

Terugblik op het 3e Internationale Symposium Anaërobe Gisting

Anaerobic Digestion 1983, Boston, USA.

De spontane organisatie van het eerste symposium over anaërobe gisting te Cardiff (1979) en het succes van het daaropvolgende symposium in Travemünde (1981), hebben ertoe geleid dat voortaan regelmatig internationale symposia op dit gebied zullen worden georganiseerd. Dit jaar is het derde internationale symposium anaërobe gisting gehouden van 14-19 augustus te Boston Massachusetts, aan de noord-oostkust van de Verenigde Staten. Helaas is de organisatie er niet in geslaagd preprints te verzorgen van de voordrachten. In de eerste maanden van

Mah [Univ. California] gaf een heldere uiteenzetting over de fysiologische interacties tussen methaanbacteriën en niet-methaanbacteriën, toegespitst op het begrip 'inter-species hydrogen transfer'. Aan de hand van verscheidene voorbeelden maakte hij duidelijk dat er een groep anaërobe micro-organismen bestaat die voor hun groei afhankelijk zijn van de wegname van waterstof door bijvoorbeeld methaanbacteriën.

Speece [Drexel Univ.] deed verslag van een intensief systematisch onderzoek naar de toxische effecten van diverse stoffen op ophopingsculturen van methaanbacteriën. De experimenten waren echter uitgevoerd met azijnzuur als substraat, zodat de uitkomsten niet zonder meer geëxtrapoleerd mogen worden naar systemen waarin meer complexe substraten deels via H_2 omgezet worden in methaan. Speece signaleerde een duidelijk onderscheid tussen reversibele en irreversibele toxiciteit, en benadrukte dat slib dat geen methaan meer produceert na blootstelling aan een toxische stof niet dood hoeft te zijn. Ook wees hij erop dat propstroomsystemen beter bestand zijn tegen een schokbelasting met een toxische stof dan volledig gemengde systemen. Hij baseerde dit op de waarneming dat niet geadaptieerd anaëroob slib sneller herstelde na een korte blootstelling aan een hogere

concentratie dan na een langere blootstelling aan een lagere concentratie van de toxische stof. Speece merkte op dat ammoniak zeer reversibele toxische eigenschappen bezit. In bepaalde gevallen leverde concentraties tot circa 10.000 mg/l ammonia nog geen onherstelbare schade op. Vastgesteld is dat de actuele concentratie NH_3 in de vloeistof-fase, onder meer afhankelijk van pH, temperatuur en druk, hier de bepalende factor is. Zolang deze concentratie onder de 100 mg/l blijft, behoeft voor blijvende schade niet te worden gevreesd. Een dergelijke richtlijn bleek ook te kunnen worden vastgesteld ten aanzien van H_2S . Een concentratie van meer dan 150 mg/L H_2S in de vloeistof-fase leverde een blijvende remming op. Onder deze omstandigheden werd circa 6 vol. % H_2S in het biogas gemeten. Speece heeft waargenomen dat de verdubbelingstijd van de onderhavige micro-organismen onder sub-optimale omstandigheden zeer lang kan worden, hetgeen volgens hem kan wijzen op betere toepassingsmogelijkheden van het fixed film principe tegenover het vlokken-dekenprincipe.

Mosey [WRC, UK] introduceerde enige kinetische beschrijvingen van anaërobe gistingen en liet computersimulaties zien waarin de H_2 -concentraties in het gas worden voorspeld. Hij deed de suggestie aan de hand van H_2 -metingen in het biogas met behulp



H. J. W. POSTMA
Grontmij NV,
De Bilt



J. DOLFING
LH Wageningen,
Vakgroep Microbiologie

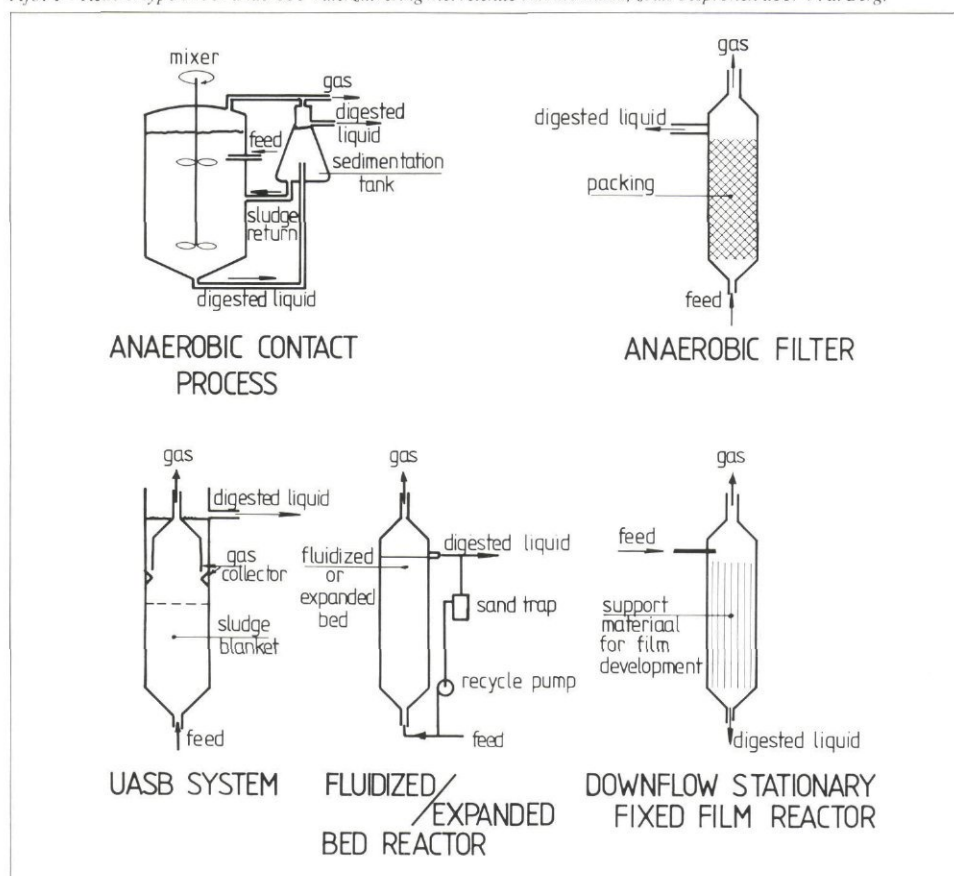
dit jaar zullen de proceedings worden uitgegeven bij Pergamon Press. In totaal hebben in Boston circa 250 deelnemers actief blijk gegeven van hun belangstelling voor dit vakgebied. Het mag opvallend genoemd worden dat ondanks de afstand, 33% van de deelnemers uit Europa afkomstig was, tegenover 50% uit de VS en Canada samen.

Vanuit Nederland waren er vertegenwoordigers van de Universiteit van Amsterdam, de Landbouwhogeschool Wageningen, Avebe, CSM en Euroconsult (Grontmij). Het symposium was opgebouwd uit ochtend-sessies met voordrachten en poster-presentaties in de middag, terwijl er in de avonden in kleinere groepen over speciale onderwerpen werd gediscussieerd. In tegenstelling tot de voorgaande symposia was er ditmaal een ochtend gewijd aan productie van biogas uit vuilstortplaatsen. Voor dit onderwerp bestaat een bescheiden groeiende belangstelling.

Fundamenteel

Zoals gebruikelijk werd in de eerste voordrachten aandacht besteed aan de meer fundamentele biochemische en micro-biologische aspecten van de anaërobe gisting. Zo besprak Wolfe [Univ. Illinois] de huidige inzichten in de biochemie van de processen die betrokken zijn bij de vorming van methaan. Zowel de homo-acetogenese als de methanogenese kwamen hier aan de orde. De nadruk lag op de (mogelijke) rol die de verschillende unieke co-enzymen spelen bij de methanogenese

Afb. 1 - Reactortypen voor anaërobe waterzuivering met retentie van biomassa, zoals besproken door V. d. Berg.



van een polarograaf reactoren te begeleiden en te sturen.

Vervolgens behandelden twee sprekers enige biotechnologische toepassingen van de anaërobe gisting die niet gericht waren op het produceren van methaan. Cooney [MIT, USA] introduceerde een aantal selectiecriteria voor gevallen waarin biotechnologische produktiemethodes vergeleken moeten worden met conventionele chemische methodes. Vervolgens liet hij in een fraai voorbeeld zien hoe kennis van de biochemie van de anaërobe omzetting van lactaat tot propionaat de aanleiding heeft gevormd voor het opzetten van een project waarin langs biotechnologische weg acrylzuur geproduceerd wordt.

Minoda [Univ. Tokio] streefde er naar H₂ te produceren uit afvalstoffen. Hiertoe had hij twee pijlen op zijn boog: de 'microflora-methode' en de 'selected strain-methode'. Door stikstofgas te leiden door ophopingscultures of door deze te behandelen met stoffen die methaanbacteriën selectief remmen zoals broomethaansulfonzuur, was hij in staat 'biogas' te produceren met 35 vol. % H₂ en 0 vol. % CH₄. De totale gasproductie daalde in dit experiment met 40%. Door te werken met geselecteerde (geïmmobiliseerde) micro-organismen was het volgens Minoda gemakkelijker om gedurende langere tijd continu H₂ te produceren, maar een nadeel van het werken met dergelijke organismen zou het kleinere aantal substraten zijn dat omgezet kan worden.

Praktijk

In de voordracht van V. d. Berg [National Research Council, Canada] is getracht een indruk te geven van de diverse mogelijkheden en voor- en nadelen van verschillende typen reactoren waarbij een zekere retentie van biomassa wordt gerealiseerd (de zogenaamde 'advanced reactors', zie afb. 1). Besproken werden het anaërobe contact proces, het anaërobe filter, de opwaarts doorstroomde slibdeken reactor (UASB-reactor) en de geëxpandeerd c.q. gefluidiseerd bedreactor. Tevens is aandacht besteed aan de neerwaarts doorstroomde fixed film reactor. Het is duidelijk dat niet één type reactor bestaat dat universeel toepasbaar is. Zo kent het contactproces voordelen wanneer in het afvalwater moeilijk vergistbare vaste bestanddelen voorkomen die wel gemakkelijk kunnen bezinken. Daarentegen levert bezinking van vaste al of niet vergistbare bestanddelen in de praktijk onder bepaalde omstandigheden nog wel eens problemen op!

Het anaërobe filter daarentegen heeft duidelijk moeite met afvalwater waarin vaste bestanddelen voorkomen.

Als belangrijkste nadeel wordt de kans op

verstopping van het vulmateriaal genoemd, hetzij door vaste bestanddelen in het afvalwater, hetzij door neerslagen die zich tijdens de anaërobe gisting in de reactor vormen. Daartegenover staat het onmiskenbare voordeel van de goede slibretentie in de fixed film reactor. Hydraulische schokbelastingen leiden niet snel tot uitspoeling van biomassa. Van den Berg stelt dat wanneer geen geadapteerd slib voorhanden is in de opstartfase, het zuiveringsrendement van de fixed film reactor sneller stijgt dan een slibdekenreactor. Daartegenover staat uiteraard dat wanneer wel geschikt entmateriaal aangevoerd kan worden, de UASB-reactor vrijwel direct vol te belasten is. In dit geval hoeft immers niet gewacht te worden op aangroei van hechtende micro-organismen. Dit voordeel van de UASB-reactor geldt uiteraard nog sterker bij heropstart na een calamiteit, daar in dit geval gebruik gemaakt kan worden van een reserve voorraad surplusslib.

Wanneer slechts verwijdering van zuiver opgeloste COD uit afvalwater wordt nagestreefd kan naar verwachting de fluidized c.q. expanded bed reactor goede diensten bewijzen. De kosten van dergelijke reactoren worden op dit moment nog hoog ingeschat, terwijl de energiebalans ongunstig afsteekt ten opzichte van de overige systemen.

De neerwaarts doorstroomde fixed film reactor is door Van den Berg e.a. ontwikkeld mede teneinde verstoppingsproblemen te vermijden. Het zuiveringsrendement is bij deze reactor sterk afhankelijk van de hydraulische retentietijd, reden waarom het systeem niet goed toepasbaar is voor relatief verdunde afvalwaterstromen (< 2.000 mg COD/l).

Als resultaat van uitgebreid literatuuronderzoek presenteerde Van den Berg het onderstaande overzicht (tabel I) met betrekking tot gerapporteerde belastbaarheid van de diverse typen reactoren. Het blijkt dat het in Nederland ontwikkelde UASB-systeem in dit verband geen slechte positie inneemt.

Young [Univ. Arkansas] gaf aan dat het type pakkingmateriaal in anaërobe filterreactoren een belangrijke invloed heeft op het zuiveringsrendement van deze reactoren. Een pakking met kleine doorstroom-

openingen laat een veel snellere daling zien van het rendement met afnemende vloeistof verblijftijd dan dat het geval is met een pakking met grote doorstroomopeningen. Een verklaring van dit verschijnsel wordt gezocht in de grotere hydraulische drukverliezen die dan optreden bij de 'small void packing'.

Langzamerhand begint het meer algemeen duidelijk te worden welke omvangrijke afvalwaterproblemen de Scandinavische houtindustrie kent. Salkinoja-Salonen [Univ. Helsinki] zette uiteen dat het hier in Finland alleen al gaat om circa 500 x 10⁶ m³ afvalwater per jaar, waarin relatief lage COD-waarden voorkomen (500 - 3.000 mg/l), terwijl toxische aromatische chloorverbindingen en zwavelverbindingen aanwezig zijn.

Voor zuivering van dit type afvalwater zijn redelijke resultaten geboekt met het zogenaamde Enso-Fenox-procédé dat bestaat uit een anaërobe fixed film reactor gecombineerd met een aërobe packed bed reactor. Op grotere schaal (300 m³ anaërobe reactor) kon een belasting van circa 4 kg COD/m³ totaal · dag worden bereikt. Door een speciale techniek kunnen in het afvalwater voorkomende houtvezels tijdens het proces als 1-2% slurry worden afgescheiden.

Lettinga [LH Wageningen] presenteerde een aantal succesvolle praktijktoepassingen van het UASB-systeem waaronder de behandeling van huishoudelijk afvalwater bij relatief lage temperatuur.

Hij ging nader in op de meest recente ontwikkelingen op het gebied van de korrelvorming door anaërobe micro-organismen. Tot nu toe zijn er door zijn groep een viertal typen korrelslib waargenomen:

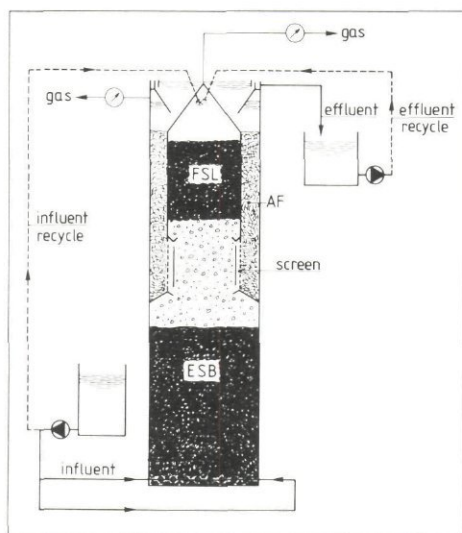
- korrels, bestaande uit staafvormige bacteriën, meestal met een laag asgehalte;
- korrels opgebouwd uit draadvormige micro-organismen, meestal ontstaan uit slijkgistingsslib;
- korrels gevormd door opeenhopingen van sarcina-achtige organismen, meestal te kweken op pure acetaat oplossingen;
- korrels met een komma vorm, meestal met een hoog asgehalte (tot 60% CaCO₃).

Langzamerhand zijn nu een aantal randvoorwaarden bekend waaronder korrelvorming kan optreden.

Als een van de hoofd-randvoorwaarden wordt op dit moment de mechanische selectiedruk gezien, waaraan door de bijzondere hydrodynamische omstandigheden in een UASB-reactor wordt voldaan. Verder wordt het van belang geacht een hoge groeisnelheid te bewerkstelligen door de slibbelasting zo hoog mogelijk te houden. Het komt in de praktijk voor dat geen korrelvorming zal ontstaan. In dergelijke gevallen ziet Lettinga mogelijkheden voor toepassing van een reactortype (afb. 2),

TABEL I – Overzicht van gerapporteerde belastingen en COD-verwijderingspercentages van anaërobe reactoren met slibretentie, gevoed met afvalwater uit de levensmiddelenindustrie bij 35 °C, tot 30 g COD/l.

Reactortype	COD-belasting kg/m ³ · d	COD-verwijderd %
Contact	1 – 6	80 – 95
Filter	1 – 10	80 – 95
Fluidized/expanded	1 – 20	80 – 87
Downflow fixed film	5 – 15	75 – 88
UASB	5 – 30	85 – 95



Afb. 2 - Door Lettinga ontwikkelde hybride reactor voor anaërobie waterzuivering (ESB = expanded sludge bed, FSL = floating sludge layer).

waarbij gebruik wordt gemaakt van de voordelen van zowel van het UASB-systeem als het anaërobie filter. Op dit moment wordt op laboratoriumschaal de werking van deze 'hybride reactor' beproefd.

Op het gebied van de afvalwaterbehandeling zijn meer in detail een tweetal grootschalige projecten aan de orde gekomen. Het betreft hier een anaërobie zuiveringsinstallatie volgens het contactprocédé bij de groentenverwerkende industrie Bonduelle (Frankrijk), waarover door Verrier [INRA] werd gerapporteerd, en een installatie van het filtertype bij de rumfabriek Baccardi (Puerto Rico). Met betrekking tot eerstgenoemde installatie (2 x 2.500 m³ gistingsruimte) is in de proceedings van AD '81 uitvoerig gerapporteerd, reden waarom hier wordt volstaan met het noemen van enkele bedrijfsgegevens.

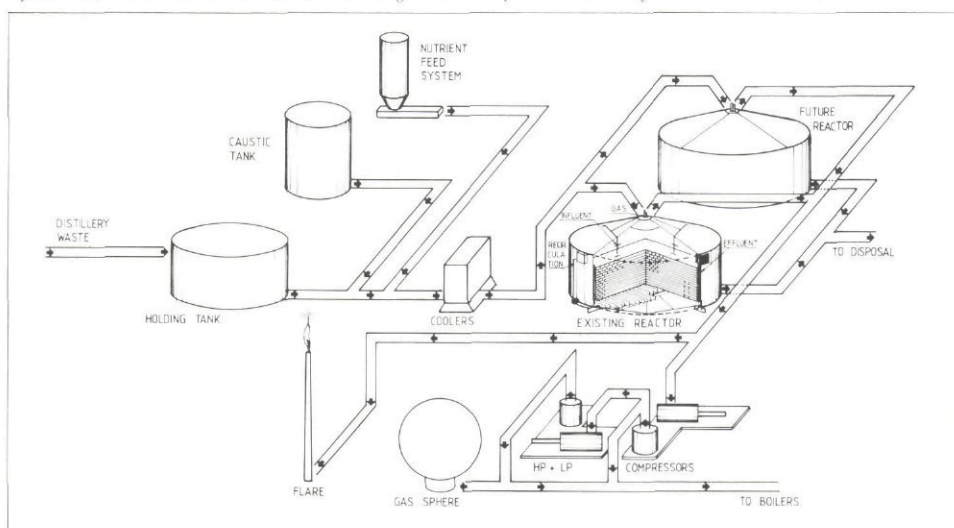
De vloeistofverblijftijd bedraagt 6 dagen, terwijl een volume belasting van 2,8 kg COD/m³ · dag wordt aangehouden. Het zuiveringsrendement op COD-basis bedraagt 87%. Er wordt gemiddeld 430 m³ biogas gevormd per ton afgebroken COD. Het methaangehalte ligt doorgaans tussen de 50 en de 60 vol. %. Circa 9% van de omgezette COD vindt men terug als slibproductie.

De problemen die men bij Bonduelle ondervindt met de installatie hebben betrekking op de slibbezinkende eigenschappen. Wanneer in de bezinker wat hogere temperaturen optreden (zomer) treden er veelal flotatieverschijnselen op. De Baccardi-installatie werd zeer adequaat belicht door Szendry [Baccardi Corporation]. Voor zover bekend is het qua totale organische belasting (circa 130 ton COD/dag) de grootste anaërobie installatie ter wereld voor de behandeling van afvalwater.

Na uitvoerige laboratorium- en semi-technische proefnemingen is men gekomen tot een opzet zoals weergegeven in afb. 3. De installatie wordt gevoed met een bodemprodukt ('slops') van het destillatieproces, waarbij ongerijpte rum wordt gewonnen. Het influentdebiet bedraagt 1.300-1.500 m³/dag. De influent pH ligt tussen 4,5 en 5, terwijl de COD globaal 95.000 mg/l bedraagt. Incidenteel kan tot 10 g/l sulfaat in het influent voorkomen.

In een geroerde tank wordt het influent gemiddeld 24 uur opgeslagen, waarna het wordt teruggekoeld tot bedrijfstemperatuur (mesofiel). Vervolgens wordt het afvalwater in de top van het anaërobie filter gebracht. De effectieve inhoud hiervan bedraagt 13.300 m³. Circa 5% van dit volume wordt ingenomen door plastic vulmateriaal. Het specifieke oppervlak van deze filtermedia is 9,2 m²/m³. De recirculatieverhouding over de reactor bedraagt circa 10, waardoor het tot nu toe mogelijk is zonder influent pH-correctie te opereren. Onder in de media kan water en gas worden geïnjecteerd, wanneer afzettingen op het vulmateriaal daartoe aanleiding zouden geven. Het COD-rendement ligt tussen de 65 en 70%. Het effluent van het filter wordt geloosd in zee. Er zijn geen effluenteisen gesteld met betrekking tot gesuspenderd materiaal. Momenteel wordt per dag globaal 45.000 m³ biogas geproduceerd met een methaangehalte van 55 vol. %. Het gas kan bij een druk van 4 atmosfeer in een bolgashouder met een volume van 950 m³ worden opgeslagen. Normaal gesproken wordt het biogas benut in de stoomketels van de fabriek. Voorlopig wordt slechts de helft van het geproduceerde afvalwater van Baccardi behandeld, doch het besluit voor de bouw van een tweede filter is reeds genomen. In het bestaande deel is al rekening gehouden met deze uitbreiding.

Afb. 3 - Stroomschema van de anaërobie zuiveringsinstallatie bij de Baccardi rumfabrieken (Puerto Rico).



De totale bouwsom van de eerste fase bedroeg 8,3 miljoen US dollar, waarvan 1,9 miljoen dollar voor het anaërobie filter en 1,0 miljoen dollar voor het filtermedium van B.F. Goodrich. Circa 3,5 miljoen dollar is besteed aan ontwerp- en constructiewerkzaamheden.

Door een aantal sprekers is een algemeen overzicht gegeven van de stand der techniek, research-activiteiten en praktische toepassing van anaërobie gisting in hun land van herkomst.

Zo is door Hall [Canada Centre for Inland Waters] melding gemaakt van de vorderingen in Canada op het gebied van de mestvergisting op boerderijniveau. De downflow fixed film reactor heeft hier een toepassing gevonden. Kenmerkend voor dit systeem zijn de voorafschijding van gesuspenderd materiaal en de voor mestvergisting lage vloeistof-retentietijd van enkele dagen. Daarnaast is door Hall een betrekkelijk uniek project nader toegelicht op het gebied van de anaërobie afvalwaterbehandeling.

Het betreft hier een project van de kaasindustrie Agropur, waarbij twee 500 m³-reactoren parallel zullen functioneren. De ene reactor is opgezet volgens het UASB-principe, de andere is een anaërobie filter. Deze opzet maakt vergelijking op praktijk-schaal van beide systemen mogelijk.

Op dit moment draait de UASB-reactor op de ontwerpbelasting van circa 8 kg COD/dag, terwijl een 90-95% zuiveringsrendement wordt behaald.

Het project is mede door inzet van Nederlandse adviseurs van Euroconsult tot stand gekomen.

Nyns [Univ. Louvain] en Hashimoto [Dept. of Agriculture USA] hebben hun licht laten schijnen op de ontwikkelingen in Europa, respectievelijk de Verenigde Staten. Hierbij is door beide sprekers uitvoerig stilgestaan bij

de problematiek rond de mestvergistings. Nyns heeft voor de EEG een studie verricht naar de technische en economische aspecten van mestvergistings in Europa. Hierbij is gebleken dat mestvergistings op boerderij-niveau technisch nog lang niet volmaakt is en economisch eigenlijk niet haalbaar, tenzij de kapitaalslasten drastisch omlaag gebracht kunnen worden. In de Verenigde Staten daarentegen biedt mestvergistings meer mogelijkheden. Hier worden volgens Hashimoto relatief korte terugverdienperiodes gerealiseerd (2-3 jaar) in groot-schalige projecten, vooral doordat het mogelijk is het uitgestigte produkt te verkopen als veevoeder. Wat dit betreft is de titel van de voordracht van Marchaim [Israël] 'Anaerobic Digestion of Agricultural Wastes: The Economics Lie in the Effluent Uses' uitermate van toepassing.

Onder Europese omstandigheden is het niet op korte termijn te verwachten dat hergebruik van vergiste mest als veevoeder zonder veterinaire bezwaren gerealiseerd kan worden, hoewel er veel onderzoek op dit gebied wordt verricht.

Wanneer de vloeibare meststromen worden beschouwd als afvalwaterstromen en behandeling wordt nagestreefd door de wetgever, zoals in het Verre Oosten en bijvoorbeeld Italië, wordt zelf zuiveren met inzet van anaërobe gisting afhankelijk van de hoogte van de zuiveringslasten al snel een renderende operatie.

Conclusies

- Zoals ook bij vorige gelegenheden is gebleken, blijkt nog steeds dat ontwikkelingen in Nederland op het gebied van de anaërobe afvalwaterbehandeling een belangrijke bijdrage vormen voor de ontwikkelingen in het algemeen.
- De kennis van en toepassingsmogelijkheden voor anaërobe gisting in de afvalwatersector neemt nog toe, terwijl de ontwikkelingen op het gebied van biogas-onttrekking aan vuilstorten in vergelijking daarmee beperkt lijken. Dit vindt mogelijk zijn oorzaak in het feit dat de stortgas-experimenten op kleinere schaal moeilijk representatief uit te voeren zijn, terwijl elke vuilstort een betrekkelijk uniek karakter draagt, waardoor vergelijking van gegevens en resultaten wordt bemoeilijkt.
- Met betrekking tot de ontwikkelingen in de afvalwatersector kan worden opgemerkt dat men er nog niet in is geslaagd een universeel reactortype te ontwikkelen dat onder vrijwel alle omstandigheden probleemloos een hoge slibretentie kan bewerkstelligen. In dit verband valt de opkomst van zeer geavanceerde scheidings-technologie zoals bijvoorbeeld membraan-technologie waar te nemen.
- Er is een toenemende commercialisatie

van de anaërobe gisting, waarbij onderzoekers, industrieën en leveranciers zich veelal toeleggen op één bepaald systeem. Enerzijds betekent dit dat er druk wordt uitgeoefend op de realisatie van praktijk-toepassingen, anderzijds kan door afscherming van kennis via patentrechten, informatie-overdracht op het gebied van de anaërobe gisting worden belemmerd.

Voordrachten AD '83

- Wolfe, R. S. *Anaerobic microbiology: Current Concepts*.
 Mah, R. A. *Interactions of methanogens and non methanogens in microbial ecology*.
 Speece, R. E. and Parkin, G. F. *The response of methane bacteria to toxicity*.
 Moscy, F. E. *Kinetic descriptions of anaerobic digestion*.
 Cooney, C. L. *Chemicals production by anaerobic fermentation processes*.
 Minoda, Y. et al. *Hydrogen by anaerobic fermentation*.
 Berg, L. van den. *Comparison of advanced anaerobic reactors*.
 Young, J. C. *Anaerobic filters*.
 Salkinoja-Salonen, M. et al. *Treatment of toxic industrial effluents in an anaerobic fluid bed reactor: from bench size units to full scale operation*.
 Cohen, A. *Phase separation in anaerobic digestion of liquid and solid wastes*.
 Lettinga, G. *Upflow sludge blanket processes*.
 Rees, J. F. *Biochemical characterization of landfills*.
 Stegman, R. *Landfill water balance*.
 Pohland, F. G. *Leachate quality from domestic refuse landfills*.
 Ham, R. K. *Gas production modelling*.
 Pacey, P. C. *Stimulation of gasproduction by refuse supplementation*.
 Veit, M. A. *Extraction and utilization of landfill gas in Brazil*.
 Stuckey, D. C. *Biogas in developing countries: A critical appraisal*.
 Edelman, W. E. *Digestion systems for agricultural wastes*.
 Colleran, E. et al. *One and two stage anaerobic filter digestion of agricultural wastes*.
 Verrier, D. et al. *Anaerobic digestion of vegetable canning waste waters by the anaerobic contact process: Operational experience*.
 Calzada, J. F. et al. *Anaerobic digestion in the integrated utilization of coffee wastes*.
 Verastegui, J. et al. *Experiences in the application of biogas technology in Peru: Political socio-economical and environmental considerations*.
 Marchaim, U. *Anaerobic digestion of agricultural wastes: The economics lie in the effluent uses*.
 Maramba, F. D. et al. *Fuel, feed and fertilizer from farm wastes: Phillipine experience*.
 Szendrey, L. M. *Start-up and operation of the Baccardi Corporation anaerobic filter*.
 Saez, A. et al. *Effect of fuel injection point on biogas dual fuel natural suction diesel performance*.
 Hall, E. R. *Canada*.
 Yamamoto, T. *On the anaerobic digestion research and development in Japan*.
 Martinez, A. M. et al. *Status of development in Latin America*.
 Chen, R. C. *Up-to-date status of anaerobic digestion technology in China*.
 Nyns, E. J. et al. *Anaerobic digestion technology in Europe*.
 Hashimoto, A. G. *The United States*.
 Ripley, R. *Modelling digester performance*.
 Hawkes, D. L. *Computer aided digester design*.
 Rush, R. E. *Evaluating digester system costs*.
 McKinney, R. E. *Anaerobic systems vs. aerobic systems*.
 Rozzi, A. *Trends in the development of anaerobic digestion technology*.



'Analyse van het fosfaatbeleid'

Onder deze titel wordt op vrijdag 23 maart 1984 te Wageningen (Internationaal Agrarisch Centrum) een symposium gehouden.

Spreekers zijn: drs. P. J. Schroevers, RIN, over: 'Eutrofiëring als stuwende kracht bij de vorming van het Nederlandse landschap'; dr. C. S. M. Olsthoorn, CBS, over: 'De fosfaatbelasting van het Nederlandse oppervlaktewater'; prof. dr. G. H. M. v. d. Velde, TH Twente, over: 'Milieubeleid en verantwoordelijkheid'; ir. P. H. A. Hoogweg, RIZA, over: 'Het beleid bij de bestrijding van de eutrofiëring'; ir. M. A. de Ruiter, Prov. Waterstaat Utrecht, over: 'Praktijk van de eutrofiëringbestrijding'; drs. R. A. Q. v. Min, Kortman Redipro BV, over: 'Wasmiddelen, fosfaatproblematiek en het consumentengedrag'; prof. mr. Th. G. Drupsteen, over: 'Juridisch/bestuurlijke mogelijkheden en beperkingen van een samenhangend fosfaatbeleid' en R. O. Beijndorff, Stichting Toegepaste Ecologie/Systeem Dynamics Research & Consult, over: 'Systeemanalyse van het fosfaatbeleid'.

Inlichtingen: secretaris sectie Milieuchemie KNCV, drs. V. van den Bergen, tel. (overdag): 020 - 13 98 08.

Voordrachten watermicrobiologie

Op 20 maart 1984 wordt op het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne te Bilthoven een informele bijeenkomst georganiseerd waarop een aantal voordrachten zullen worden gehouden over de taxonomie en ecologie van bacteriën van de coligroep in water.

Als sprekers zijn uitgenodigd prof. dr. S. Niemelä (Universiteit van Helsinki, Finland), dr. F. Gavini (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Villeneuve d'Ascq, Frankrijk), drs. A. C. Hoekstra (Duinwaterleiding 's-Gravenhage) en ir. A. H. Havelaar (RVIM). De voertaal is Engels. Belangstellenden zijn van harte welkom. Opgaven bij mevr. R. Blokdijs, RVIM, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven (030 - 74 26 61).

