

Verslag 2e Japans-Nederlandse 'Workshop on integrated water quality management' (17-23 oktober 1993, Ube en Miyazaki)

Inleiding

Een aantal jaren geleden was het idee geboren om tussen Japan en Nederland informatie uit te wisselen over waterzuivering. In beide landen waren langlopende onderzoekprogramma's gestart naar de behandeling van stedelijk afvalwater (Aquarenaissance, Biofocus en RWZI-2000). De eerste uitwisseling vond plaats op 8-11 april 1991 te Heelsum [1]. Gedurende 17-23 oktober 1993 heeft de tweede Japans-Nederlandse 'Workshop on integrated water quality management' plaatsgevonden in de steden Ube en Miyazaki te Japan. Zowel in Nederland als Japan is enige jaren geleden een langere termijn onderzoekprogramma op het gebied van de afvalwaterzuivering opgezet (RWZI-2000 en Aquarenaissance). De uitwisseling vindt oorspronkelijk zijn achtergrond in de uitwisseling van de resultaten van het onderzoek. Aan de hand van 46 presentaties is vanuit verschillende invalshoeken aandacht besteed aan (beleids)aspecten van water-beheer, rioolwaterzuivering (in het bijzonder N- en P-verwijdering), fundamenteel en toegepast onderzoek op dit terrein, verwerking van zuiveringsslib en waterbodemsanering. Doel van de workshop was een actieve uitwisseling van kennis en ervaring te krijgen tussen de diverse deelnemers zodat meer inzicht zou worden verkregen in:

- de plan van aanpak en de organisatie in het waterbeheer;
- de stand der techniek voor zuivering van stedelijk afvalwater, verwerking van zuiveringsslib en sanering van waterbodems;
- het fundamenteel onderzoek en mogelijke behandelings technieken in de toekomst.

Aan de workshop werd deelgenomen door 24 personen uit Nederland en circa 100 uit Japan. De deelnemers kwamen vanuit de overheid, waterkwaliteitsbeheerders, universiteiten, ingenieursbureaus en het bedrijfsleven. Hieronder wordt getracht kort de inhoud van de uitwisseling weer te geven met speciale aandacht voor de situatie in Japan.

Waterbeheer

Japan en Nederland zijn beide dichtbevolkte landen met een hoge mate van industrialisatie. Ter bescherming van het oppervlaktewater werd in Nederland in 1970 de WVO van kracht. Deze wet spoorde aan tot inzameling van het afvalwater door rioolstelsels en centrale behandeling in een rioolwaterzuiveringsinrichting. Dit heeft ertoe geleid dat momenteel ruim 97% van het stedelijk afvalwater wordt afgevoerd via een rioolstelsel en

Samenvatting

Samenvattend kan gesteld worden dat ook de tweede bijeenkomst tussen Japanse en Nederlandse waterzuiveraars een aantal nieuwe inzichten heeft opgeleverd. Hierbij was het niet alleen nuttig om de stand van zaken in beide landen te vergelijken, er werd ook van Japanse zijde een aantal nieuwe ontwikkelingen, die al op (semi-) praktijkschaal worden gebruikt, belicht (bijvoorbeeld controle van zuiveringsprocessen, het Pegasus-proces, membraanreactoren). Daarnaast is het inzicht in het hoe en waarom van de Japanse afvalwaterzuiveringswereld helderder geworden. De belangrijkste verschillen/overeenkomsten kunnen kort worden weergegeven met:

- Het beleid in Japan is qua normstelling vooral gericht op industrie/visserij of esthetische gronden, en niet zozeer op een ecologisch waarde van de meren, rivieren en kustgebieden.
- In beide landen wordt gewerkt aan nieuwe processen waarbij van elkaar geleerd kan worden. In Nederland wordt dit onderzoek toch vooral op universiteiten uitgevoerd terwijl in Japan meer bedrijven betrokken zijn bij de nieuwe ontwikkelingen (immobilisatie van nitrificeerders, membraanprocessen en fuzzy control). In Japan zijn de toepassingen vaak kleinschalig (waterzuivering per woonwijk of flatgebouw), of gericht op de behandeling van 'night soil'. Hierdoor staan deels andere zuiveringsprocessen in de aandacht dan in Nederland.

meer dan 95% centraal wordt gezuiverd. Bij de uitvoering zijn de ministeries van Verkeer en Waterstaat en VROM betrokken en de lagere overheden zoals provincies, waterkwaliteitsbeheerders en gemeenten.

In Japan vigeerde gedurende de laatste decennia een aantal wetten, die vergelijkbaar zijn met de WVO. Sinds 1958 is de 'Water Pollution Control Law' van kracht. Deze is echter alleen van toepassing op industriële effluenten. In 1990 is deze wet verder aangepast. Aan lozingen van stedelijk afvalwater worden op lokaal niveau grenswaarden gesteld. Voor diverse types oppervlaktewater zijn zogenoemde 'Environmental Water Quality Standards' opgesteld. Naast een beperkte lijst van standaarden gerelateerd aan gezondheidsaspecten (Tabel 1), zijn er verder voor rivieren, meren en kustwateren afzonderlijke normen voor pH, zwevend stof, BZV¹, DO en coli-getal opgesteld. Normen voor P (0.005-0.1 mgP/l) en N (0.1-1.0 mgN/l) zijn er alleen voor meren. Deze normen zijn vooral opgesteld op basis van het latere gebruik van het water (drinkwaterbereiding, visserij of industrie-water) en niet vanuit het ecosysteem. Op dit moment wordt in het parlement van Japan gewerkt aan nieuwe wetten, waarbij de normstelling meer zal uitgaan van natuurbescherming.

¹ Door een sterke aandacht voor milieuverontreiniging door zware metalen (met name kwik) wordt het CZV in Japan vrijwel alleen met de permaganaatmethode bepaald. Dit maakt het vergelijken van getallen lastig, zeker aangezien vaak niet expliciet vermeld wordt welke bepalingsmethode is gebruikt.

In 1990 voldeed 77% van de kustwateren, 73% van de rivieren en slechts 44% van de meren aan de normen voor BZV (1-10 mg/l, afhankelijk van het gebruiksdoel). Zeer regelmatig treedt zuurstofgebrek op in kustwateren en worden stikstofgehalten gemeten tot 29 mg N/l (gemiddeld 2 mg N/l).

TABEL 1 – Overzicht van de verbindingen waarvoor in Japan algemene milieukwaliteitsnormen zijn opgesteld.

Stof	Japanse standaard (µg/l)
Cadmium	< 10
Cyanide	niet detecteerbaar
Organisch-P	niet detecteerbaar
Lood	< 100
Chroom (VI)	< 50
Arsen	< 50
Totaal kwik	< 0,5
Alkyl kwik	niet detecteerbaar
PCB	niet detecteerbaar
Trichloorethyleen	< 30
Tetrachloorethyleen	< 10

In Japan is de zorg voor het zuiveren van stedelijk en industrieel afvalwater verdeeld over vier ministeries:

- 'Ministry of Health, Environment and Welfare' voor de inzameling van 'night soil' (toilet afvalwater) en de behandeling of hergebruik van het grijze afvalwater;
- 'Ministry of Construction' voor de zorg voor de riolering, de behandeling van stedelijk afvalwater en de verdere verwerking van zuiveringsslib;
- 'Ministry of Agriculture and Fishery' voor de behandeling van afvalwater, afkomstig van woongemeenschappen in het landelijk gebied;
- 'Ministry of Industry and Trading' voor de behandeling van industrieel afvalwater.

Voor coördinatie en afstemming tussen de diverse ministeries is er een onafhankelijk instituut 'Environmental Agency' ingesteld. Dit instituut is verantwoordelijk voor beleidsvoorbereiding onder andere op het gebied van het waterkwaliteitsbeheer en voor de monitoring van het oppervlaktewater. Door het feit dat de 'Environmental Agency' veelal moet opereren vanuit een consensus-gedachte, zijn de bestaande algemene grenswaarden voor effluënten van rwzi's in Japan (BZV 20 mg/l, zwevend stof 30 mg/l, P_{tot} 8 mg/l, N_{tot} 60 mg/l, het betreft hier daggemiddelden) hoger dan in Nederland. Binnen een regio kunnen de bevoegde autoriteiten daarentegen met de industrie en plaatselijke overheden wel tot verdergaande afspraken komen. In een discussie werd de wijze van aanpak in het waterkwaliteitsbeheer in Japan en Nederland met elkaar vergeleken, zoals de samenwerking tussen de hierbij betrokken instanties maar in het bijzonder de benaderingswijze om via consensus het waterkwaliteitsbeleid geaccepteerd en geïmplementeerd te krijgen. Het beheer van meren en rivieren valt afhankelijk van de functie en het nationaal belang onder de verantwoordelijkheid van de ministeries (voornamelijk Ministry of Construction), de regionale of plaatselijke overheden.

In Japan wordt circa 40% van het stedelijk en huishoudelijk afvalwater centraal ingezameld en gezuiverd in rwzi's (tabel II). In vergelijking met Nederland is het rioolwater in Japan meer verdund met een hogere P/BZV en rwa/dwa-verhouding. Verschillen hangen samen met een erg hoog waterverbruik, maar ook met de eetgewoonten. Het overige percentage bestaat uit de inzameling en behandeling van 'night soil' en het zogenaamde grijze afvalwater. Dit 'night soil' (toiletafvalwater) wordt gekenmerkt door BZV 10.000 mg/l, zwevende stof 21.000 mg/l, CZV_{Cr} 14.000 mg/l, CZV_{Mn} 7000 mg/l, N_{tot} 5000 mg/l en P_{tot} 335 mg/l. Behandeling van 'night soil' vindt plaats in speciale zuiveringsinstal-

laties. Het grijze afvalwater (water niet afkomstig uit toiletspoelingen) wordt in stedelijke gebieden hergebruikt als spoelwater voor toiletten, in landelijke gebieden wordt het veelal ongezuiverd geloosd.

Drinkwater en hergebruik van afvalwater

Van de Japanse huishoudens is inmiddels 95% aangesloten op het drinkwaternet. De kwaliteit van het drinkwater laat echter vaak te wensen over, wat deels samenhangt met de kwaliteit van het oppervlaktewater. Van het drinkwater heeft 20% een 'bedompte geur', terwijl 80% van het ingenomen oppervlaktewater niet voldoet aan de norm van < 10.000 coli-forms/100 ml. Er is slechts voor een beperkt aantal stoffen een drinkwaternorm vastgesteld, maar de waterbedrijven zijn niet verplicht om het drinkwater te monitoren. Het is daarom wellicht niet verwonderlijk dat huiszuiveringssystemen een grote opgang maken. Verbeteringen van de drinkwaterkwaliteit kunnen, net als voor de algemene waterkwaliteit, moeilijk bereikt worden door de betrokkenheid van vele ministeries. In Japan staat hergebruik van afvalwater, al dan niet vergaand gezuiverd, om uiteenlopende redenen in de belangstelling of wordt zelfs al op vele lokaties toegepast. De prijs van drinkwater en de heffing voor het zuiveren van afvalwater in de grote steden kunnen zo hoog oplopen (tot f 10,- per m³), dat het hergebruik van het zogenaamde grijze afvalwater in grotere gebouwen (grote hotels, kantoorpanden etc.) aantrekkelijk maakt. Tegenwoordig zijn grote gebouwen zelfs verplicht een voorziening voor hergebruik van afvalwater of inzameling van regenwater te hebben. Effluënten van rwzi's worden steeds vaker nuttig toegepast voor irrigatie, en ook ter vervanging of aanvulling van al dan niet kunstmatig gecreëerd oppervlaktewater zoals in parken, in de nabijheid van bebouwing etc. Voor dit type water wordt de term 'ornamental water' gebruikt. Reden voor deze vorm van hergebruik is het tekort aan regenwater op sommige

lokaties gedurende een gedeelte van het jaar, ondanks de overvloedige neerslag van circa 1.750 mm per jaar (in Nederland minder dan de helft!). Het grote waterverbruik (circa 350 liter p.p.d.) en de snelle afvloeiing naar de zee zijn hier mede debet aan. Voor bovengenoemde toepassingen van hergebruik van afvalwater zijn richtlijnen opgesteld. Hierin wordt het aantal coliformen gebruikt als hygiënische parameter, de BZV en pH als maat voor de milieubezwaarlijkheid en de parameters kleur, reuk en doorzicht voor de esthetische beoordeling.

Stikstofverwijdering

Ook in Japan worden N-eliminatie processen op ruime schaal toegepast. Het betreft hierbij vooral de behandeling van 'night soil'. Daarbij worden net als in Nederland vooral conventionele processen gebruikt. In Japan lijkt de toepassing van procescontrole (door bijvoorbeeld redoxmetingen) echter al meer ingang te hebben gevonden (zie verder). Dit zou kunnen samenhangen met het feit dat 'night soil' hogere ammonium gehalten bevat dan normaal afvalwater. Behalve door het invoeren van een betere procescontrole kan in de toekomst een hogere capaciteit bewerkstelligd worden door het invoeren van andere processen. Op het gebied van nitrificatie/denitrificatie zijn enkele van die ontwikkelingen aan de orde geweest: simultane nitrificatie en denitrificatie, nitrificatie met al dan niet artificieel geïmmobiliseerde organismen en on site behandeling. Van Nederlandse zijde werd gewezen op een serie recent ontdekte stikstof omzettingen (zoals bijvoorbeeld de anaërobe ammonium oxydatie). Daarnaast werd gewezen op het belang van het onderkennen van de mogelijke vorming van sporegassen zoals N₂O of NO in actief-slibprocessen. Nitrificerende micro-organismen blijken bijvoorbeeld onder anaërobe condities het broeikasgas N₂O te vormen. Een snelle afwisseling van aërobe en anaërobe condities of micro-aërofiele condities zou de vorming van dit soort gassen kunnen bevorderen. Een nieuwe ontwikkeling op het gebied van nitrificatie is de ontwikkeling van compacte systemen. Hieraan wordt zowel in Japan als Nederland gewerkt. Dit kan gebeuren door immobilisatie van nitrificerders in artificiële matrices of natuurlijke biofilms of door het vasthouden van hoge biomassagehaltes door bijvoorbeeld membraanscheiding van het slib en effluent (deze membraanprocessen worden later behandeld). Zo wordt bijvoorbeeld in Nederland fundamenteel

TABEL II – Toegepaste zuiveringstechnieken in Japan (eind 1990).

Type installatie	Ontwerp droog weer belasting (1.000 m ³ /dag)			Totaal
	< 50	50-100	>100	
Bezinking	4			4
Oxydatiebed	7			7
Actief slib				
Hoog belast	9	2	1	12
Conventioneel	357	102	136	595
Carrousel	88		1	89
Sequencing batch	12			12
Diverse	43	17	23	83
Biorotoren	23	1		24
Overige	9		1	10

onderzoek verricht naar de artificiële immobilisatie van nitrificerders. Op dit moment kan de groei en omzettingssnelheid van geïmmobiliseerde organismen goed voorspeld worden. Ontwikkelde modellen geven een goed inzicht en laten bijvoorbeeld zien dat ook nitrificatie bij lage temperaturen met een hoge capaciteit kan plaatsvinden. In Japan is door Hitachi in samenwerking met de Nihon universiteit in Tokyo een dergelijk proces (het zgn. PEGASUS proces) al opgeschaald tot een schaal van 750 m³ en wordt het gebruikt voor nitrificatie in combinatie met denitrificatie. Hier wordt géén gebruik gemaakt van reïncultures maar van nitrificerend slib dat wordt geïmmobiliseerd in polyethyleenglycol (PEG). Voorbezonken huishoudelijk afvalwater wordt in een reactor gebracht met twee compartimenten. Een anaëroob compartiment waar denitrificatie plaatsvindt en een aëroob compartiment waarin PEG-kubusjes gesuspendeerd zijn en nitrificatie plaatsvindt. De compartimenten zijn van elkaar gescheiden door een zeef en er vindt recirculatie van afvalwater en denitrificerend slib over de compartimenten plaats. Natuurlijke immobilisatie van nitrificerders vindt plaats in de vorm van biofilms. Van Nederlandse zijde werd de ontwikkeling van biofilm airlift suspensie reactoren voor nitrificatie gepresenteerd. Op deze wijze kunnen hoge slibgehalten en een hoge slibleef tijd worden gehandhaafd. Daarnaast zorgt het hoge biofilmoppervlak ervoor dat zuurstoftransport naar de biofilm niet limiterend is voor de omzetting. Van Japanse zijde werd een biorotor-systeem voor gecombineerde nitrificatie en denitrificatie gepresenteerd. De nitrificerende organismen zijn aanwezig als biofilm op de rotor die gedeeltelijk ondergedompeld is, terwijl denitrificerende micro-organismen op een daaronder geplaatste volledig ondergedompelde rotor aanwezig zijn. Dergelijke systemen kunnen goed op kleine schaal worden toegepast en vergen weinig onderhoud. Behalve afvalwaterbehandeling kan hierbij gedacht worden aan de behandeling van drainagewater van vuilstorten.

Fosfaatverwijdering

Op het gebied van de fosfaatverwijdering blijkt dat, net als voor de stikstofeliminatie, de ontwikkelingen Japan en Nederland gelijkwaardig te zijn. Ook in Japan worden zowel chemische als biologische fosfaatverwijderingstechnieken toegepast. Van de biologische defosfateringstechnieken is vooral het hoofdstroomproces populair. In beide landen wordt op fundamenteel niveau onderzoek verricht naar het biochemisch mechanisme van de

anaërobe opname van organische koolstofverbindingen door fosfaataccumulerende bacteriën. Combinatie van de kennis in beide landen leidt tot een nagenoeg volledig beeld van dit proces. Een van de onderzoeksvraagstukken die recent is opgelost is de grote spreiding in de gemeten acetaatopname-/fosfaatgifteverhouding. Dit blijkt te worden veroorzaakt door kleine variaties in de pH tijdens de anaërobe fase. Tenslotte werd er nog eens benadrukt dat er nog steeds geen bacterie is geïsoleerd die de hoofdeigenschappen van het defosfaterend slib bezit. Van Nederlandse zijde werd getoond hoe op basis van de biochemische kennis van de defosfatering processen kunnen worden doorgerekend. Een belangrijke recent ontdekte verstoring van de defosfatering kan komen van glucose (bijvoorbeeld afkomstig van zetmeel) in de anaërobe fase van het fosfaatproces. Een niet nader geïdentificeerd micro-organisme (vooralsnog aangeduid als G-bacterie) blijkt glucose samen met acetaat onder anaërobe condities te kunnen omzetten naar PHB; hierdoor wordt de groei van fosfaat-accumulerende bacteriën sterk belemmerd. Ook de relatie tussen denitrificatie en defosfatering is onder het voetlicht gekomen. Terwijl van Japanse zijde werd gewezen op een negatieve interactie tussen beide processen, liet de Nederlandse bijdrage juist zien dat onder de juiste procescondities bacteriën onder anoxische omstandigheden juist fosfaat opnemen. Het is ook hierbij essentieel om voor de ophoping van denitrificerende defosfateerders een echte anaërobe zone te creëren.

De praktijkervaring met biologische defosfatering blijkt in Nederland duidelijk groter te zijn dan in Japan. De intensieve aandacht voor dit proces gedurende de laatste jaren heeft ertoe geleid dat ook vanuit de praktijk dit proces als bekend kan worden verondersteld.

Zo werd bijvoorbeeld getoond dat een ultra-laagbelast actiefslibstelsysteem kan voldoen aan de P-eis van 1 mg/l onder condities waarbij ook wordt voldaan aan een stikstofeis van N-totaal < 10 mg/l. Bij uitbreiding met een deelstroomgedeelte is zelfs 0,5 mg/l haalbaar. Ook allerlei andere ervaringen wijzen op de goede mogelijkheden van de biologische defosfatering. Het belangrijkste punt van zorg is de bezinkbaarheid van het slib dat in een aantal gevallen achteruit blijkt te gaan na invoering van biologische defosfatering.

Automatisering en regeling van rwzi's

In de praktijk worden in Nederland en Japan vooral conventionele control-strate-

gieën (gebaseerd op DO- en redoxmetingen) toegepast. In beide landen worden echter al wel op praktijkschaal nieuwere technieken toegepast, vooral bij stikstofverwijderingsprocessen. Voor een goede controle is het nodig om ammonium en nitraat on-line te meten. Hiertoe zijn in Japan twee nieuwe methodes ontwikkeld. Voor nitraat werd gebruik gemaakt van de UV-adsorptie bij twee golflengtes. Deze methode is simpeler dan conventionele autoanalyzers en kan nitraat bepalen in het bereik van 0-10 mg N/l. Voor hogere concentraties is verdunning noodzakelijk. De ammoniumanalyse is gebaseerd op het strippen van ammonium en daarna weer oplossen in water. Van dit water kan dan de geleidbaarheid worden gemeten. Dit systeem blijkt in de praktijk veel stabielere dan directe meting met een ammonium-elektrode.

In Nederland is de aandacht vooral gericht op model – gebaseerde control-methodes. Daarnaast worden directe regelstrategieën toegepast gebaseerd op redoxmetingen. In een Japanse bijdrage werd het gebruik van een op een redoxmeting (ORP) en een op een zuurstofmeting gebaseerde regeling van N-eliminatie vergeleken. Met behulp van on-line ORP metingen werd de luchttoevoer zodanig geregeld dat de redoxpotential constant bleef. Bij een goede keuze van de redoxpotential was het mogelijk een goede stabiele verwijdering te krijgen. Hierbij bleek de redoxregeling duidelijk voordelen te hebben boven een op zuurstof gebaseerde regeling. In feite treedt er in het systeem dan simultane nitrificatie en denitrificatie op door een snelle afwisseling van aërobe en anoxische periodes.

In Japan vindt ook de nodige ontwikkeling van nieuwere control-strategieën plaats. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van Fuzzy control (een vage regeling) voor (de)nitrificatie van 'night-soil'. Uit de resultaten bleek dat de Fuzzy regelaar beter dan een conventionele regeling in staat was de effluentwaarden en de pH in de reactor constant te houden. Ook het totaal N-gehalte daalde aanzienlijk (met zo'n 80%). Deze goede resultaten en de korte tijd benodigd voor de introductie tonen de kracht van het systeem. Er dient echter bedacht te worden dat concentratieveranderingen in 'night soil'-behandeling veel groter zijn dan voor huishoudelijk afvalwater, wat waarschijnlijk het gebruik van fuzzy control ten goede komt.

Gebruik van membranen in de afvalwaterzuivering

Voor het zuiveren van afvalwater op kleine schaal, bijvoorbeeld een hotel of

kantoorcomplex, wordt in Japan vaak het 'Membrane separation Activated Sludge process (MAS)' toegepast. In Japan wordt zowel gezocht naar nieuwe membraan-materialen, alswel naar configuraties met een lager energieverbruik. MAS-processen zijn vooral haalbaar voor kleinschalige toepassingen. Op dit moment zijn er vijf producenten die al meer dan 150 installaties hebben afgeleverd (capaciteit tot 500 m³/dag). MAS kan wellicht ook worden toegepast voor 'night soil'-behandeling. Voor huishoudelijk afvalwater is het energieverbruik voor de membraanscheiding echter nog ruim een factor 10 te hoog om economisch haalbaar te zijn. Zowel Nederlands als Japans onderzoek laat zien dat er technisch echter geen onoverkomelijke problemen meer zijn.

Zuiveringsslib

In het verleden werd het zuiveringsslib in Japan voornamelijk gestort; slechts een klein percentage werd nuttig afgezet in de landbouw. Mede door een gebrek aan stortmogelijkheden wordt het slib vanaf de jaren tachtig voor een belangrijk deel verbrand waarna de vrijkomende as wordt gestort. Momenteel wordt bijna 60% van de totale slibproductie in Japan verbrand. In Nederland is dit nu 15% en zal in 1996 zijn gestegen tot 35%. In Japan wordt het slib verbrand in conventionele etage-ovens of wervelbedovens. Daarnaast is recent het smeltproces in de belangstelling gekomen. Hierbij wordt de as uit de verbrandingsoven verhit tot > 1300 °C. De rest organisch stof verbrand dan en het minerale deel smelt. Na afkoeling ontstaan slakken die als toeslagstoffen in bouwmaterialen kunnen worden gebruikt. Het is ook mogelijk het afkoelingsproces zo te laten verlopen dat de verkregen slakken ('crystallized slag') rechtstreeks kunnen worden aangewend voor bijvoorbeeld de fabricage van tegels.

Er zijn diverse smelttechnieken ontwikkeld die ook in de praktijk worden toegepast. De belangrijkste zijn gebaseerd op het cokesbed-principe en het cycloon- of vortexsmeltproces. Dit laatste proces is vooral in de laatste jaren in de belangstelling gekomen. Nu wordt in 10 installaties ongeveer 5% van de totale slibproductie in Japan via het smeltproces verwerkt. Daarnaast zijn nog 5 installaties in voorbereiding. De belangrijkste installatie voor slibverglazing is de Nambu-plant in Tokyo die ultimo 1991 in bedrijf is genomen en heeft een capaciteit van 32 ton per dag. Uit de eerste bedrijfsperiode is gebleken dat de temperatuur in de oven goed moet worden afgesteld op de slibvariëaties. Een goede relatie tussen

temperatuur en slibeigenschappen is echter nog niet vastgesteld. Alhoewel vermeld werd dat het proces nu stabiel verloopt dan in het begin werd niet duidelijk waaraan deze verbetering ligt. Mogelijk speelt de commercie hierbij een rol. Van Nederlandse zijde werd een algemeen overzicht gepresenteerd van de bestaande installaties voor slibverbranding. Ook het verschil in emissie-eisen voor rookgassen kwam hierbij aan de orde. In tegenstelling tot Nederland zijn de voorschriften voor de behandeling van de afgassen (nog) erg beperkt. Momenteel wordt door de Japanse overheid, evenals bij effluenten van rwzi's een minimum basispakket aan eisen gesteld aan de concentratie aan stofdeeltjes (50--150 mg/Nm³), NO_x (250 mg/Nm³), HCl (700 mg/Nm³) en aan SO_x (afhankelijk van de schoorsteenhoogte). De lokale overheden hebben de mogelijkheid dit basispakket aan te scherpen of hieraan andere verontreinigende stoffen toe te voegen. Ook het natte oxydatieproces (VerTech) werd gepresenteerd. Behalve het operationele probleem bij de opstartfase werden ook de oplossingen daarvoor aan de orde gesteld. Naast thermische verwerkingsmethodes zijn ook enkele meer fundamentele onderzoeken aan slib/waterscheiding gepresenteerd. Zo werd van Nederlandse zijde onderzoek naar de karakterisering van zuiveringsslib en fundamentele aspecten van slibfiltratie gepresenteerd. Dat onderzoek heeft een beter inzicht opgeleverd in de processen die bij de slibontwatering een rol spelen. Van Japanse zijde was er een bijdrage op het gebied van de verbetering van flotatie door fundamentele kennis van het proces.

Verontreinigde waterbodems

Sinds 1972-1973 wordt in Japan onderzoek verricht naar de kwaliteit van de waterbodems. Naast enkele parameters om het slib te kunnen karakteriseren, staan met name kwik, PCB's en de nutriënten fosfaat en stikstof in de belangstelling. De laatste jaren wordt er ook gekeken naar andere stoffen zoals HCH, drin's, tributyltinoxide etc. Overigens is hierbij geen sprake van monitoring van deze verontreinigingen in geheel Japan. Onderzoek naar de saneringsmogelijkheden van verontreinigd bodemsediment beperkt zich tot het wegnemen van de verontreinigde laag via baggeren, het in-situ behandelen en het afdekken van de bodem met zand. Baggeren lijkt alleen de voorkeur te hebben wanneer dat gecombineerd wordt met bijvoorbeeld landaanwinning of het openhouden van scheepvaartroutes, in andere gevallen

wordt het afdekken van de bodem geprefereerd.

Het baggeren, en elders deponeren, is als saneringstechniek voornamelijk toegepast bij bodemsediment dat verontreinigd was met Hg en PCB's. Zo'n 42 lokaties verontreinigd met Hg en circa 75 lokaties verontreinigd met PCB zijn gebaggerd. De kosten kunnen aanzienlijk zijn. Zo bedroegen de kosten voor het baggeren van 1,5 miljoen m³ met Hg verontreinigd sediment van de Minemata baai 48 miljard yen (d.i. 850 miljoen gulden) voor de periode 1974-1984. Verdere verwerking van de verontreinigde baggerspecie vindt doorgaans niet plaats; deze wordt zelfs onverwerkt gebruikt voor landwinning. Hierna vindt bebouwing van de lokatie plaats. Door deze activiteiten wordt weliswaar een aanzienlijke verbetering van de waterbodemkwaliteit bereikt, maar de gevolgen voor het milieu van het opgespoten land zijn onbekend. Het is opmerkelijk dat na Hg en PCB's de verontreiniging met de eutrofiërende stoffen N en P een grotere belangstelling geniet dan de metalen of organische microverontreinigingen. Om met name de eutrofiëring van meren te bestrijden, worden in Japan verschillende instrumenten ingezet zoals de reductie van N- en P-emissies, de toepassing van algiciden, hydraulische maatregelen, het zuiveren van oppervlaktewater, maar ook maatregelen die gericht zijn op het behandelen van de waterbodems, zoals het baggeren, afdekken met een zandlaag en de in-situ kalkbehandeling. Hierbij is het opvallend dat er bij de presentatie van de resultaten in Japan nauwelijks aandacht wordt gegeven aan de waterbodems als onderdeel van het eco-systeem, maar de aandacht is vooral gericht op de effecten op de bovenstaande waterkolom (i.e. de visserij of de drinkwatervoorziening).

De algemene conclusie die uit een vergelijking van de bijdragen kan worden getrokken is dat in Japan nog niet gesproken kan worden van integraal waterbeheer, laat staan van integraal milieubeheer. Daarnaast is er nauwelijks aandacht voor een verdere verwerking van opgebaggerd sediment. In het algemeen lijkt Nederland op het terrein van de waterbodemsanering een duidelijke voor-sprong te hebben.

Dit verslag kwam tot stand door bijdragen van vele deelnemers. Nadere informatie kan worden verkregen bij G. Rijs (RIZA) en J. M. v. Loosdrecht (TU-Delft, Bioproses-technologie).

1 First Dutch Japanese workshop on the treatment of municipal waste water treatment. Part I and II. RIZA, STOWA. TU-Delft maart 1992. Verkrijgbaar als RWZI-2000 rapport nummer 92-03.

