdekken van installatieonderdelen;
- het overkappen van lokale bronnen, zoals punt- en borstelbeluchters, birotoren, opvoervijzels en overstortranden;
- het gebruik van pompen in plaats van vijzels.

Het voordeel van verkleining van het emissieoppervlak is, behalve vermindering van emissie van vluchtige verbindingen, een reductie van aerosolenverspreiding.

Een nadeel is vaak, dat ter voorkoming van corrosie en ten behoeve van een veilige werkplek ventilatie van de ruimten boven de onderdelen, die volledig zijn overdekt, nodig is. Daarbij is dan vaak een ventilatieluchtbehandeling nodig.

De hiervoor genoemde maatregelen hebben eigenlijk alleen maar gunstige effecten ten aanzien van het milieu. Met uitzondering van de behandeling van

ventilatielucht zijn de genoemde methoden eenvoudig in gebruik en bovendien effectief. Factoren, die bij de afweging van de voor- en nadelen van de verschillende methoden in de beschouwing moeten worden betrokken, zijn:

- effectiviteit van het bestrijden van de luchtverontreiniging;
- vertikaal ruimtebeslag en horizonvervuiling;
- noodzaak tot ventilatie en afgasbehandeling;
- invloed op oppervlaktewaterkwaliteit en de zuivering;
- geluidbelasting;
- kosten;
- extra apparatuur, veiligheid, storingsgevoeligheid;
- verstoring van de bodem;
- milieuaspecten van produktie van constructiematerialen.

10.3 Behandeling van afgezogen (ventilatie) lucht

Wanneer besloten ruimten op een rioolwaterzuiveringsinrichting worden geventileerd, zal in veel gevallen moeten worden overgegaan op behandeling van de afgezogen lucht om geur- en aërosolmissie te voorkomen.

Voor ventilatie en afgasbehandeling zijn relatief veel energie en grondstoffen nodig, de installaties zijn vaak ingewikkeld en de kosten zijn vaak zeer hoog.

Een neveneffect van lokale en integrale overkapping is de verlaging van het geluidniveau.

Het is noodzakelijk om met behulp van verspreidingsberekeningen de noodzaak tot inzet van een luchtbehandelingsmethode te beoordelen. Dit zou kunnen leiden tot een heroverweging van de lokatiekeuze, waarbij geen afgasreiniging is vereist.

Ventilatielucht kan worden behandeld door:

- adsorptie aan actieve kool;
- absorptie in een waskolom (fysisch-chemisch);
- thermische of katalytische naverbranding;
- biologische methoden in biowasser, compostfilter en actief-slibtank;
- chemische oxydatie in de gasfase.

Er is redelijk veel bekend over de kosten, die aan de verschillende werkwijzen zijn verbonden, de resultaten die er mee kunnen worden verkregen en de wijze waarop ze moeten worden bedreven.

11 BOUW, CONSTRUCTIE, GRONDSTOFFEN, ENERGIE EN RUIMTE

11.1 Inleiding

De meeste van de hiervoor genoemde milieu-effecten zijn het gevolg van de behandeling van afvalwater als zodanig en hebben betrekking op gevolgen voor de directe omgeving. Daarnaast zijn er echter ook nog tijdelijke effecten en effecten, die niet zozeer in de directe omgeving merkbaar zijn. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen de fase waarin de inrichtingen worden gebouwd en de fase waarin de inrichting als object aanwezig is.

In de volgende paragrafen zal achtereenvolgens aandacht worden besteed aan:

- toe te passen bouw- en constructiematerialen;
- direct en indirect gebruik van grondstoffen;
- energiegebruik;
- ruimtebeslag.

In bijlage 8 wordt aangegeven welke milieu-aspecten een rol spelen in dit verband.

11.2 Bouw en aanwezigheid van afvalwaterbehandelingsinrichtingen

Milieu-effecten ten gevolge van de bouw en aanleg zullen deels een tijdelijk karakter dragen en deels permanent zijn. De effecten ten gevolge van de aanwezigheid zullen permanent van aard zijn. Met aanwezigheid wordt bedoeld de inrichting als verschijningsvorm zonder de activiteiten op de inrichting doch wel activiteiten zoals verkeer.

De effecten kunnen worden onderscheiden naar effecten op:

- het abiotisch milieu;
- het biotisch milieu;
- de ruimtelijke structuur;
- de functies van het milieu voor de mens;
- de belevingswaarde van het milieu.

11.2.1 *het abiotisch milieu*

Bij bouw en aanleg wordt altijd de bodemstructuur verstoord door afgraven, ophogen en egaliseren. Bovendien wordt door bemaling en verandering van de grondpermeabiliteit de grondwaterhuishouding verstoord.

In het verleden is aangetoond, dat door bouwactiviteiten naburig oppervlaktewater ernstig verontreinigd kan worden met zwevende stof, stikstof- en fosforverbindingen uit het afgevoerde regenwater vanaf de werkplek. Door verkeer van en naar de afvalwaterbehandelingsinrichting wordt de verkeersdruk van de omgeving verhoogd en wordt de omgeving extra belast met uitlaatgassen en geluid.

11.2.2 *het biotisch milieu*

Door de bouw worden plaatselijke flora en fauna grotendeels (irreversibel) verwijderd. In de omgeving van de bouwplaats treedt verruiging van de flora op en wordt de diversiteit van de fauna verlaagd.

Herstel van de oorspronkelijke bodem- en grondwatersituatie leidt niet automatisch tot herstel van de flora en fauna.

Aan- en afvoerwegen vormen door luchtverontreiniging van verkeer eveneens een bedreiging voor de vegetatie.

11.2.3 *de ruimtelijke structuur*

De aanwezigheid van een afvalwaterbehandelingsinrichting en bijbehorende wegen hebben hun invloed op de ruimtelijke structuur van de omgeving.

Het oorspronkelijke landschap en de horizon kunnen ingrijpend worden gewijzigd.

11.2.4 *de functies van het milieu voor de mens*

Van oudsher is in Nederland op intensieve wijze gebruik gemaakt van het milieu.

De activiteiten die daarbij een rol spelen kunnen worden ingedeeld in:

- bewoning;
- industrie, werk;
- transport en verplaatsing;
- recreatie;
- waterwinning;
- landbouw, tuinbouw en veeteelt.

De plaats waar een afvalwaterbehandelingsinrichting zal worden gebouwd heeft één of meer van deze functies. De bouw en aanwezigheid van een afvalwaterbehandelingsinrichting plus aanleg, gebruik en aanwezigheid van betreffende wegen hebben hierop invloed.

11.2.5 *de belevingswaarde van het milieu*

Afvalwaterbehandelingsinrichtingen zijn vaak niet "welkom" in de omgeving. Naast de voorwaarden, die door vergunning verlenende instanties worden gesteld, blijken ook vaak bezwaren door omwonenden naar voren te worden gebracht.

Soms hebben de bezwaren betrekking op het oprichten van een werk als zodanig, maar vaak zijn ze ook gericht op de specifieke eigenschappen van een inrichting voor de behandeling van afvalwater. In dit verband dienen lokaties met zorg te worden gekozen en verdient het aanbeveling op voorhand maatregelen te nemen, die overlast voor de omgeving voorkomen.

11.3 Constructiematerialen

Bij de bouw van afvalwaterbehandelingsinrichtingen en slibbehandelings-eenheden, en bij de constructie van apparaten en onderdelen van de afvalwaterbehandelingsinrichting en slibbehandelingseenheden worden als basis eenvoudige en veel voorkomende grondstoffen als zand, grind, mortel, water, ijzer, staal en hout gebruikt.

Voor het vervullen van een gegeven taak en ter conservering van materiaal worden hieraan wat minder eenvoudige en soms schaars voorkomende stoffen toegevoegd of opgebracht. De keuze tussen het wel of niet toepassen van een bepaald materiaal wordt bepaald door het gekozen proces en door de kosten.

Het lijkt niet op voorhand onmogelijk, dat een keuze op deze gronden leidt tot het toepassen van materialen, die direct of indirect (produktie) niet milieu-vriendelijk zijn.

Vooraf voor de conservering van materialen als beton, staal en hout wordt gebruik gemaakt van materialen op basis van kunststof.

Een ander aspect dat meer indirecte materiaalkeuze inhoudt is de problematiek van automatisering.

Beton wordt zeer snel aangetast indien zich H_2S in de atmosfeer boven het afvalwater bevindt. Overdekking van ruimten kan dan ook leiden tot ernstige betoncorrosie boven de waterlijn, ondanks ventilatie. Ter bestrijding

hiervan wordt wel de oppervlakte behandeld met epoxyhars. Dat is in principe geen erg milieu-vriendelijke methode. Sproeien van het beton gecombineerd met goede ventilatie van de ruimte boven het afvalwateroppervlak is milieu-vriendelijker; het sproeien en ventileren vraagt echter wel energie en materiaal voor de sproei- en ventilatie-installatie. Andere methoden, als afdekking met kunststofplaten, worden ook toegepast.

Constructiestaal en ijzer hebben in normale omstandigheden een conservering in de vorm van lak, verf, menie en kunststoffen nodig ter voorkoming van corrosie en verlenging van de levensduur. De vervaardiging van deze produkten, de produkten zelf en het aanbrengen van deze produkten kunnen milieu-onvriendelijke handelingen zijn. De grondstoffen- en energiebehoeften bij deze processen zijn groot.

Om een van de hiervoor genoemde oppervlaktebehandelingen te vermijden wordt staal thermisch verzinkt, roestvrij staal gebruikt of aluminium toegepast. De produktie van verzinkt en roestvrij staal vereist veel grondstoffen en energie en geeft afvalstromen. De onderhoudsbehoefte is echter gering en de levensduur is lang.

Aluminium is een aantal jaren beschouwd als een aantrekkelijk alternatief.

Aluminium corrodeert niet, omdat zich op het aluminium van nature een corrosievaste huid vormt. Voor een aantal toepassingen wordt deze corrosievaste huid door een kunstmatig proces (anodiseren) op het aluminiumoppervlak aangebracht.

Anodiseren vergt veel energie en veroorzaakt afvalwaterstromen b.v. beits- en ontvettingsconcentraten.

Het is gebleken dat in een aantal gevallen (zuur milieu) toch corrosie van aluminium kan optreden. Voor het opheffen hiervan wordt dan weer een conservering toegepast door opbrengen van een kunsthars.

Het is niet gebruikelijk, milieuhygiënische consequenties expliciet in de beschouwingen te betrekken bij de keuze van een bepaalde conserveringsmethode. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het ontbreken van voldoende eenduidige criteria om de verschillende methoden in dit opzicht met elkaar te kunnen vergelijken. Het is dan ook niet eenvoudig om de verschillende milieu-factoren, die bij de bescherming van constructiematerialen tegen corrosie een rol spelen, tegen elkaar af te wegen.

11.4

Energie

Bij de aërobe zuivering van afvalwater worden verontreinigingen, die kunnen worden beschouwd als energiedrager, omgezet in afvalprodukten. Dit betekent, dat energie wordt gebruikt om het ene afvalprodukt in een ander afvalprodukt om te zetten. Anaërobe methoden, die thans reeds voor bepaalde soorten industrieel afvalwater met succes worden toegepast, zijn in dit opzicht veel milieuvriendelijker.

Verder onderzoek naar de mogelijkheden van anaërobe werkwijzen voor de behandeling van industrieel, maar ook stedelijk afvalwater, is dan ook gewenst.

Bij thans toegepaste werkwijzen worden bij behandeling van huishoudelijk afvalwater anaërobe werkwijzen alleen toegepast bij de stabilisering van slib. Het methaangas, dat daarbij ontstaat, kan voor verschillende activiteiten worden toegepast.

Vroeger werd het meestal uitsluitend voor verwarmingsdoeleinden gebruikt. Thans gaat men echter in toenemende mate over tot eigen energieopwekking of gebruik van het methaangas als brandstof voor gasmotoren.

Andere mogelijkheden voor beperking van het primaire energiegebruik, die tot nu toe nauwelijks of niet worden toegepast, zijn windenergie, eigen elektriciteitsgeneratoren (warmte-krachtkoppeling) en slibverbranding. Bij de uiteindelijke keuze spelen naast financiële ook andere overwegingen een rol. Daarbij valt ondermeer te denken aan emissies bij het stoken van gistingsgas en aan bedrijfszekerheid.

Naast het directe energiegebruik voor transport en zuivering van afvalwater wordt er uiteraard ook indirect energie gebruikt bij het vervoer van grondstoffen en afvalstoffen.

11.4.1 *gistingsgas*

Gistingsgas kan worden gebruikt voor:

- slibverbranding;
- slibdroging;
- slibconditionering;
- slibpasteurisatie;
- verwarming van bedrijfsgebouwen;
- opwekken van elektriciteit;
- aandrijven van blowers voor bellenbeluchting;
- slibgisting.

Vooraf bij de laatste drie handelingen wordt bij beschikbaarheid van gistingsgas uitgegaan van het maximale gebruik van gistingsgas, waarbij eventueel tekorten aangevuld worden uit het aardgas- of elektriciteitsnet. Een mogelijk overschot aan gistingsgas wordt afgefakkeld. De overige processen maken gebruik van aardgas, maar kunnen ook hun energiebehoefte met andere brandstoffen dekken.

Het gebruik van gistingsgas voor aandrijving of opwekken van elektriciteit en voor produktie van warmte, zoals vereist bij de eerste vijf handelingen, levert zonder meer een besparing op in elektriciteitsproduktie en aardgaswinning elders, en heeft een vermindering van de totale lozing van afvalstoffen, het grondstoffenverbruik en milieuproblemen bij boringen tot gevolg.

Het gebruik van gistingsgas kan het treffen van een aantal extra (milieu-) maatregelen, noodzakelijk maken.

Gasmotoren en gasgeneratoren kunnen een bron van geluidoverlast zijn. Gistingsgas kan, afhankelijk van de situatie, weinig tot zeer veel zwavelwaterstof bevatten, waardoor verbranding aanleiding kan geven tot emissie van zwaveldioxyde en corrosieproblemen bij motoren en ketels. Gistingsgas moet daarom worden ontzwaveld. Daarnaast worden speciale smeringen bij gasmotoren toegepast. De vraag of affakkelen van het surplus aan gistingsgas niet kan worden voorkomen door het voor verscheidene doeleinden te gebruiken, kan in principe positief worden beantwoord.

Tot nu toe zijn er geen zuiveringsinrichtingen, die zonder externe energielevering in bedrijf kunnen gehouden. Aangenomen mag worden, dat in dit verband nog een aantal verbeteringen kan worden bewerkstelligd. Deze verbeteringen kunnen zowel betrekking hebben op de gasproduktie als op het energiegebruik. De regeltechnische problemen bij directe toepassing (gasmotoren) verdienen daarbij speciale aandacht.

Daarnaast kan men zich afvragen of het gistingsgas per definitie moet worden gebruikt voor de opwekking van elektriciteit of als brandstof voor gasmotoren. Men zou ook kunnen overwegen, of het niet beter kan worden gebruikt voor relatief veel energievergende slibverwerkingsmethoden, als deze gezien de aard van het slib noodzakelijk zijn.

11.4.2 *slibverbranding*

Gestabiliseerd slib heeft nog een positieve verbrandingswaarde. Om deze te benutten moet er voor worden gezorgd, dat het watergehalte zo laag mogelijk is. Daartoe kunnen ontwateringstechnieken worden toegepast, waarbij zo weinig mogelijk niet-brandbare stoffen of stoffen met een negatieve ontledingswarmte mogen worden toegevoegd. Bij de thans toegepaste werkwijzen moet veelal energie worden gesuppleerd bij de verbranding van slib. Er wordt echter gezocht naar werkwijzen, waarbij dat niet meer nodig is. Zo lijkt de afgaskoeling door middel van waterversproeiing minder geschikt dan door warmte-uitwisseling met de ingaande lucht- of slibstroom.

Het lijkt mogelijk om een positieve warmtebalans bij slibverwerking te verkrijgen. Zo wordt in Alfeld (BRD) door toepassing van vergaande isolatie, warmtebuffering in watertanks, gefaseerde slibontwatering slibdroging en het gebruik van gistingsgas een gehalte aan droge stof van 90% bereikt zonder externe energietoevoer.

Het is interessant de toepasbaarheid van deze werkwijzen te bestuderen voor de Nederlandse situatie. Randvoorwaarde daarbij is dat een positief energie-effect alleen kan worden verwacht, als het gedroogde slib wordt verbrand.

11.4.3 *windenergie*

Windenergie lijkt voor toepassing op rioolwaterzuiveringsinrichtingen een aantrekkelijk alternatief voor externe elektriciteit- of gasaankoop. Vooral omdat veel van deze inrichtingen zijn gebouwd in een omgeving waar geen hoge bebouwing voorkomt.

Het horizontale ruimtebeslag van windmolens is vrij gering, maar er moet wel rekening worden gehouden met verstoring van het landschap door het verticale ruimtebeslag. Daarnaast moet rekening worden gehouden met mogelijke geluidhinder, trillingen en veiligheid voor de omgeving.

Het lijkt zeer wel mogelijk om bij gecombineerde toepassing van gistingsgas en windenergie een zuiveringsinrichting te bedrijven zonder externe energietoelevering.

11.4.4 *indirect energieverbruik*

De energie die niet direct wordt gebruikt voor en bij het zuiveren van afvalwater wordt indirect gebruikte energie genoemd. Hieronder wordt verstaan de hoeveelheid energie, die is vereist bij vervoer, produktie en processen van chemicaliën, materialen, goederen, apparaten, gebouwen en bij produktie van de directe energie, gebruikt bij de afvalwaterzuivering.

Voor de beoordeling van de totale energieconsumptie van een afvalwaterzuiveringsinrichting kan het hanteren van een lijst met aandachtspunten uitkomst bieden (check-list). Daarin zal aandacht moeten worden besteed aan het zuiveren van afvalwater, slibverwerken, chemicaliën, brandstofgebruik, elektriciteitsgebruik en -produktie, bouw- en constructiematerialengebruik, apparatenconstructie e.d.

11.5 Ruimte

Rioolwaterzuiveringsinrichtingen veroorzaken in het algemeen een aanzienlijk horizontaal ruimtebeslag. Dat kan met name in een dicht bevolkt land als Nederland grote problemen opleveren. In ons land wordt nog weinig onderzoek gedaan naar ruimtebesparende werkwijzen. Redenen daarvoor

zouden kunnen zijn, dat in Nederland relatief hoge eisen aan de kwaliteit van het effluent worden gesteld. Daardoor werd vooral veel aandacht besteed aan (zeer) laagbelaste actief-slibsystemen.

Op het gebied van de biologische en mechanische afvalwaterbehandeling, en dat van de slibverwerking hebben zich ontwikkelingen voorgedaan die de ruimtebehoefte zouden kunnen beperken.

11.5.1 *biologische afvalwaterbehandeling*

Bij de biologische afvalwaterbehandeling kunnen vier ontwikkelingen worden genoemd:

- het gebruik van "zuivere" zuurstof;
- toepassing van gefluïdiseerde bedden;
- toepassing van biorotoren;
- het "deep shaft" proces.

Deze systemen hebben als voordeel, dat ze minder ruimte vergen dan de conventionele systemen. Andere milieu-aspecten van deze systemen zullen in het hiernavolgende globaal worden aangeduid.

Bij het zuivere zuurstofsysteem wordt in het algemeen met een hoger slibgehalte gewerkt, zodat met kleinere reactorruimten kan worden volstaan. Belangrijker is echter, dat voorstanders van het systeem stellen, dat bij toepassing van zuivere zuurstof relatief zwaar slib kan worden verkregen. Daardoor kan worden volstaan met kleinere nabezinktanks.

De zuivere zuurstof kan ter plaatse worden geproduceerd of van elders worden aangevoerd.

In zuivere zuurstofsysteem treedt geen denitrificatie op.

Toepassing van gefluïdiseerde bedden is een recente ontwikkeling.

Doordat het actiefslib zich bevindt op een relatief zwaar dragermateriaal - b.v. zand -, kunnen hoge doorstromingsnelheden worden toegepast. Daardoor kan met een geringer horizontaal ruimtebeslag worden volstaan. Een deel van deze besparing gaat echter weer verloren, omdat recirculatie moet worden toegepast. De grootste ruimtebesparing wordt dan ook verkregen, doordat bij toepassing van deze werkwijze wellicht geen nabezinktanks nodig zijn. Voor de zuurstofvoorziening zal in vele gevallen gebruik worden gemaakt van zuivere zuurstof.

Voor deze werkwijze wordt "geclaimed", dat het verkregen slib beter indikt en ontwatert dan slib van conventionele inrichtingen.

De korte verblijftijd van het afvalwater in de reactor heeft mede als gevolg, dat de stabiliteit van het proces relatief gering is. De kwaliteit van het effluent kan daardoor aanzienlijk variëren.

Gefluïdiseerde bedden kunnen ook worden toegepast voor denitrificatie van secundair effluent. Bij deze werkwijze moet echter een externe koolstofbron - b.v. methanol of ruw afvalwater - aan het te behandelen afvalwater worden toegevoegd.

Biorotoren nemen relatief weinig ruimte in. Ze zijn vervaardigd uit kunststof, waardoor licht uitgevoerde constructies kunnen worden toegepast.

De bakken, waarin de biorotoren draaien zijn ondiep en meestal van beton.

Bij kleine inrichtingen kunnen ook stalen bakken worden toegepast.

Ze kunnen in principe in verdiepingen worden gebouwd.

De nabezinktanks worden uitgevoerd zoals bij oxydatiebedden. In plaats van nabezinktanks kunnen microzeven worden gebruikt. Dit spaart plaats maar kost energie. Het energieverbruik van biorotoren lijkt relatief gering. Tot nu toe worden ze met name in de Verenigde Staten toegepast als nitrificatietrap.

Deep shaft reactoren vergen een relatief gering horizontaal ruimtebeslag. Ze zijn echter erg diep, wat ook speciale problemen oplevert in de bouwfase. De nabezinktank heeft bij het deep shaftsysteem dezelfde functie als bij conventionele actief-slibsystemen.

Factoren in de vergelijking van de hiervoor genoemde systemen met elkaar en met conventionele systemen zijn:

- geluid;
- horizontaal of vertikaal ruimtebeslag;
- geur- en aërosolmissies;
- energieverbruik, grondstoffen en bouwmaterialen;
- slibverwerking;
- zuiveringsrendement, stabiliteit en flexibiliteit;
- mogelijkheden tot bouw op korte afstand van bewoning;
- transportrisico's;
- bedrijfsvoering en bedrijfsomstandigheden;
- bodemverstoring.

11.5.2 *mechanische afvalwaterbehandeling*

Nabezinktanks veroorzaken een aanzienlijk ruimtebeslag. In plaats van de conventionele nabezinktanks kunnen voor de scheiding van slib en water ook lamellenafscidders of flotatie-eenheden worden toegepast. Lamellenafscidders zijn constructietechnisch ingewikkelder dan nabezinktanks en vergen ook meer onderhoud. Daar staan echter belangrijke voordelen tegenover; zoals een ruimtebeslag van maximaal 25% van conventionele nabezinktanks.

Lamellenafscidders worden ondermeer in Zweden toegepast voor de scheiding van chemisch slib en water. Toepassing als nabezinktanks voor actief-slibinrichtingen zou vooraf moeten worden gegaan door procestechnologisch onderzoek.

"Dissolved air flotation" (DAF) vergt eveneens minder ruimte dan conventionele nabezinktanks. Het geflooteerde slib is verder ingedikt dan bij normale bezinking. De effluentkwaliteit is in het algemeen vergelijkbaar, maar bij licht slib heeft DAF voordelen.

DAF kost energie en de compressoren kunnen geluidoverlast veroorzaken. Daarnaast kan luchtverontreiniging worden veroorzaakt door gasuitdrijving en aërosolvorming.

Toepassing van DAF als nabezinking voor actief-slibinrichtingen zal vooraf moeten worden gegaan door procestechnologisch onderzoek.

11.5.3 *verdiepingbouw*

Horizontaal ruimtebeslag kan ook worden beperkt door een inrichting, of onderdelen ervan, in verdiepingen te bouwen.

In Ki-so-in (Japan) is men er wegens plaatsgebrek toe overgegaan een zuivere zuurstofafvalwaterbehandelingsinrichting in verdiepingen te bouwen met bovenop de beluchtingsruimte, de zuivere zuurstofgenerator, ventilatie- en compressorruimte en onderin de nabezinktank, slibpompen etc. De plaatsbesparing is aanzienlijk. De bouwkundige consequenties zijn dat eveneens.

Voor een inzicht in deze aanpak is studie noodzakelijk naar de consequenties van het bouwen in verdiepingen. Facetten, die in een dergelijke studie aan de orde moeten komen, zijn ondermeer:

- bouwkundige consequenties;
- kostenconsequenties;
- ruimtebeslag;

- energieverbruik;
- corrosieproblematiek;
- noodzaak van ventilatie en luchtbehandeling;
- arbeidsomstandigheden.

11.5.4 *slibverwerking*

In de jaren zeventig werd een aanzienlijke ruimtebesparing verkregen, door van natuurlijke ontwatering op slibdroogbedden over te gaan op mechanische ontwatering.

Een verdere besparing zou nog kunnen worden verkregen, door een verdergaande indikking van het surplusslib dan tot nu toe gebruikelijk. Een reductie van het slibvolume heeft immers als gevolg, dat de omvang van de slibverwerkingsonderdelen en het energieverbruik kan worden beperkt.

Bij de behandeling van afvalwater blijkt men in Nederland reeds in aanzienlijke mate rekening te houden met ongewenste milieu-effecten. Met name worden maatregelen genomen ter voorkoming van hinder voor de omgeving. Deze maatregelen hebben veelal het karakter van aanpassen van reeds bekende technieken en methoden.

Daarbij vindt echter gaan afweging plaats tussen de genomen moeite en verder geïnduceerde milieu-effecten, en de verkregen winst in de vorm van verminderde hinder of betere bescherming van een beoogd milieucompartiment. Een dergelijke opzet streeft oplossingen na, die in breder verband het minst ten koste gaan van het milieu.

Pogingen de milieu-effecten in bredere zin expliciet in de beschouwingen te betrekken hadden tot nu toe geen concreet resultaat.

Uit in dit verband gepubliceerde ideeën en voorbeelden blijkt, dat het inderdaad zeer moeilijk is om de verschillende effecten te kwantificeren, met elkaar te vergelijken en/of er een waardeoordeel aan toe te kennen.

Bij de beschrijving van de diverse stappen in de afvalwaterbehandeling is getracht de elementen en hun onderlinge verbanden, die voor de hiervoor genoemde benadering noodzakelijk zijn, aan te geven. De daarbij geconstateerde leemten in kennis zijn gesignaleerd en geïventariseerd voor eventueel onderzoek.

Dit is het geval voor onderwerpen als ruimtebeslag, slibafzet, effluentkwaliteit, centralisatie-decentralisatie, verkleining van zuiveringsystemen en nabezinking.

Het grondstoffen- en energieverbruik voor de behandeling van afvalwater is relatief gezien niet groot. De milieu-effecten op de win- en opwekingsplaatsen worden er ook niet significant door beïnvloed.

Bij de onderwerpen "grondstoffen en constructiematerialen" werd in het algemeen dan ook een geringe behoefte aan onderzoeken gesignaleerd. Hetzelfde geldt voor biologische en fysisch-chemische behandeling van afvalwater en voor factoren, die tijdens de bouw een rol spelen. In het laatste geval dient wel te worden opgemerkt, dat het hier veelal niet om algemene maar om situatiegebonden problemen gaat.

Bij het zich te eenzijdig richten op het handhaven of verbeteren van de kwaliteit van oppervlaktewater kunnen maatregelen worden genomen, die meer schade aan de andere milieucompartmenten toebrengen dan voor de handhaving van een aanvaardbare oppervlaktewaterkwaliteit nodig is.

Bij de behandeling van afvalwater zal steeds moeten worden gekozen voor maatregelen, waarmee integraal gezien het meest positieve resultaat voor het totale milieu wordt verkregen. Concrete uitwerking van deze stelling stuit vooralsnog op problemen. In de praktijk wordt (nog) weinig of niet expliciet rekening gehouden met milieu-effecten als gevolg van grondstoffen- en energiegebruik. Dit komt mede, doordat nog veel onbekend is van de milieu-effecten voor het oppervlaktewater en de omgeving.

Rioolstelsels worden ontworpen op grond van ontwerpcriteria, die niet of nauwelijks zijn getoetst aan experimentele onderzoekresultaten. Zowel over de werkelijke vuilemissies van verschillende stelsels als over de effecten van deze emissies op de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater is nog zeer weinig bekend. Dit betekent, dat soms zeer dure voorzieningen niet goed op hun effectiviteit kunnen worden beoordeeld. Het is dan ook zeer zinvol om deze onderwerpen nader te bestuderen. In het kader van dit rapport kan worden volstaan met te verwijzen naar de door de STORA en het voormalige Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne (thans VROM) in het leven geroepen Nationale Werkgroep Riolerings- en Waterkwaliteit.

Het blijkt veel moeite te kosten om in de omgeving van inrichtingen voor de behandeling van afvalwater - gemalen en zuiveringsinrichtingen - luchtverontreiniging te voorkomen. Luchtverontreiniging - meestal stankhinder - is vaak het gevolg van het ontwijken van in het afvalwater aanwezige stoffen. Deze stoffen kunnen door lozing in het afvalwater terecht komen, maar ook ontstaan tijdens inzameling en transport. Daarnaast kan luchtverontreiniging ook worden veroorzaakt door de toegepaste werkwijze zoals slibdroging en thermische conditionering.

Te nemen maatregelen kunnen de arbeidsomstandigheden beïnvloeden. Aspecten die naast omgevingsfacetten en arbeidsomstandigheden bij de beoordeling en bestrijding van luchtverontreiniging aan de orde moeten worden gesteld, zijn:

- invloed van de sanering van bepaalde industriële lozingen
- vergelijken van maatregelen aan de bron of tijdens transport met maatregelen op de zuiveringsinrichting
- milieuhygiënische consequenties van de verschillende methoden ter bestrijding van het ontstaan van stankverwekkende stoffen in het inzamelings- en transportstelsel
- vergelijken van de milieuhygiënische consequenties van preventieve maatregelen en afgasbehandeling.

De afzet van slib vormt in toenemende mate een knelpunt.

Het valt te overwegen om, uitgaande van de positieve eigenschappen van slib, een studie uit te voeren naar de eisen waaraan moet worden voldaan om slib voor nuttige toepassingen te kunnen afzetten. Zo'n studie zou het karakter van een marktonderzoek moeten hebben. Onderwerpen, waaraan ondermeer aandacht zou moeten worden besteed, zijn:

- karakterisering van slib ten aanzien van bemestende stoffen
- waarborgen voor kwaliteitsbewaking
- karakterisering, onderzoek van de ontvangende grond

- mogelijkheden voor toepassing als grondverbetering
- bereiding en toepassing van zwarte grond
- toepassing van slibcompost
- toepassing, te zamen met andere "afvalstoffen", als grondstof voor biogasproductie.

Het lijkt niet op voorhand uitgesloten, dat een nuttige toepassing wordt bemoeilijkt door ongunstige effecten van een zeer beperkt aantal lozingen. De sanering van deze lozingen ligt eerder voor de hand dan het overgaan tot maatregelen, zoals storten en verbranden, die zowel om financiële als milieuhygiënische redenen minder aantrekkelijk kunnen zijn.

Het is vaak moeilijk om geschikte lokaties te vinden voor het bouwen van inrichtingen voor de behandeling van afvalwater, door het niet onaanzienlijke ruimtebeslag. Aangenomen mag worden dat deze problemen in de toekomst nog zullen toenemen.

Door opvoering van de bezinkbaarheid van het slib of vermindering van de hoeveelheid slib die ontstaat, kunnen de onderdelen van de rwzi waar slib wordt behandeld kleiner worden uitgevoerd. Het is van belang hier aandacht aan te besteden.

Er zijn in het recente verleden nieuwe zuiveringssystemen ontwikkeld, die minder ruimte vragen dan de conventionele systemen. Het valt te overwegen om een studie uit te voeren naar de concrete mogelijkheden, die deze systemen in dit verband kunnen bieden. Bij een positief perspectief zouden de procestechnologische eigenschappen van deze systemen moeten worden bestudeerd.

Systemen, die in een dergelijke studie aandacht verdienen, zijn:

- het gebruik van zuivere zuurstof
- toepassing van gefluïdiseerde bedden (slib op drager)
- toepassing van biorotoren
- anaërobe zuiveringsstappen terwille van energiebesparing
- lamellenafscheiders
- flotatie.

De aandacht in de onderzoekssector "Zuivering" zal in de komende jaren voornamelijk gericht worden op verkleining van zuiveringssystemen, scheiding van water en slib, slibverwerking en energiegebruik.

1 De rioolwaterzuiveringsinrichting in South Lake Tahoe

In een voordracht, die in oktober 1974 op de 47ste jaarlijkse conferentie van de Water Pollution Control Federation werd gepresenteerd, wordt de rioolwaterzuiveringsinrichting in South Lake Tahoe kritisch geanalyseerd ten aanzien van:

- . direct en indirect energieverbruik;
- . milieuhygiënische gevolgen van het in bedrijf houden van de inrichting.

De inrichting heeft een capaciteit van 7,5 mgd (million gallons per day) en is opgebouwd uit een conventionele eerste trap (voorbezinking), een tweede trap (volledig gemengd actiefslib) en een derde trap (fysisch-chemisch). Het primaire en secundaire slib worden verbrand.

In tabel 1 zijn gegevens betreffende de samenstelling van het ruwe afvalwater, het effluent van de tweede trap en het effluent van de derde trap weergegeven.

De kritische analyse richt zich vooral op de milieu-effecten van de derde trap. In dat verband worden aangeduid:

- . energieverbruik (elektriciteit en aardgas);
- . chemicaliënverbruik (kalk, aluminiumoxyde, chloor, geactiveerde kool);
- . milieuverontreiniging.

Bij de opstelling van de verschillende balansen wordt wel rekening gehouden met het energieverbruik en emissies bij de produktie van bijvoorbeeld kalk, maar niet met energieverbruik en emissies voor de produktie van staal en machines of voor transport van chemicaliën en bouwmaterialen.

In de tabellen 2 en 3 en in figuur 4 is een aantal gegevens betreffende grondstoffenverbruik, vuilemissies respectievelijk energieverbruik weergegeven.

De aandacht wordt erop gevestigd, dat met name in de derde trap sprake is van een verplaatsing van de verontreiniging. Ammonia van het water-naar het luchtcompartiment en luchtverontreiniging als gevolg van thermische regeneratie van de geactiveerde kool. De derde trap wordt gekenmerkt door een hoog energieverbruik, een hoog chemicaliënverbruik, een hoge emissie en een relatief gering effect op de effluentkwaliteit in vergelijking met de eerste en tweede trap.

In dat verband vragen de auteurs zich af, of de zogenaamde "advanced treatment" wel een positieve bijdrage aan het milieu als geheel levert. Ze achten zich echter niet in staat om deze vraag te beantwoorden, omdat ze niet beschikken over middelen om de verschillende effecten kwantitatief tegen elkaar af te wegen.

parameter	ruw afvalwater mg/l	secundair effluent mg/l	tertiair effluent mg/l	totaal verwijderd %
BOD ₅	140	27	1	> 99
SS	190	21	0	100
PO ₄ -P	8,2	7,2	0,1	> 99
NH ₄ -N	21	17,5	3,5	83
COD	200	79	9	96

Tabel 1. Afvalwaterkwaliteit per behandelingsstap op de South Lake Tahoe installatie

materiaalverbruik	behandelingstrap		
	primair	secundair	tertiair
natuurlijke grondstoffen:			
aardgas (l)	328	643	1657
olie (kg)			218
zout (kg)		50	77
natriumcarbonaat (kg)		0,5	0,7
kalsteen (kg)			1452
houtschool (kg)			29
bauxiet (kg)			45
zwavelzuur (kg)			39
proceschemicaliën:			
chloor (kg)		19	29
CaO (kg)			726
Al ₂ (SO ₄) ₃ (kg)			154
actieve kool (kg)			14

Tabel 2. Materiaalverbruik per 10⁶ gallons (= 3785 x 10³ m³) afvalwater behandeld op de South Lake Tahoe installatie.

verontreiniging	behandelingstrap		
	primair	secundair	tertiair
afvalwarmte (10 ⁶ kcal)	0,2	2,6	3,6
koelwater (l)	273	3350	4360
NO _x (g)	227	1900	2990
SO ₂ (g)			680
CO ₂ (g)			18
diverse organische gassen (g)			9
vliegias deeltjes (g)			680
vast afval (g)		0,3	19
HOCl (g)		45	45
NaHCO ₃ (g)		45	45
gechloreerde koolwaterstoffen		136	136
Al ₂ (SO ₄) ₃ afvalwater (l)			132
geconcentreerd afvalwater (l)			15

Tabel 3. Productie van verontreinigingen per 10⁶ gallons (= 3785 x 10³ m³) afvalwater per behandelingsstap op de South Lake Tahoe installatie

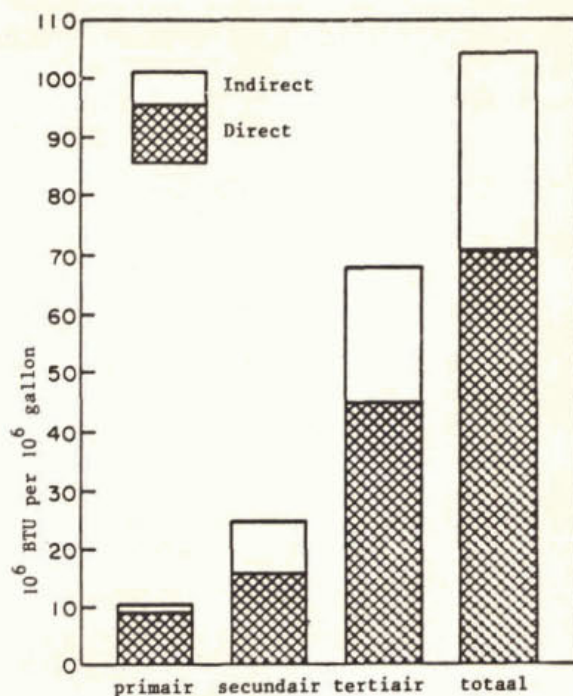


Fig. 4. Energietoever per 10⁶ gallon (= 3785 x 10³ m³) afvalwater per behandelingsstap op de South Lake Tahoe installatie

2

De gang van zaken in "Truckee Area"

In juli 1979 publiceerde McLaren een artikel over de gang van zaken met betrekking tot de zuivering van afvalwater in Truckee Area. Hij schreef het artikel naar aanleiding van het in gebruik nemen van de regionale rioolwaterzuiveringsinrichting door de Tahoe-Truckee Sanitation Agency in 1978.

Tot 1978 werd het afvalwater behandeld in oxydatievijvers. Een mogelijkheid zou zijn geweest om deze oxydatievijvers uit te breiden en te verbeteren. Als voor deze variant was gekozen, zouden de jaarkosten (rente + afschrijving + onderhoud + variabele lasten) 14 dollar per huishouding hebben bedragen.

De kosten voor de gekozen oplossing bedragen 185 dollar per huishouding.

Daarbij komt, dat bij toepassing van oxydatievijvers geen chemicaliën worden gebruikt, terwijl dit bij de gekozen variant wel gebeurt. Het chemicaliënverbruik wordt uitgedrukt in Lbs/Yr voor een capaciteit van 1 MGD per jaar. In tabel 4 is een aantal verbruikscijfers weergegeven.

chemicaliën	verbruik
kalk	900.000
zout (NaCl)	150.000
zwavelzuur	200.000
chloor	90.000
kool	50.000
aluminiumoxyde	40.000
polymeren	1.500

Tabel 4. Chemicaliënverbruik van de gekozen variant

Het energieverbruik bij een gemiddelde dagaanvoer van 1 MGD over een periode van een jaar zou bij oxydatievijvers 1.935×10^6 BTU's/jaar bedragen en bij de gekozen variant 11.808×10^6 BTU's/jaar, ofwel ruim 6 keer zo veel.

Het effluent wordt niet direct op de Truckee River geloosd maar via "Land Disposal".

Daarom wordt de effluentkwaliteit na bodemfiltratie in de beschouwing betrokken. In tabel 5 zijn de betreffende gegevens vermeld.

soort verontreiniging	oxydatievijvers	gekozen variant
opgeloste stoffen (mg/l)	400	440
chloriden (mg/l)	50	110
totaal stikstof (mg/l)	10	2
totaal fosfor (mg/l)	0,05	0,05

Tabel 5. Effluentkwaliteit na bodemfiltratie

De gekozen variant veroorzaakt dus een hogere belasting van de rivier met opgeloste stoffen en chloriden, terwijl de stikstofbelasting met een factor 5 wordt verminderd.

Uit een uitgebreide studie naar de kwaliteit van het water in de Truckee Rivier en de invloed van de effluentlozing daarop is echter gebleken, dat lozing van het effluent van de oxydatievijvers geen nadelige effecten veroorzaakt.

De auteur komt dan ook tot de conclusie, dat men niet voor een verstandige oplossing heeft gekozen, zowel om milieuhygiënische als om financiële redenen.

Hij stelt, dat de autoriteiten van de State of California door vast te houden aan overdreven hoge eisen hebben veroorzaakt, dat werd gekozen voor een oplossing waarbij als gevolg van een chemicaliën- en energieverbruik meer schade dan goed aan het milieu wordt gedaan.

In het artikel wordt aangeduid, dat de auteur niet alleen staat in deze mening. De Environmental Protection Agency heeft in oktober 1977 namelijk een memorandum gepubliceerd met als titel "EPA Policy on Land Treatment of Municipal Wastewater".

In dit memorandum staat, dat EPA niet bijdraagt aan de financiering als Staten te hoge eisen stellen aan inrichtingen, waarvan het effluent door middel van landbehandeling wordt nagezuiverd.

3

De rioolwaterzuiveringsinrichting in Ely, Minnesota

In augustus 1976 werd door de Environmental Protection Agency van de USA een rapport gepubliceerd met als titel:

"Environmental Impacts of Advanced Wastewater Treatment at Ely, Minnesota".

Het afvalwater van Ely werd tot 1973 behandeld in een zuiveringsinrichting die bestond uit een zandvang, een snijrooster, een voorbezinktank, een oxydatiebed en een nabezinktank.

Het effluent werd gechlloreerd voordat het in het Shagawa Lake werd geloosd.

In 1973 werd een uitbreiding van de inrichting in gebruik genomen, waarin het secundaire effluent wordt onderworpen aan een tertiaire behandeling. De uitbreiding is opgezet als een full-scale proefinstallatie en

is mede daardoor tamelijk gecompliceerd. Het stroomschema is weergegeven in figuur 5.

Het secundaire effluent wordt eerst in contact gebracht met actieve kool, polymeer en kalk en vervolgens met kooldioxide en kool. In de daarvoor gebruikte reactoren wordt de vaste stof ook weer door bezinking van het water gescheiden (solids-contact clarifiers).

Daarna wordt achtereenvolgens chloor, actieve kool, ferrichloride en zwavelzuur aan het water toegevoegd. Het mengsel wordt gefiltreerd over dubbellaags-filters (anthraciet en zand), nog eens gechlореerd en tenslotte geloosd.

De capaciteit van de inrichting bedraagt 1,5 MGD (5.678 m³/dag). De belasting over de periode 1 april 1973 - 31 maart 1974 bedroeg gemiddeld 1,1 MGD (4.164 m³/dag).

In het rapport worden zeer summiere gegevens met betrekking tot de samenstelling van het ruwe afvalwater en het effluent gepresenteerd. Deze zijn weergegeven in tabel 6.

	influent	effluent
totaal fosfor (g/m ³)	7,1	0,05
gesuspendeerde stof (g/m ³)	202	1,30
BZV (g/m ³)	90	12,30

Tabel 6. Gegevens betreffende de samenstelling van het influent en effluent van de Ely-Plant

De uitbreiding werd gerealiseerd, omdat men het fosfaatgehalte van het effluent wenste te verlagen tot 0,05 mg P/l. Deze eis wordt dus gehaald. Daarnaast wordt aangeduid, dat de waterkwaliteit en de limnologische eigenschappen van het Shagawa Lake inderdaad werden verbeterd. Deze verbetering kan echter slechts tot op zekere hoogte worden gekwantificeerd.

Gegevens betreffende het chemicaliën- en energieverbruik zijn weergegeven in tabel 7. Het betreft hier het zogenaamde directe verbruik.

In het rapport wordt ook aandacht besteed aan het indirecte verbruik, zoals energieverbruik bij de produktie van chloor en aan de milieuverontreiniging bij de produktie van elektriciteit en chemicaliën.

kalk	(ton)	538
kooldioxide	"	168
chloor	"	5,2
ferrichloride	"	44
zwavelzuur	"	82
polymeer	"	0,67
elektriciteit	(kWh)	780.000
olie	(m ³)	238

Tabel 7. Chemicaliën- en energieverbruik in de periode 1 april 1973 - 31 maart 1974

Het in tabel 7 weergegeven energieverbruik (elektriciteit en olie) komt overeen met 13×10^{12} J. Uit de in het rapport gepresenteerde gegevens

kan worden berekend, dat het totale energieverbruik (direct + indirect) $26,3 \times 10^{12}$ J bedraagt, d.w.z. ruim twee keer zo veel.

In het rapport wordt ook aandacht besteed aan de water- en luchtverontreiniging als gevolg van de produktie van elektriciteit en chemicaliën. In dat verband worden emissiegegevens gepresenteerd.

Het rapport eindigt met de vermelding, dat de onderzoekers een situatie hebben gecreëerd, waarin het mogelijk is om tot op zekere hoogte de overigens ondubbelzinnige verbetering van het ecosysteem in het Shagawa Lake te kwantificeren.

Deze verbetering zou vergeleken moeten worden met de gevolgen voor het milieu ten gevolge van emissies en het grondstoffenverbruik.

Hoewel deze vergelijking niet in kwantitatieve zin mogelijk is, is het van belang onder ogen te zien dat er negatieve milieu-hygiënische consequenties zijn verbonden aan de behandeling van afvalwater en dat derhalve toepassing van geavanceerde technologieën niet onder alle omstandigheden de meest aangewezen oplossing is voor milieuverontreinigingsproblemen.

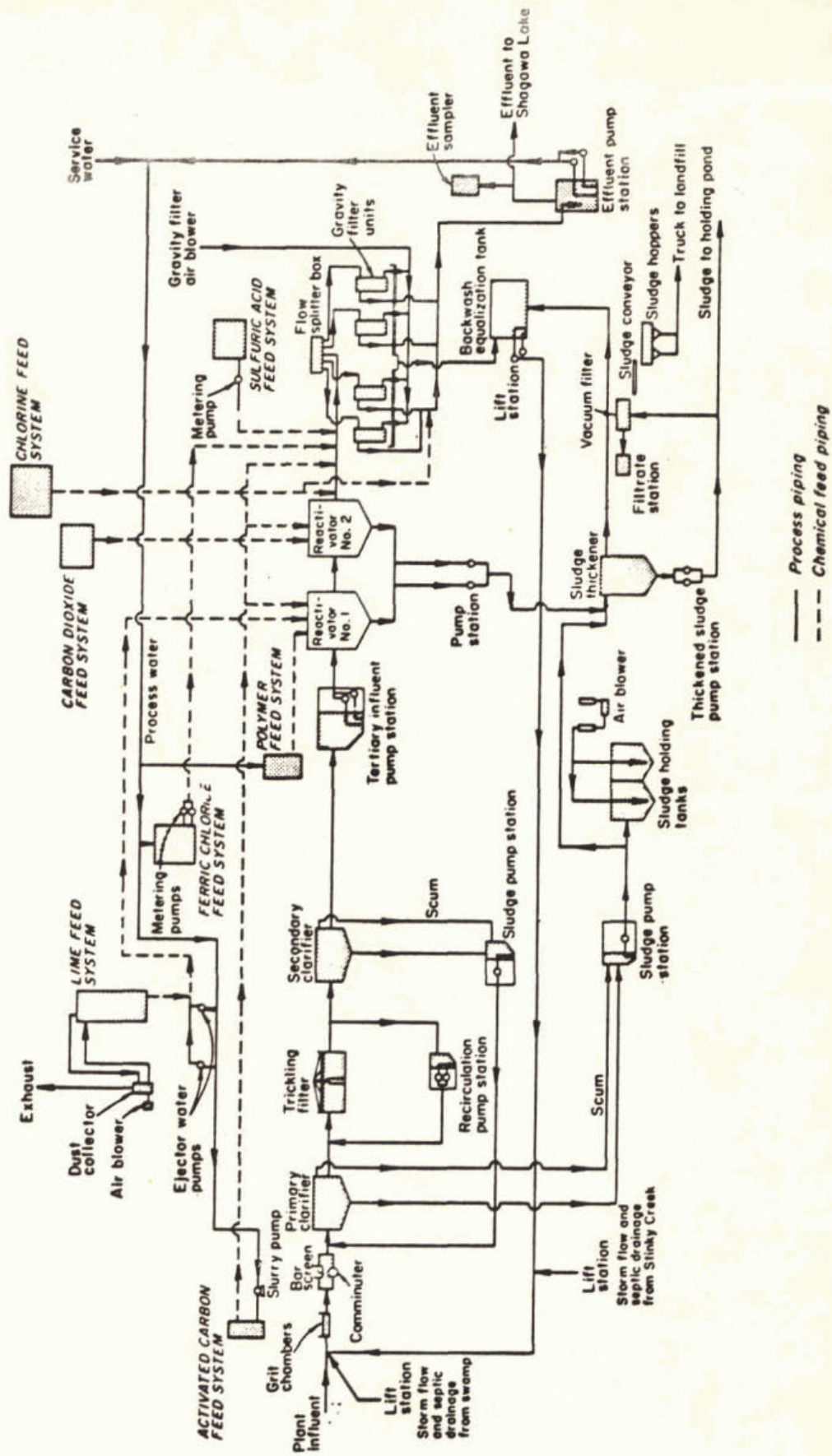


Fig. 5. Processchema van de Ely Minnesota installatie

onderwerp	primaire milieu-effecten							secundaire milieu-effecten					opmerkingen
	lucht	opp. water	bodem/ grondwater	ruimte h / v	landsch. planologie	geluid	energie	grondst.	verkeer	invloed rzi	kosten	T	
<u>Oppervlakte</u>													
- Daken en balkons	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	stofaanzet
- Wegen en terreinen	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	stofaanzet
- Groen en tuinen	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	stofaanzet
<u>Open goten</u>	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	hygiëne, controle
<u>Gesloten leidingen</u>													
- Gemengd-gescheiden	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	hygiëne
- Centraal-decentraal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	onderhoud, personeel
- Vrijverval-, pers-, vacuüm-systemen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	onderhoud, hygiëne
<u>Installaties</u>													
- Putten	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	onderhoud, hygiëne
- Overstorten	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	onderhoud, hygiëne
- Rioolgemalen	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	onderhoud, hygiëne
- Appendages	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	hygiëne
- Bergingen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Tabel 8. De belangrijkste milieu-effecten van inzameling en transport van afvalwater

T = tijdelijk

P = permanent

h = horizontaal

v = verticaal

+ = effect aanwezig

- = effect afwezig

onderwerp	primaire milieu-effecten				secundaire milieu-effecten				opmerkingen		
	lucht	opp. bodem- water	ruimte h / v	landsch. planologie	geluid	energie	grondst. verkeer	invloed rzi		kosten	T/P
<u>Mechanische afval- waterbehandeling</u>											
- Berging en opslag	+	+	+	+	-	-	+	+	-	P	slibproductie, rioolaantasting
- Ontvangelder	+	-	-	-	-	-	-	-	-		
- Opvoergemaal	+	-	+	+	+	-	+	+	-		
- Roosters en roostergoed	+	-	+	+	+	+	+	+	+	P	roostervuilproductie
- Vuilverkleiners	-	-	-	-	+	-	+	+	+		
- Zandvanger, zandwasser	+	-	+	+	+	+	+	+	-		zandproductie, hygiëne slibproductie
- Voorbezinking	+	-	+	+	-	-	+	+	+	P	slibproductie
- Flotatie	+	-	+	+	+	-	+	+	+		
- Tussenbezinking	+	-	+	+	+	-	+	+	+		
- Nabezinking	+	-	+	+	+	-	+	+	+		
- Effluentpolijsting	-	+	+	+	+	-	-	+	+		
<u>Biologische afval- waterbehandeling</u>											
- Slibbelasting	-	-	+	+	+	+	+	+	+	P	slibproductie
- Actief slib, oxidatiebed, biotor	+	+	+	+	+	+	+	+	+	P	slibproductie
- Vijvers, planten, vis, algen	+	+	-	+	+	-	-	-	+		organisch materiaal, vliegen, muggen recreatie, landelijke gebieden
- Extensief- intensief	+	+	+	+	+	+	+	+	+	P	
- Fluid bed, zuiver O ₂	-	+	+	+	+	+	+	+	+		
- Anaërobe behan- deling	+	+	+	+	+	+	+	+	+		explosie, minder slib, levert energie
- Entraps-meer- traps	+	-	+	+	+	+	+	+	+		
- Effluentpolijs- ting	+	+	+	+	+	+	-	-	-		

Tabel 9. De belangrijkste milieu-effecten van afvalwaterbehandeling

T = tijdelijk
P = permanent
h = horizontaal
v = verticaal

onderwerp	primaire milieu-effecten					secundaire milieu-effecten				opmerkingen	
	lucht	opp. water	bodem/ grondw.	geluid	ruimte horiz. vert.	ruimte vert.	energie	grondstoffen	tijdelijk		permanent
<u>3.1 Indikking</u>											
- gravitatie	+	-	-	-	+/-	+/-	-	-	-	+	
- flotatie	+	-	-	-	+/-	+/-	-	+/-	-	+	
- mechanische	+/-	-	-	+	-	-	+	+/-	-	+	
<u>Stabilisatie</u>											
- aërobe	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	
- anaërobe	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	
- thermische	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	expl. gevaar
- chemische	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	
<u>Natuurlijke ontwatering</u>											
- droogbed	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	
- lagune	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	
- veredeld droogbed	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	
<u>Conditionering</u>											
- anorganische chemicaliën	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	kwantiteit
- organische chemicaliën	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	
- thermisch < 0°C	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	
- thermisch > 150°C	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	sterilisatie
- fysische	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	
<u>Mechanische ontwatering</u>											
- zeefbandpers	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	
- centrifuges	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	
- vacuüfilters	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	
- filterpersen	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	
<u>Compostering</u>	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	
<u>Drogen</u>											
- na mech. ontwatering	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	stoompluim
- zonder mech. ontwatering	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	
<u>Verbranden</u>											
- slib	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	stoompluim
- slib/vast afval	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	stoompluim

Tabel 10.. De belangrijkste milieu-effecten bij de behandeling van slib

Bijlage 4 (vervolg)

onderwerp	primaire milieu-effecten						secundaire milieu-effecten				opmerkingen
	lucht	opp. water	bodem/ grondw.	geluid	ruimte horiz.	ruimte vert.	energie	grondstoffen	tijdelijk	permanently	
<u>Desinfectie</u>											
- thermisch (past.)	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	
- chemisch	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	
- γ -straling	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	radio-actief materiaal
<u>Deponie op rwzi</u>											
- slib	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	
- as	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	
<u>Afvoer van rwzi</u>											
Zie ook afzet en bestemming van slib	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	
<u>Centrale verwerking</u>											
Zie ook afzet en bestemming van slib											veel methoden

Tabel 10 . De belangrijkste milieu-effecten bij de behandeling van slib (vervolg)

onderwerp	primaire milieu-effecten				secundaire milieu-effecten				opmerkingen	
	lucht	opp. water	bodem/ grondstoffen	geluid	ruimte horizon- taal	ruimte verti- kaal	energie	grondstoffen		tijde- lijk
<u>Plaats van afvoer</u>										
- oppervlaktewater (zoet)	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+
- bodem/grondwater	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+
- oppervlaktewater (zout)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<u>Methode van afvoer</u>										
- direct	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
- pijpleiding	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+
<u>Kwaliteit van effluent</u>										
- geen zuivering	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
- mech. zuivering	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
- biologische zuivering	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
- verdergaande zuivering (N/P)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
- overigen	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
- bij calamiteit	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<u>Belasting van ontvangend water</u>										
- natuurlijke belasting	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
- ingelaten water	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+
- overstorten v. riool- stelsel	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+
- regenwater/run off	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+
- (gezuiverd) afvalwater	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+

Tabel 11. De belangrijkste milieu-effecten bij de afvoer van gezuiverd afvalwater

onderwerp	primaire milieu-effecten					secundaire milieu-effecten			opmerkingen
	lucht	opp. water	bodem/ grondstoffen	geluid	ruimte horizon- zonn- kaal taal	energie	grondstoffen	tijde- lijk	
<u>Landbouw</u>									
- bemestende stoffen	-	+	+	-	-	-	+	-	+
- zware metalen	+	+	+	-	-	-	-	-	+
- pathogenen	-	+	+	-	-	-	-	-	+
- tox. milieuvreemde stoffen	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<u>Grondverbetering</u>	-	-	+	-	-	-	+	+/-	+/-
<u>Zwarte grondbedrijf</u>	+	-	+	+	+	-	+	-	+
<u>Compostbedrijf</u>									
- slib	+	-	+	+	+	+	+	-	+
- slib/vast afval	+	-	+	+	+	+	+	-	+
<u>Gebruik van chemisch slib</u>									
- fosfaten	-	-	-	-	-	+	+	-	+
<u>Energiewinning</u>									
- gasproductie	+	-	-	-	+	+	+	-	+
- verbranden	+	-	-	+	+	+	-	-	+
<u>(Vee)voederproductie</u>									
<u>Bosbouw/riet e.d.</u>									
- bosbouw	+	-	+	-	+	+	+	-	+
- riet	+	-	+	-	+	-	-	-	+
<u>Ander nuttige toepassing</u>									
<u>Deponie op land</u>									
- vuilsoort	+	-	+	-	+	-	-	-	+
- aparte deponie	+	-	+	-	+	-	-	-	+
<u>Deponie in oppervlaktewater</u>									
Afvoer na calamiteit	-	+	-	-	-	-	-	-	+
	+	-	+	-	+	-	-	+	-

Tabel 12. De belangrijkste milieu-effecten bij de afzet en bestemming van slib

onderwerp	primaire milieu-effecten		secundaire milieu-effecten			opmerkingen				
	lucht	opp. bodem/ water grond- water	ruimte h / v	landsch. planologie	geluid		energie grondst. verkeer	invloed kosten T/P		
Luchtverontreini- ging Overgang water- lucht: - voorkomen - lozingen - beperken - ontstaan - bestrijding op rwzi	+	-	-	-	-	+	+	P		
	+	+	-	-	-	+	+	+	T	
	+	+	+	+	+	+	+	+	P	
Verkleining emissie-opper- vlak	+	-	+	-	+	+	+	+	P	ventileren nodig
Behandeling lucht	+	-	+	+	+	+	+	+	P	
Atmosferische be- handeling	+	-	-	+	+	+	+	-	-	

Tabel 13. De belangrijkste milieu-effecten bij luchtverontreining

T = tijdelijk
P = permanent
h = horizontaal
v = verticaal

