

Anaerobic Digestion, kort verslag van een gevarieerd symposium

1. Inleiding

Van 17 tot 21 september 1979 werd door het University College in Cardiff 'The First International Symposium on Anaerobic Digestion - AD 1979' georganiseerd.

Op dit congres waren ruim 160 technici, technologen, biologen en biochemici uit alle delen van de wereld bijeen. Er werd informatie over anaerobe vergisting uitgewisseld door middel van lezingen, posterpapers en work-shops.

Nederland en België waren elk vertegenwoordigd met een twaalfstal deelnemers.



H. M. C. KASPERS
Grontmij NV, De Bilt
Centraal Technische Afdelingen



J. A. ZEEVALKINK
Adviesbureau Arnhem BV,
Heidemij-groep

De diversiteit in vakdiscipline en belangstelling der deelnemers kwam tot uitdrukking in de grote variëteit aan onderwerpen die behandeld werden: van de biochemische aspecten van de methaanvorming via constructiedetails van reactoren tot de slibbehandeling en de gasopslag.

2. Congres papers

De eerste twee dagen van het congres waren grotendeels gewijd aan de behandeling van biochemie, microbiologie en procesparameters van anaerobe systemen.

De anaerobe omzetting door micro-organismen (voornamelijk bacteriën) van organisch materiaal is een complex proces dat energie levert voor de groei van de bacteriën en waarbij onder andere methaan, kooldioxide en waterstof gevormd worden. Organische stoffen als koolhydraten, eiwitten en vetten worden in een aantal stappen omgezet door verschillende groepen bacteriën die ieder weer een groot aantal verschillende soorten omvatten.

Bryant maakte op schematische wijze (afb. 1) onderscheid tussen vier in plaats van (zoals gebruikelijk) drie groepen van bacteriën. Elke groep voert een stap van de gewenste omzetting uit.

Meestal wordt het proces in één reactor uitgevoerd, zodat een gecompliceerd netwerk van relaties ontstaat tussen de verschillende groepen bacteriën.

Als voorbeeld van het complexe karakter kan de door Bryant besproken rol van waterstof dienen.

Waterstof is het produkt van de groepen (1) en (2) en uitgangsstof voor groep (3) en de mogelijk aanwezige groep (4). Daarenboven remt waterstof de omzetting van butyraat en propionaat in acetaat, waterstof en koolzuur door de acetogene groep. De waterstofconcentratie in de vloeistoffase dient daarom laag te blijven om ontregeling van het hele proces te voorkomen.

Bryant stelde dat een stijging van de waterstofconcentratie in de reactor goed zou kunnen dienen als indicator voor te verwachten problemen in de procesvoering; de waterstofconcentratie is echter laag en moeilijk exact vast te stellen.

De unieke eigenschappen van methaanvormende bacteriën werden onder meer toegelicht in een lezing van Wolfe over de biochemie van methaanvormers. Een belangrijke plaats in het stofwisselingsproces wordt ingenomen door het coënzym M en het coënzym F 420.

Het coënzym M (2 — mercaptoethaan-sulfonzuur of HS — CoM) is essentieel tijdens de laatste stap van de methaanvorming door zijn functie van 'methyl-carrier'.

Het coënzym F 420 speelt een belangrijke rol bij de energieoverdracht in de cel.

Beide stoffen zouden specifiek zijn voor methaanvormers en zijn tot nu toe alleen bij deze micro-organismen aangetroffen. Bepaling van de concentratie F 420 via licht-fluorescentiemetingen bij 420 nm kan worden gebruikt als maat voor de activi-

teit van anaeroob slib ten aanzien van de methaanvorming.

De invloed van de substratsamenstelling op het verloop van de vergisting werd aan de orde gesteld in een Nederlandse bijdrage van Van Velsen.

Hij ging met name in op de inhibitie die veroorzaakt kan worden door ammonia en die belangrijk is bij de verwerking van mest. Uit experimenteel onderzoek is gebleken dat stikstof in de NH_4^+ -vorm een verlenging van de adaptatiefase van het slib ten gevolge heeft terwijl NH_3 geen vertragende invloed heeft. Mestvergisting was overigens toch een veelbesproken onderwerp op dit congres. Uit de vele lezingen viel op te maken dat het proces goed uitvoerbaar is, maar dat het gebruik van het ontstane methaan vaak nog een betrekkelijk gering rendement oplevert.

Een voorbeeld van mestvergisting met methaanproductie als specifiek doel is de kleinschalige toepassing door boeren in ontwikkelingslanden.

Er zijn in China en India ca. 7.000.000 resp. 70.000 van dergelijke installaties. In India is gebleken, volgens Pyle, dat veel van deze installaties gebrekkig functioneren als gevolg van een onvoldoende proceskennis en een slechte begeleiding van de boeren na de start-up. Naast ervaringen uit de Derde Wereld werd door een aantal sprekers de toepassingen van anaerobe mestverwerking in de westerse landen toegelicht.

Deze reactoren, zowel op experimentele- als op praktijkschaal, hebben naast methaanwinning vaak als doel de beperking van de milieuverontreiniging.

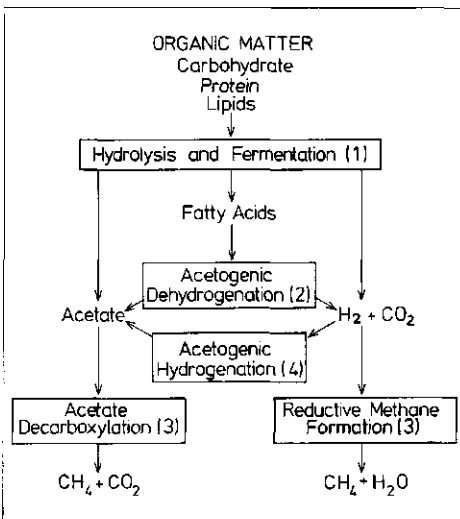
In dit kader is vermeldenswaard de rapportage van Grøn over een door de Deense regering financieel ondersteund en in 1978 gestart, O & O-project voor biogaswinning uit mest.

Bij dit onderzoek, dat een looptijd heeft tot medio 1980, zijn acht overheidsinstanties, instituten en een ingenieursbureau betrokken. Onder andere wordt onderzoek verricht aan drie continu gevoede reactoren, elk van een verschillend type (zie tabel I).

Ons inziens zijn de in de tabel aangegeven investeringen en exploitatiekosten voor Nederlandse verhoudingen aan de optimistische kant.

Ook onderzoek met betrekking tot de vergisting van vast huisvuil en van algen kwam op het congres ter sprake. Een probleem bij de vergisting van de speciaal daarvoor te kweken algen is voorlopig nog het lage droge stofgehalte van de suspensie dat niet op eenvoudige wijze te verhogen was. Ook de winning met methaan gas uit gesorteerd huisvuil in speciale reactoren stuitte nog op belangrijke bezwaren. De extra energie-opbrengst

Afb. 1 - The three-stage scheme for the complete anaerobic degradation of organics mediated by the three major groups of anaerobic digestion microorganisms. (1. Fermentative bacteria; 2. The obligate H_2 -producing, acetogenic bacteria; 3. The methanogenic bacteria). Acetate and perhaps other acids may be produced from H_2 and CO_2 by a fourth group.



TABEL 1 - Overzicht demonstratieplants STUB-Projekt (DK).

Procestype	1 traps complete mix	2 traps complete mix	1 traps ¹ prop-stroom
reactorvolume (m ³)	270	2 x 180	2 x 200
investeringkosten (Dkr)	420.000	480.000	505.000 ^{2 3}
jaarlijkse kosten (Dkr/j)	10.000	10.000	10.000 ³
energie-opbrengst (Dkr/j)	45.000	75.000	68.500 ³

¹ Overige proceskenmerken: reaktortemperatuur 30 - 35 °C, verblijftijd 20 - 30 dagen, volume-belasting 3,2 kg TS/m³ · d, gasproductie 0,3 - 0,5 m³ biogas/kg VS (substraat).

² Inclusief gedetailleerd ontwerp, toezicht tijdens bouw, bouwrijp maken terrein, reactor en rand-apparatuur.

³ 1 Dkr = ca. Hfl. 0,37 (november 1979).

ten opzichte van verbranding is betrekkelijk gering terwijl de voorbehandeling van het afval, voordat het aan de reactor kan worden toegevoegd, kostbaar is en veel energie vergt.

Bij de beoordeling van de geschiktheid van afvalstoffen voor biogaswinning werden tijdens het congres nauwelijks economische criteria, zoals kosten-baten analyses, gehanteerd met uitzondering echter van bijv. Hasimoto en Langley.

Over de anaerobe behandeling van afvalwater met als oogmerk de (voor-)zuivering van afvalwater kwam de voornaamste informatie uit Nederland. Met name uit de lezing van Lettinga bleek duidelijk dat door gebruik te maken van de bekende upflow-reactor met een ingebouwde slibafscheider veel hogere belastingen haalbaar zijn dan tot dusverre in het buitenland wordt aangenomen. Hierbij treedt dan nauwelijks een vermindering van de methaanproductie op. Bij lezingen over systeembeschrijvingen van anaerobe reactoren en specifiek daarbij behorende technische en technologische aspecten werd duidelijk dat er nogal eens vanuit verschillende gezichtspunten naar het proces wordt gekeken. Men kan geïnteresseerd zijn in klein- of in grootschalige toepassingen, in de produktie van methaan-gas of in de zuivering van afvalwater. Dit heeft belangrijke consequenties voor het ontwerp van een installatie. Zo blijkt interesse in een maximale gasproductie vaak te leiden tot keus voor lange verblijftijden, waardoor het organisch materiaal volledig kan uitgisten.

3. Poster papers en Workshops

Aan de tentoonstelling van de poster papers namen verscheidene commerciële bedrijven, researchinstituten en non-profit organisaties deel. De Universiteit van Amsterdam was vertegenwoordigd met een presentatie over de onderzoeksresultaten aan een 2-traps-vergisting van glucose en vergisting van

huishoudelijk afvalwater na een concentrering met behulp van omgekeerde osmose. Aan de workshops, die in de avonden werden gehouden, namen velen intensief deel. Items daar waren o.a. methaanwinning uit vuilstorten (USA), behandeling percolatiewater uit vuilstorten (NL), mestvergisting in Zwitserland en Israël, standaardisatie van te hanteren procesparameters, enz.

4. Nabeschuiving

Teleurstellend was het niveauverschil van de lezingen. Ook was er in een aantal gevallen sprake van overlapping in presentatie. Voor een deel had dit door een strengere selectie van de inzendingen voorkomen kunnen worden. Daar het onderzoek en de toepassing van anaerobe technieken veelal nog in een experimentele fase verkeert, dient dit congres in feite als één van de eerste grootschalige mogelijkheden tot discussie en uitwisseling van kennis en ervaringen beschouwd te worden.

Opvallend was het accent dat gelegd werd op de vergisting van en bio-energiewinning uit hoog-geconcentreerde, min of meer vaste, afvalstoffen, met name de mestverwerking stond daarbij centraal.

Een ander opvallend punt is, dat Nederland een voorsprong lijkt te hebben met betrekking tot de anaerobe behandeling van industrieel afvalwater; met name als gevolg van het onderzoek dat is en wordt verricht aan onze hogescholen en universiteiten.

Wat duidelijk ontbrak op het symposium was een fundamentele chemisch-technologische beschouwing over het proces.

Deze had eenheid kunnen brengen in de grote verscheidenheid aan procesparameters en dimensie-grootheden die werden gehanteerd. Hierdoor was nogal eens sprake van een flinke spraakverwarring, die nog werd vergroot door de verschillende doeleinden die de sprekers op het oog hadden.

In aanmerking genomen dat de geconstateerde 'kinderziekten' inherent zijn aan vrijwel elk eerste wereldcongres over een onderwerp dat, zoals anaerobe gisting, zich pas sedert kort in een grote belangstelling kan verheugen, moet geconstateerd worden dat AD '79 redelijk goed in zijn opzet is geslaagd; nl. intensieve kennisoverdracht en discussies van toch vaak hoge kwaliteit.

AD '79 komt zeer zeker voor een follow-up in aanmerking. Het is dan ook een goede zaak dat er plannen zijn om een dergelijk congres in Nederland te organiseren. Hierbij zou dan vooral aandacht besteed kunnen worden aan de toepassing van anaerobe vergisting voor industriële afvalwaterbehandeling.

Overzicht van congreslezingen

Hughes, D. E., University College, Cardiff; *What is anaerobic digestion — An overview.*

Pfeffer, J. T., University of Illinois; *Anaerobic digestion processes.*

Wolfe, R. S., University of Illinois; *The basic microbiology of anaerobic digestion.*

Nyns, J., University of Louvain; *Digesters — A worldwide review.*

Zeikus, J. G., University of Wisconsin; *Microbial populations in digesters.*

Wolfe, R. S., University of Illinois; *Biochemical pathways and control.*

Bryant, M. P., University of Illinois; *Metabolic stages and energetics of microbial anaerobic digestion.*

Velsen, A. F. M. van, LH-Wageningen; *Effect of feed composition on digester performance.*

Summer, R. et al., Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen; *Uses and analyses of digested sludge.*

Wheatley, B. I., University Industry Centre University College, Cardiff; *The gaseous products of anaerobic digestion - Biogas.*

Oswald, W., (co-authors D. Eisberg, R. Goeble et J. Benemann), University of California Berkeley; *Methane fermentation of micro-algae.*

Horton, R., Polytechnic of Wales; *Implications of design engineering on digester systems.*

Pyle, L., Imperial College, London; *Digester designs in the third world.*

Hawkes, D., Polytechnic of Wales; *Factors affecting net energy production from anaerobic digesters.*

Grøn, G., Carl Bros Ing. Glostrup Denmark; *Engineering design of digesters.*

Stanton, M. J., Alfa-Laval, Brenford, UK; *Sludge handling problems and solid/liquid separation.*

Dohne, E., KTBL, Darmstadt; *Gas storage and utilisation.*

Lettinga, G., LH-Wageningen; *The application of anaerobic digestion to industrial pollution treatment.*

Pfeffer, J. T., University of Illinois; *Domestic refuse as a feed for digesters.*

Mosey, F., Water Research Centre, UK; *Sewage treatment using anaerobic digestion.*

Hobson, P. N., The Rowett Research Institute Aberdeen; *The digestion of piggery and poultry wastes.*

Hayes, T., Cornell University USA; *The digestion of cattle wasties.*

Morris, J. E., OBE, Sime Darby Ltd., Malaysia; *The digestion of crop residues — an example from the far east.*

Stewart, D., Ministry of Agriculture, New Zealand; *Energy crops to methane.*

Verstraete, W., University of Gent; *Waste classification of digestibility in anaerobic systems.*

Hasimoto, A., US Dept of Agriculture, Nebraska; *The overall economics of digestion.*

Jewel, W., Cornell University, Ithaca New York; *Future trends in digester design.*

Langley, K. F.; *Renewable energy through anaerobic digestion?*

Bellamy, D. en Hughes, D. E., University College Cardiff; *Systems farming - The bioplex principle.*

