

Verslag vergadering NATO/CCMS AWT-Group

Op 28, 29 en 30 september 1982 vond in Bari (Italië) de jaarlijkse bijeenkomst plaats van de onder de NATO/CCMS* ressorterende Advanced Waste Water Treatment Group (AWT-group). Deze groep wisselt informatie uit over de ontwikkelingen op het gebied van de afvalwaterbehandeling in de verschillende lidstaten. Leden van de AWT-group zijn op dit moment: Canada, Engeland, Frankrijk, Italië, Nederland, Noorwegen, Verenigde Staten en West-Duitsland.



DR. IR. W. RULKENS
Hoofd Maatschappelijke
Technologie
TNO, Apeldoorn



IR. W. VAN STARKENBURG
Rijksinstituut voor Zuivering van
Afvalwater Lelystad

1. Voorgeschiedenis

De lidstaten van de NATO hebben de NATO/CCMS in 1969 in het leven geroepen. De algemene doelstelling van deze commissie is het bevorderen van de uitwisseling van ervaringen en ideeën over de wijze waarop het menselijk leefmilieu kan worden verbeterd. Dit kan leiden tot stimuleren en coördineren van onderzoek. De NATO/CCMS beweegt zich onder andere op het gebied van gezondheidszorg, zonne-energie, afvalwaterzuivering en de bodemverontreiniging.

In 1972 heeft de NATO/CCMS voor het deelgebied afvalwaterzuivering de AWT-group opgericht. De belangrijkste taak van de AWT-group was de coördinatie van onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van geavanceerde fysisch/chemische en biologische zuiverings technieken voor de behandeling van stedelijk afvalwater. Dit onderzoek was gebaseerd op de gedachte dat door toepassing van geavanceerde technieken een beter effluent te verkrijgen was dan met de biologische zuiveringsmethoden die op dat moment gangbaar waren. In deze opzet fungeerde Engeland als 'Pilot Country'. In Colleshill, Davyhulme en Stevenage werd voor het onderzoek een aantal proefinstallaties gebouwd. Het onderzoek omvatte onder andere het gebruik van technieken als:

- actieve kool-adsorptie;
- toepassing van zuivere zuurstof in aerobe biologische zuiveringsinstallaties;

— toepassing van chemische flocculatie/precipitatie-processen.

De AWT-group fungeerde als begeleidingscommissie voor dit onderzoek. In 1978 werd het eindrapport over het onderzoek uitgebracht. Uit het onderzoek blijkt dat toepassing van fysisch/chemische zuivering van stedelijk afvalwater, in tegenstelling tot de oorspronkelijke verwachting, in het algemeen duurder en minder effectief is dan biologische zuivering. Fysisch/chemische zuiveringsprocessen lijken vooral geschikt voor de zuivering van industrieel afvalwater of als aanvulling op biologische zuivering. Na het onderzoek besloot de AWT-group in een andere structuur de jaarlijkse bijeenkomst te continueren. De belangrijkste doelstelling werd de uitwisseling van informatie betreffende:

- onderzoek aangaande geavanceerde zuiveringstechnieken;
- toepassing van geavanceerde zuiverings technieken;
- nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de afvalwaterbehandeling.

De AWT-group in de huidige samenstelling bestaat uit technische deskundigen. Nederland, dat reeds sinds 1974 via TNO bij de activiteiten van de AWT-group is betrokken, is momenteel vertegenwoordigd door TNO en RIZA.

De belangrijkste punten uit de bijdragen van de deelnemende landen aan de laatste bijeenkomst zijn in het onderstaande weergegeven.

2. Anaerobe zuivering

In Canada wordt op uitgebreide schaal onderzoek verricht naar de anaerobe zuivering van industriële afvalwaterstromen. Daarbij worden vier reactortypen met elkaar vergeleken: het opwaarts doorstroomde anaerobe slibbed (UASB), het vloeistofgefluidiseerde bed met anaeroob slib op dragermateriaal, het neerwaarts doorstroomde anaerobe vaste slibbed en het opwaarts doorstroomde anaerobe vaste slibbed. Uit het tot nog toe uitgevoerde onderzoek is gebleken, dat de vloeistofgefluidiseerde bedden het slib op dragermateriaal vooral aantrekkelijk zijn bij de zuivering van afvalwater dat hoge concentraties aan opgeloste verontreinigingen bevat. Afvalwater dat veel gesuspenderde verontreinigingen bevat laat zich echter niet goed behandelen in dit reactortype.

Veel aandacht wordt ook besteed aan de toepassingsmogelijkheden van gefluidiseerde bedden voor de gecombineerde aerobe en anaerobe biologische zuivering van afvalwater.

In Nederland is het onderzoek naar anaerobe

(voor)zuivering van huishoudelijk afvalwater enkele jaren geleden op gang gekomen. Belangrijke problemen zijn de lage gehalten aan organisch materiaal in het water, de wisselende debieten en kwaliteiten en, in mindere mate, de lage temperatuur. De toepassing van UASB-reactoren voor de anaerobe zuivering van industrieel afvalwater heeft in Nederland een grote vlucht genomen. In totaal zijn reeds meer dan 20 praktijkinstallaties gebouwd. Anaerobe fluidbedreactorsystemen zijn in ontwikkeling voor de zuivering van afvalwater van de gist- en alcoholfabricage.

In Italië bestaan grote problemen met het afvalwater van de olijfolie-industrie. Dit afvalwater is zeer geconcentreerd (BOD maximaal 100 g/l en COD maximaal 300 g/l). In het afvalwater is een hoog gehalte aan poly-fenolen en kalium aanwezig. Op semi-technische schaal wordt onderzocht of dit water anaeroob gezuiverd kan worden. Het onderzoek wordt uitgevoerd met een reactor van het UASB-type van 3-5 m³. Ondanks de vermeende toxiciteit van kalium voor de vergisting, blijkt anaerobe zuivering mogelijk. Een zuiveringsrendement van 70% blijkt haalbaar te zijn bij een volumebelasting van 15-20 kg COD per m³ per dag. Het onderzoek is nog niet ver genoeg gevorderd om tot de bouw van een praktijkinstallatie over te kunnen gaan.

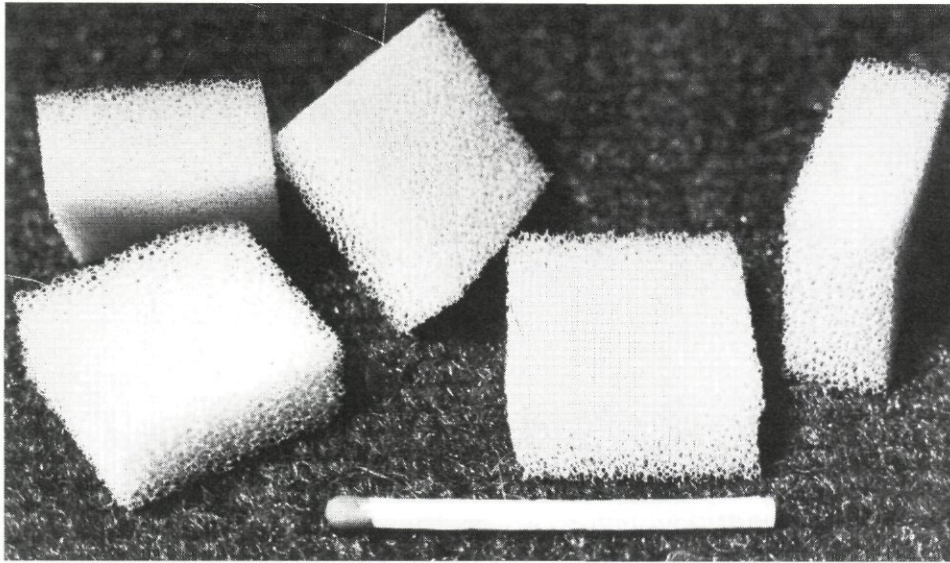
In Engeland zijn een tweetal systemen ontwikkeld op het gebied van de anaerobe zuivering in gefluidiseerde bedden. Dit zijn: het Anitronstelsel en het Celanese-systeem. Beide systemen werken met slib op dragermateriaal(zand) en zijn commercieel beschikbaar.

3. Aerobe zuivering

In Canada zijn momenteel drie zogenaamde Deep-Shaft-zuiveringsinstallaties (diep shaft: aerobe zuivering in diepe schachten in de bodem) in gebruik op praktijkschaal. Twee installaties voor huishoudelijk afvalwater en één voor het afvalwater van een brouwerij. Met deze systemen zijn nogal wat aanlooppomoeilijkheden ondervonden. De installaties vereisen veel toezicht. Over het algemeen zal alleen onder zeer specifieke omstandigheden voor het Deep-Shaft-proces worden gekozen, bijvoorbeeld in geval van ruimtegebrek.

Op dit moment is in Engeland één Deep-Shaft-installatie (op praktijkschaal) in gebruik. De voeding is gemengd huishoudelijk- en industrieel afvalwater. De voor- en nadelen van dit proces komen overeen met de ervaringen in Canada. In West-Duitsland zal op praktijkschaal onderzoek gedaan worden naar het effect van de toevoeging van actieve kool aan het actief slibproces. Het idee daarbij is dat de afbraak van de organische stof door de aanwezigheid

* CCMS staat voor Committee on the Challenges of Modern Society.



Afb. 1 - Schuimrubberdeeltjes als hechtingsmateriaal voor slib in een aerobe zuiveringsinstallatie.

van de kool kan worden versneld.

Op laboratoriumschaal is onderzoek gedaan naar toepassing van gemodificeerde bi-rotoren. Deze rotoren hebben een zodanige constructie dat bij de rotatie luchtbelletjes mee worden getransporteerd tot beneden het vloeistofniveau. De efficiëncy neemt hiermee toe.

Bij het zoeken naar nieuwe verbeterde systemen voor biologische zuivering van afvalwater wordt primair gedacht aan het ontwikkelen van meer compacte installaties en het efficiënter ontwateren van surplusslib. Een mogelijkheid is de toepassing van een dragermateriaal waarop de slibdeeltjes zich hechten. In *Engeland* vindt in dat kader onderzoek plaats naar de toepassing van schuimrubberdeeltjes als hechtingsmateriaal voor slib. Deze schuimrubberdeeltjes (zie afb. 1) hebben afmetingen van enkele centimeters en zijn gesuspenderd in een actief slib bassin. De beluchting vindt plaats met een bellenbeluchter. Het influent wordt continu aangevoerd. Gelijktijdig worden met een speciale zeef en een transportsysteem schuimrubberdeeltjes afgescheiden. De afgescheiden deeltjes worden vervolgens tussen een aantal walsen uitgewrongen, waarbij slib in geconcentreerde vorm vrijkomt. De uitgewrongen, nagenoeg slibvrije deeltjes worden weer teruggevoerd naar het beluchtingsbassin. Uit het onderzoek komen als voordelen van dit systeem naar voren:

- een hoge slibconcentratie in het beluchtingsbassin;
- een hoge droge stofconcentratie van het surplusslib.

Deze punten zijn zowel technisch als economisch belangrijk. Het onderzoek wordt op praktijkschaal voortgezet.

Reeds een aantal jaren wordt in *Engeland* onderzoek verricht naar de aerobe

biologische zuivering van afvalwater met behulp van gefluidiseerde reactorsystemen. Als dragermateriaal voor het slib gebruikt men in het algemeen zand. Dit onderzoek heeft mede geresulteerd in de ontwikkeling van een fluïd bed-installatie voor toepassing in de praktijk (Oxytronsysteem). Belangrijke potentiële voordelen van een dergelijk systeem zijn het compacte reactorvolume en het feit dat het slib in relatief geconcentreerde vorm kan worden afgescheiden. De hoge energiekosten (voor toevoer van zuurstof) zijn echter, evenals de betrekkelijk complexe bedrijfsvoering, nadelen. Verder is het systeem minder geschikt voor de biologische afbraak van gesuspenderde deeltjes. De verwachting is dan ook dat toepassing van gefluidiseerde bedden alleen zal worden overwogen in gevallen waarin onvoldoende ruimte beschikbaar is voor een conventionele actief slibinstallatie. Deze visie is duidelijk minder optimistisch dan de verwachtingen van een aantal jaren geleden.

In de *Vereinigde Staten* is de afgelopen jaren veel onderzoek verricht naar de verwijderingsmogelijkheden van toxische componenten in biologische zuiveringsinstallaties voor stedelijk afvalwater.

De afzonderlijke behandeling van industrieel afvalwater, dat toxische componenten bevat, is vaak kostbaar. Indien centrale verwijdering in de biologische zuiveringsinstallatie mogelijk is, kan dit kostenbesparend werken. Dit zal vooral gelden voor stoffen die moeilijk of tegen zeer hoge kosten bij de bron te bestrijden zijn. Het onderzoek richtte zich op de zogenaamde 'priority pollutants'. De 'priority pollutants' zijn 129 door de EPA (Environmental Protection Agency) geselecteerde stoffen die als ongewenst voor het milieu worden beschouwd (te vergelijken met zwarte lijststoffen).

In eerste instantie zijn (maximale)

concentraties van de 'priority pollutants' in het effluent van een vijftigtal conventionele installaties voor stedelijk afvalwater bepaald. Als vervolg hierop is een uitgebreid onderzoek gestart naar de verwijderingsrendementen van deze stoffen bij toepassing van de belangrijkste fysisch/chemische en biologische zuiveringstechnieken. Dit onderzoek is voor een deel reeds afgerond. Het heeft tot interessante, voor toepassing in de praktijk, bruikbare gegevens geleid. Het is nu voor een aantal toxische componenten mogelijk om, voor een gegeven combinatie van zuiveringsstappen, te voorspellen welk verwijderingspercentage haalbaar is.

4. Tertiäre behandeling

4.1. Fosfaat- en stikstofverwijdering

In landen als *Canada* en *Nederland* neemt de belangstelling voor biologische defosfateren toe. In *Canada* is aangetoond dat biologisch defosfateren ook bij relatief lage temperaturen (6 °C) mogelijk is.

In *Nederland* zal in de praktijk worden nagegaan hoe de buitenlandse resultaten naar de Nederlandse situatie zijn te vertalen. In *Noorwegen* wordt onderzoek verricht naar de mogelijkheid om dat middel van strippen met lucht, ammoniak te verwijderen uit stedelijk afvalwater dat een chemische behandeling met kalk heeft ondergaan. Uit experimenten op pilot-plantschaal blijkt dat bij luchttemperaturen tot 15 °C onder nul, een ammoniakverwijdering van ca. 60% kan worden bereikt. Het proces wordt in de praktijk toepasbaar geacht, met name op installaties waar ook fosfaatverwijdering wordt toegepast. In *Nederland* wordt vooral de stikstofverwijdering uit anaeroob gezuiverd industrieel afvalwater onderzocht.

In *Italië* is de mogelijkheid om met ionenwisselaars NH_4^+ -ionen en PO_4^{3-} -ionen uit effluent te verwijderen onderzocht. Bij de regeneratie van de ionenwisselaars, met bijvoorbeeld keukenzout, ontstaan twee verschillende regeneraten (concentraten). Door samenvoegen van deze regeneraten en toevoegen van MgCl_2 wordt een neerslag van $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ verkregen. Dit neerslag kan verder verwerkt worden als een kunstmestcomponent. De technische resultaten zijn tot nog toe positief. Momenteel wordt het proces onderzocht op pilot-plantschaal waarbij ook lange-duurproeven op het programma staan.

4.2. Desinfectie

In *Canada*, *Vereinigde Staten* en *Engeland* wordt, met betrekking tot desinfectie, onder andere onderzoek verricht naar:

- de toepassing van UV en ozon als desinfectiemethode;
- de vorming van organische chloorverbindingen bij de desinfectie met chloor;

— vermindering van het chloorgebruik bij desinfectie.
Een voorlopig resultaat van het onderzoek is dat toepassing van UV als een goed alternatief voor de conventionele methoden kan worden beschouwd. De kosten zijn vergelijkbaar met chlorering terwijl geen ongewenste (gechloreerde) verbindingen ontstaan.

5. Zuiveringsslib

In *Canada* wordt veel aandacht besteed aan het effect van het gebruik van slib in de landbouw op de opname van zware metalen door diverse gewassen. Uit het onderzoek blijkt dat het opbrengen van slib een verhoging van cadmium en zink in het gewas geeft. Het effect van nikkel, lood en chroom is nog niet duidelijk. Een lage pH in de bodem verhoogt het metaalgehalte (cadmium, zink en koper) in het gewas. De afzet van zuiveringsslib naar de agrarische sector wordt in *Nederland* steeds moeilijker. Een deel van het in *Nederland* geproduceerde slib voldoet niet aan de richtlijnen voor zware metalen. Het vinden van een alternatieve verwerkingsmogelijkheid is niet eenvoudig en vaak duur.

Op laboratoriumschaal wordt onderzoek gedaan naar de verwijdering van zware metalen uit verschillende slibsoorten. Ander onderzoek betreft de verwijdering van metalen aan de bron. Voorbeelden zijn de chroomterugwinning in de leerindustrie en de toepassing van membraanfiltratie bij de zuivering van afvalwater van de galvanische industrie.

In *Italië* is onderzoek verricht naar de mogelijkheid om met fotosynthetische micro-organismen afvalwater te zuiveren. Deze bacteriën gebruiken zonlicht als energiebron om organische stoffen in eiwitten om te zetten. Via een anaeroob en een aeroob proces worden de verontreinigingen in het water omgezet in een hoogwaardige biomassa met een ruw eiwitgehalte van meer dan 50%. Deze biomassa is mogelijk te gebruiken als veevoercomponent. Op basis van de huidige inzichten lijkt het proces aantrekkelijk voor de behandeling van het afvalwater van de voedingsmiddelenindustrie. Veelbelovende resultaten zijn verkregen met een proefinstallatie voor de zuivering van afvalwater uit de suikerindustrie.

In alle deelnemende landen onderzoekt men de mogelijkheden om tot een verbeterde slibontwatering en slibconditionering (thermische behandeling of behandeling met zuurstof) te komen.

In de *Verenigde Staten* bestaan plannen om een onderzoek te starten naar de afbraak van toxische componenten in slib door middel van een thermische behandeling bij enkele honderden graden Celsius. De gedachten

gaan uit naar de toepassing van een soort Deep-Shaft-systeem waarbij plaatselijk hoge drukken mogelijk zijn. Een belangrijk voordeel van een dergelijk systeem is dat niet in gesloten hoge drukvaten hoeft te worden gewerkt.

6. Agrarisch afvalwater

In *Canada* is men erin geslaagd om door middel van anaerobe vergisting een eiwitrijke fractie uit koemest te winnen. De koemest is eerst met behulp van een centrifuge ontdaan van gesuspendeerde en colloïdale deeltjes.

De ontstane slibkoek kan worden gecomposteerd. De overblijvende vloeistoffase wordt bij 35 °C vergist. Het hierbij ontstane slib is te gebruiken als veevoer. Het proces is reeds toegepast in de praktijk op een schaal van 150 m³ behandelde mest per dag.

Mestoverschotten zijn in de landen als *Frankrijk*, *Nederland* en *West-Duitsland* een urgent probleem. In *Nederland* heeft een werkgroep een studie verricht naar de mogelijkheden van centrale mestverwerking. In het kader hiervan wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van:

- de verwijdering van gesuspendeerde en colloïdale deeltjes;
- het strippen van ammoniak;
- de aerobe nazuivering (na anaerobe behandeling);
- de ontzouting van het effluent.

Behalve de technische aspecten van dit omvangrijke onderzoek, worden ook de economische aspecten van de invoering van een centrale mestverwerking in beschouwing genomen.

Ook in *West-Duitsland* bestaat een duidelijke behoefte aan verwerkingsmethoden voor de mest. Men denkt aan nuttige toepassingen van het slib, dat bij de biologische zuivering van de mest ontstaat. Dit slib kan als eibron gebruikt worden. De opvatting hierbij is dat actief slib qua eiwitsamenstelling een waardevol produkt is voor verwerking als veevoercomponent. De bacteriemassa, afkomstig van een actief-slibstelsel, zou zelfs een voor veevoerdoeleinden betere eiwitsamenstelling hebben dan die van ruw sojameel. Daartegenover staan wel enkele negatieve aspecten bij het gebruik van dit materiaal als veevoer.

Deze aspecten zijn:

- het hoge gehalte aan nucleïne-zuur;
- de geringe toegankelijkheid van de eiwitten in het slib als gevolg van de aanwezigheid van de celwand.

Voor het verkrijgen van een hoge en hoogwaardige opbrengst aan biomassa bij de biologische zuivering van mest is het belangrijk een zeer hoge belasting toe te passen. Dit betekent dat in het algemeen een tweetrapszuiveringssysteem dient te worden toegepast, waarbij de tweede trap als een nazuivering kan worden beschouwd. Het

onderzoek naar deze alternatieve gebruiksmogelijkheid van mest wordt voortgezet.

Slotwoord

De Nederlandse bijdrage aan de NATO/CCMS bijeenkomst is samengesteld door W. H. Rulkens en F. van Voorneburg van TNO en A. B. van Luin en W. van Starkenburg van het RIZA. De Nederlandse bijdrage is voor belangstellenden bij TNO of RIZA verkrijgbaar. De bijdrage van de andere deelnemende landen zijn ter inzage.

Referenties

- Best, R. (1978). *Final Report on the Advanced Waste water Treatment Project*, (NATO/CCMS), Londen.
- Salloum J. D. and Jank B. E. (1982). *Water Pollution Control Research in Canada 1982*. Canadese bijdrage NATO/CCMS.
- Rulkens, W. H., Voorneburg, F. van, Luin, A. B. van en Starkenburg, W. van (1982). *Water Pollution Control Research in the Netherlands*. Nederlandse bijdrage NATO/CCMS.
- L'eau, La recherche, L'environnement* (1982). Min. de l'Environnement. Franse bijdrage NATO/CCMS (1982). *Italian Researches in the Field of Advanced Waste Water Treatment*. Water Research Institute (IRSA). Italiaanse bijdrage NATO/CCMS.
- Köppinghaus, K. (1982). *State of the Art in Advanced Waste Water Treatment in the Federal Republic of Germany*. University of Technology, Aachen, West-Duitse bijdrage NATO/CCMS.
- Bishop, D. F. (1982). *The Role of Municipal Waste Water Treatment in Control of Toxics*, EPA. Amerikaanse bijdrage NATO/CCMS.
- Paulsrud, B. (1982). *Brief Review of some Projects at NIVA with Relevance to Advanced Waste Water Treatment and Sludge Handling*, NIVA. Noorse bijdrage NATO/CCMS.
- A Review of Advanced Waste Water Treatment in the UK* (1982), WRC-Stevenage. Engelse bijdrage NATO/CCMS.

