

Trends in de afvalwaterzuivering

Verslag vergadering NATO/CCMS AWT-Group

Inleiding

Op 13, 14 en 15 september 1983 vond in Apeldoorn en Lelystad de jaarlijkse bijeenkomst plaats van de onder de NATO/CCMS¹ 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. Voor Nederland



W. VAN STARKENBURG
Rijksinstituut voor
Zuivering van Afvalwater



A. B. VAN LUIN
Rijksinstituut voor
Zuivering van Afvalwater

nemen de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO en het RIZA deel aan de vergaderingen. Beide instituten droegen dit jaar zorg voor de organisatie. Voor nadere informatie wordt verwezen naar voorgaande publikaties op dit gebied [1, 2]. De belangrijkste punten uit de bijdragen van de deelnemende landen zijn hieronder samengevat. De nadruk ligt hierbij op de ontwikkelingen in het buitenland.

1. Anaërobe zuivering

In navolging van Nederland wordt de anaërobe zuivering van afvalwater in veel landen ter hand genomen. In *Canada* zijn op dit moment zeven praktijkinstallaties voor de anaërobe behandeling van industrieel afvalwater (onder andere afkomstig van tarwe-zetmeel-, groentenconserven- en zuivel-industrieën) in bedrijf. Voor de anaërobe behandeling van agrarisch afvalwater (mest, gier, e.d.) zullen eind 1983 zeven reactoren in gebruik zijn. Tevens is recent een project gestart waarbij zuivelafvalwater anaëroob wordt behandeld. Het afvalwater wordt, na een egalisatietank, verpompt naar twee parallel staande anaërobe reactoren. De ene reactor is een neerwaarts doorstroomd anaëroob filter (Canadees ontwerp). De tweede reactor, een anaëroob doorstroomd slibbed (UASB; up flow anaerobic sludge blanket) is ontwikkeld door het Nederlandse ingenieursbureau Euro consult. Het anaërobe filter is geënt met slib uit een

slibgistingstank (huishoudelijk afvalwater) terwijl de UASB-reactor met uit Nederland geïmporteerd slib is opgestart. In de *Verenigde Staten* is onderzoek gedaan naar de anaërobe zuivering van huishoudelijk afvalwater. De gebruikte proefinstallatie had een inhoud van 56,5 m³. Het water werd van grove delen ontdaan en opwaarts door een filterbed gepompt. De afbraak was bij ca. 15 °C in de orde van grootte van 0,2-0,3 kg CZV/m³ · d. (ca. 50% van influent-CZV). Dit systeem bleek, wellicht vooral door de lage organische vuillast van het water, zeer temperatuurgevoelig. Proeven met een gefluidiseerd bed zijn minder succesvol gebleken. Er werden verwijderingspercentages op basis van CZV behaald 20-40%. Als dragermateriaal is zand, diatomeeënaarde en actieve kool uitgeprobeerd.

In *West-Duitsland* vindt, onder andere aan de universiteit van Hannover, onderzoek plaats naar de anaërobe zuivering van afvalwater uit de zetmeelindustrie, brouwerijen en bedrijven die wol wassen (hoog gehalte vet en paraffine).

In *Engeland* concentreert het onderzoek zich, behalve op de anaërobe behandeling van mest en afvalwater van de voedingsmiddelenindustrie, op de voor-zuivering van huishoudelijk afvalwater. Het ruwe afvalwater wordt behandeld in een 20 m³ proefinstallatie. De eerste resultaten laten een afbraak zien van 0,25-0,5 kg CZV/m³ · d. Deze anaërobe stap komt in de plaats van het voorbezinken van het ruwe afvalwater. Doordat tevens een hoeveelheid organische stof wordt verwijderd, vindt een substantiële vergroting van de capaciteit van de totale installatie plaats. Andere voordelen zijn een reductie met 50-70% van de kosten van beluchten, de produktie van biogas en de reductie van de slibbehandelingskosten met 25-50%. Opgemerkt moet nog worden dat met het gefluidiseerd bed geen, maar met de UASB-reactor wel succes werd geboekt. Als de situatie in *Nederland* vergeleken wordt met die in andere landen, dan kan gesteld worden dat nog steeds van een voorsprong gesproken kan worden op het gebied van de anaërobe behandeling van afvalwater. Op dit moment zijn in Nederland meer dan twintig UASB-reactoren voor industrieel afvalwater (waaronder suiker-, aardappelzetmeel-, maiszetmeel-, papierindustrie) gebouwd. Tevens zijn er vele installaties voor agrarisch afvalwater. De bouw van de anaërobe installatie van Gist-Brocades (gefluidiseerd bed) is een goed voorbeeld van de Nederlandse innovatie op dit gebied.

2. Aërobe zuivering

In *West-Duitsland* heeft de Universiteit van Aken, met name in de persoon van professor Böhnke, veel onderzoek gedaan naar het

zogenaamde AB-proces. Hierbij wordt het afvalwater in twee stappen aëroob gezuiverd. De eerste stap is zeer hoog belast (voornamelijk adsorptie); de tweede stap is een laagbelaste biologische installatie. Op het punt van exploitatiekosten is dit blijkens onderzoek zeer voordelig. In *Nederland* wordt de installatie Dokhaven (Rotterdam) volgens dit principe gebouwd. In *Engeland* is het zogenaamde 'captor-proces' verder onderzocht. Dit proces maakt gebruik van 'pads' (schuimrubber kussentjes) als hechtingsmateriaal voor het slib. Hierdoor wordt een hogere slibconcentratie (7-9 g/l) bereikt. In H₂O is hierover eerder gerapporteerd [2, 3]. Uit het onderzoek is gebleken dat het proces economische voordelen biedt ten opzichte van conventionele aërobe systemen indien jaarlijks niet meer dan 15-30% van het dragermateriaal verloren gaat. De 'pads' hebben naar gebleken is een zeer lange levensduur. Het verlies aan 'pads' en het voorkomen daarvan (bijvoorbeeld uitspoeling met effluent) is nog in onderzoek. Een ander punt van onderzoek is het verkrijgen van een goede verdeling van de deeltjes in het beluchtingssysteem. Deze hebben namelijk de neiging om te gaan floteren. De captor-proefinstallatie is ontworpen op een verwijdering van organische stof van 70-80% op basis van BOD bij een concentratie van 40 'pads' per liter. Dit verwijderingspercentage is nog niet gehaald. De resultaten waren 45-65% verwijdering bij 18-27 'pads' per liter. Ook in de Verenigde Staten vindt onderzoek aan het captor-proces plaats.

Het onderzoek naar de toepassing van gefluidiseerd bedden staat in *Engeland* reeds vele jaren in de belangstelling. Bij de aërobe zuivering heeft men zich altijd gericht op de toepassing van zuivere zuurstof. Het gebruik van zuurstof brengt hoge kosten met zich mee, waardoor het proces tot op heden economisch niet aantrekkelijk was. Deze situatie begint zich in Engeland te wijzigen doordat nu goedkope zuurstof beschikbaar komt tengevolge van het omvangrijke gebruik van vloeibare stikstof bij de winning van olie in de Noordzee. Bij de produktie van stikstof ontstaat zuurstof als bijproduct. In *Nederland* is Gist-Brocades er overigens wel in geslaagd een concept te ontwikkelen waarbij in de benodigde zuurstof wordt voorzien door luchttoevoer. Een succes op praktijkschaal zal een belangrijke doorbraak betekenen voor deze technologie. In *Canada* is het gefluidiseerd bed-proces toegepast voor de behandeling van afvalwater van cokesfabrieken en hoogovensgaswaswater. Dit afvalwater bevat hoge concentraties fenol, ammoniak, thiocynaat en cyanide. Een verwijderingspercentage van meer dan 90% voor deze componenten werd

¹ CCMS staat voor Committee on the Challenges of Modern Society.

bereikt. Daarnaast was de nitrificatie en denitrificatie bij een hydraulische verblijftijd van 4,5 uur volledig.

Om te komen tot een verbetering van het biologisch zuiveringsproces vindt in de *Verenigde Staten* genetisch onderzoek plaats. In hoeverre recombinant-organismen voor afvalwaterzuivering een utopie of toekomstige realiteit zijn, moet het onderzoek uitwijzen.

De verwijdering van vluchtige organische stoffen in een biologische zuiveringsinstallatie is in de *Verenigde Staten* onderzocht. Metingen zijn uitgevoerd bij twee parallelle actief-slibinstallaties. Een afname van gemiddeld 24% werd verkregen via de primaire bezinking. Aangezien de concentraties aan stoffen in het primaire slib nauwelijks toenamen, zal de belangrijkste verwijderingsroute de luchtemissie zijn. De gemiddelde verwijdering van de vluchtige stoffen was groter dan 96%. In het effluent waren de concentraties in 60% van de gevallen gezakt tot beneden 2,5 µg/l. In 45% van de gevallen daalden de concentraties zelfs beneden 1,0 µg/l. Op grond van deze resultaten is een model ontwikkeld om voorspellingen te doen over de mate van verwijdering van vluchtige verbindingen.

3. Tertiaire behandeling

In Canada is onderzocht in hoeverre de verwijdering van microverontreinigingen in actief-slibsystemen toeneemt door het gebruik van ijzerzouten. Het gebruik van ijzerzouten is primair bedoeld voor de chemische precipitatie van fosfaat. Eind van dit jaar worden de resultaten van deze studie gerapporteerd.

4. Zuiveringsslib

Slibconditionering met behulp van zuivere zuurstof wordt onder andere onderzocht in *Canada* en *Noorwegen*. In *Noorwegen* is in een praktijkinstallatie (300 m³) gebleken dat een verblijftijd van het slib van 7 tot 10 dagen een volledige afdoding gaf van pathogene bacteriën. Er resulteerde een goed ontwaterbaar slib. De zuurstofconsumptie was 1,5 kg O₂/m³ · d. In *Engeland* komt men tot vergelijkbare resultaten. Men wijst er echter op dat deze techniek pas in de plaats komt van anaërobe gisting indien

- afdoding pathogenen noodzakelijk is en
- een stabiel slib voor toepassing op land vereist is.

Bij toepassing van deze techniek moet met de aanschaf van een gaszuiveringssysteem rekening worden gehouden in verband met het optreden van stankproblemen. Uit vervolgonderzoek is naar voren gekomen dat conditionering door toevoeging van lucht mogelijk is bij temperaturen tussen 55 en 65 °C. De operationele kosten worden

hierdoor aanzienlijk verlaagd en komen voor genoemde landen in de buurt van de kosten van anaërobe vergisting.

Het composteren van zuiveringsslib begint in veel landen van de grond te komen.

De *Verenigde Staten* presenteerden op dit gebied een nieuwe benadering. In een overdekte hal wordt bij een temperatuur van 45 °C compost uit zuiveringsslib gemaakt. Als extra koolstofbron worden houtspaanders toegevoegd. De ervaring is dat de compostering veel sneller gaat dan op de conventionele wijze.

In *Canada* werkt men op het laboratorium aan een proces waarbij zuiveringsslib door pyrolyse wordt omgezet in vloeibare en vaste brandstoffen. In afwezigheid van zuurstof wordt slib bij 300 °C verhit. Er vormt zich een vloeibare en een soort vaste brandstof. Er is uitgerekend dat dit systeem een positieve energiebalans geeft bij een begin slib-droge-stofgehalte van 25%. In dat geval wordt het proces op temperatuur gehouden door verbranden van de vaste brandstof. De vloeibare brandstof blijft als winst over. Op dit moment is men zo positief dat gedacht wordt aan een demonstratieproject (capaciteit 25 ton/dag). Bij de pyrolyse ontstaat afvalwater. Dat is op dit moment nog een probleem. Een verantwoorde verwerking van dit afvalwater is nog in onderzoek.

5. Percolatiewater van vuilstortplaatsen

In *Noorwegen* zijn methoden voor de behandeling van percolatiewater, afkomstig van vuilstortplaatsen onderzocht. Het eerste oriënterend onderzoek vond plaats bij een vuilstortplaats, die reeds gedurende tien jaar wordt gebruikt. Behandeling van het percolatiewater in beluchte bassins leverde een CZV-reductie op van 30-50%. Het strippen van ammoniak gaf als resultaat 90% verwijdering bij 3 m³/m² · h en een verhouding lucht/water van 3.000. De energie- en chemicaliënkosten bedroegen f 0,60/m³. Hierbij wordt de ammoniak niet teruggewonnen. Ook de behandeling van percolatiewater in rwzi's is onderzocht. Uit testen bleek dat bij toename van de hoeveelheid percolatiewater toenemende hoeveelheden coagulant noodzakelijk waren om een acceptabele fosfaat-verwijdering te verkrijgen (ten gevolge van de hoge alkaliteit van het percolaat). Een project, waarbij het percolatiewater van een nieuwe vuilstortplaats apart in een belucht bassin werd behandeld, leverde als resultaat een lage verwijdering van organisch materiaal op. De reden hiervoor was een gebrek aan fosfaat in het percolaat. Door toevoeging van fosfaat werd een aanzienlijke toename van de COD- en BOD-verwijdering geconstateerd. Opgemerkt kan worden dat geen aandacht is besteed aan de aanwezigheid en verwijdering

van anorganische en organische microverontreinigingen. Een aspect dat juist in Nederland de aandacht heeft.

6. Verbranding

Chloorfenolen worden in *Canada* op grote schaal (3.000 ton/jaar) gebruikt voor houtconservering. In het algemeen worden met chloorfenolen verontreinigd zaagsel en houtspaanders verbrand. Gebleken is dat de thermische stabiliteit afneemt met toenemend aantal chlooratomen (99% verwijdering van pentachloorfenol bij 650 °C, terwijl voor een zelfde rendement voor 2,4,6-trichloorfenol een temperatuur van 850 °C noodzakelijk is). De vorming van dioxinen in aanzienlijk hogere concentraties dan gebruikelijk bij verbrandingsprocessen is aangetoond.

7. Evaluatie

Het onderzoek naar de zuivering van afvalwater wordt steeds nadrukkelijker in de richting van minder energievragende systemen verplaatst. Een aantal problemen komt in de verschillende landen overeen terwijl ook grote verschillen opvallen. Zo is in de minder dicht bevolkte landen een duidelijke tendens naar verdere automatisering van zuiveringsinstallaties. In die landen komt het buiten gebruik stellen van kleine installaties nauwelijks in aanmerking. Er wordt veel onderzoek gedaan dat tot doel heeft:

- de hoeveelheid slib te verminderen;
- de kwaliteit te verbeteren;
- de afzetmogelijkheden te vergroten.

Een ander belangrijk aspect zijn de microverontreinigingen. Onderzoek naar de aanwezigheid en de verwijderingsmogelijkheden van met name organische stoffen begint meer aandacht te krijgen.

Ingevolge de pogingen om minder energie te gaan gebruiken, neemt ook de belangstelling voor anaërobe zuivering toe. De komende jaren mag een grote inspanning op dit gebied verwacht worden.

Tijdens de laatste twee NATO/CCMS bijeenkomsten op het gebied van de afvalwaterzuivering is duidelijk geworden hoe de organisatie van het afvalwateronderzoek in andere landen plaatsvindt. Het lijkt erop dat een centrale coördinatie grote voordelen biedt. Water Research Centre (Engeland), Environmental Protection Agency (Verenigde Staten) en Environmental Protection Service (Canada) zijn hier voorbeelden van. Deze instellingen hebben een goed overzicht over lopend onderzoek op het gebied van de afvalwaterzuivering.

Als we deze situatie met Nederland vergelijken dan moet gesteld worden dat het onderzoek over vele instituten, (onderwijs)-

in de Rijn, met name de algenhoeveelheid en het lichtklimaat onder water. Het gaat er daarbij om vast te stellen in welke trajecten er groei optreedt en in welke trajecten een afname van de hoeveelheid algen, en of er belangrijke verschillen zijn in de licht-extinctie in het water, die consequenties zouden hebben voor de groeisnelheid. Hetzelfde doel zou bereikt kunnen worden door continue meting van de fytoplanktonhoeveelheid op de meetstations bijvoorbeeld door fluorescentiemeting, in combinatie met continue TOC- en DOC-meting. Hiermee wordt een stap gezet op weg naar een ecosysteemonderzoek, waarbij gepoogd wordt verschillen tussen verschillende riviertrajecten aan te geven. Dat er verschillen zijn tussen Bovenrijn, Waal en IJssel, is evident. De IJssel wijkt duidelijk af van Bovenrijn en Waal door zijn geringere breedte, dus een geringere verhouding tussen oppervlak en oeverlengte, en door een veel grotere lengte aan met stenen bestorte oevers.

Of deze verschillen verminderde groei van fytoplankton of een versterkte consumptie danwel snellere bezinking zouden kunnen veroorzaken, is echter niet zo gemakkelijk uit te maken.

De gevonden waarden met name incidentele dalingen gedurende de nacht geven nog weinig aanleiding de zuurstofhuishouding van de Rijn als een opgelost probleem te beschouwen.

Samenvatting

Uit continue zuurstofregistraties op de meetstations in de Rijn bij Lobith en de IJssel bij Kampen blijkt dat de dagmaxima in de zuurstofgehalten in de zomermaanden afhankelijk zijn van de hoeveelheid ingestraald licht. Ondanks de hoge watertemperaturen in de zomer van 1983 waren de zuurstofgehalten nabij het verzadigingsniveau: een tiental jaren geleden kwamen bij hoge watertemperaturen juist zeer lage zuurstofgehalten voor.

In de maanden juli en augustus nam het chlorophyll-gehalte af tussen Lobith en Kampen; de zuurstofgehalten waren in Kampen lager dan in Lobith.

De maximale fotosynthese-snelheid van het plankton in de IJssel bij Kampen was niet afhankelijk van de watertemperatuur.

Literatuur

- Backhaus, D. & Kember, A. (1978). *Gewässergüte-verhältnisse und Phytoplanktonentwicklung im Hochrhein, Oberrhein und Neckar*. Arch. Hydrobiol. 82, 166-206.
- Baker, A. L. & Baker, K. K. (1979). *Effects of temperature and current discharge on the concentration and photosynthetic activity of the phytoplankton in the upper Mississippi River*. Freshw. Biol. 9, 191-198.
- CUWVO (1980). *Ontwikkeling van grenswaarden voor doorzicht, chlorophyll, fosfaat en stikstof*. Nota 48 pp. + bijlagen.
- Dijkzeul, A. H. J. (1982). *De Waterkwaliteit van de Rijn in*

Nederland in de periode 1970-1981. Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, Notanr. 82-061.

Harris, G. P. & Piccinin, B. B. (1977). *Photosynthesis by natural phytoplankton populations*. Arch. Hydrobiol. 80, 405-457.

Iwakuma, T. & Yasuno, M. (1983). *A comparison of several mathematical equations describing photosynthesis-light curve for natural phytoplankton populations*. Arch. Hydrobiol. 97, 208-226.

Knöpp, H. (1960). *Über die Rolle des Phytoplanktons im Sauerstoffhaushalt von Flüssen*. Deutsche Gewässerkundl. Mitt. 3, 139-147.

Müller, D. (1978). *New results on primary production and biogenic aeration in German rivers*. Verh. intern. Verein. Limnol. 20, 1861-1866.

Schurr, J. M. & Ruchti, J. (1977). *Dynamics of O₂ and CO₂ exchange, photosynthesis and respiration in rivers from time-delayed correlations with ideal sunlight*. Limnol. Oceanogr. 22, 208-225.

Stock, H. D. (1981). *Zeitreihenanalyse der Sauerstoffgehalte des Rheins bei km 865 (Kleve-Bimmen)*. Vom Wasser 57, 289-296.

Van Urk, G. (1981). *Veranderingen in de macro-invertebraten-fauna van de IJssel*. H₂O 14, 494-499.

Verduin, J. (1982). *Components contributing to light extinction in natural waters: Method of isolation*. Arch. Hydrobiol. 93, 303-312.

Waterloorkundig Laboratorium (1981). *Toepassing van het waterkwaliteitsmodel MODQUAL op de Rijn*. Verslag onderzoek R-1056-VII/5321-VI.

Wuhrmann, K. (1972). *Stream purification in: R. Mitchell (ed.) Water Pollution Microbiology*. Wiley-Interscience New York, 119-151.

Grondwaterbescherming

• Slot van pagina 93

Literatuur

- Putte, T. van de (1978). *Methodiek voor veiligheidsstudies in de procesindustrie*. Pt-p 33, nr. 9.
- Putte, T. van de (1980). *Doel en opzet van een veiligheidsstudie*. Pt-p 35, nr. 3.
- Ohm, A. en Putte, T. van de (1982). *Toepassing van veiligheidsstudies in de procesindustrie*. Pt-p 37, nr. 7.
- Ohm, A. en Schafer, K. (1983). *Toepassen van veiligheidsstudies - ervaringen van een grote chemische industrie*. Pt-p 38, nr. 4.
- Probabilistische ontwerpen* - college 63 TH Delft.
- Extreme waarden en decisie-problemen bij het milieubeheer* - Cursus Postak. Vorming Gezondh.t., dec. 1982.
- Bressers, J. Th. A. (1983). *Beleidseffectiviteit en waterkwaliteitsbeleid* - diss. TH Twente.
- Zweegman, J. *Grondwaterbescherming en de continuïteit van de drinkwatervoorziening*. H₂O (12) 1979, nr. 23.

Trends in de afvalwaterzuivering

• Slot van pagina 95

instellingen en industrieën is verspreid. Een bepaalde vorm van overleg tussen onderzoekers in Nederland is gewenst voor het verkrijgen van een beter inzicht in wat er op het gebied van afvalwaterzuivering gebeurt en om te voorkomen dat doublures optreden. Door een goede coördinatie is het mogelijk om enerzijds belangrijk onderzoekswerk te starten en anderzijds onderzoek te verdiepen.

8. Slotwoord

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

Literatuur

- Rulkens, W. H., Voorneburg, F. van, Luin, A. B. van and Starckenburg, W. van (1982). *Water Pollution Control in the Netherlands*. Nederlandse bijdrage NATO/CCMS, Bari 1982.
- Rulkens, W. H. en Starckenburg, W. van. *Ontwikkelingen op het gebied van de afvalwaterzuivering*. H₂O (16) 1983, nr. 12, blz. 285-287.
- Visscher, K. *Ontwikkeling van het Captor-proces*. H₂O (16) 1983, nr. 16, blz. 362-363.