

Studiedag 'Biogas', een kort verslag

Op 18 maart 1981 werd te Antwerpen een studiedag gehouden die gezamenlijk was georganiseerd door het genootschap Milieutechnologie van het Technologisch Instituut van de Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging (TI - KVIV) en de Technische Commissie Anaerobe Zuivering van de Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterzuivering en Waterkwaliteitsbeheer (TCA-NVA).

Deze studiedag had tot doel een overzicht te geven van de recente ontwikkelingen op het gebied van de anaerobe zuivering en



J. C. VAN DEN HEUVEL
Laboratorium voor
Chemische Technologie
Universiteit van Amsterdam

de winning van biogas. Schrijver dezes werd door de Nederlandse organisatoren verzocht een kort verslag van deze dag te schrijven. De volledige teksten zijn gebundeld en verkrijgbaar bij de organisatoren.

De studiedag werd geopend door *H. Verachtert* (Industriële Microbiologie en Biochemie, Katholieke Universiteit Leuven) die een korte inleiding gaf over methaanbacteriën. Deze behoren tot de zgn. archaeobacteriën en leven onder extreme omstandigheden, zoals die meer dan 3 miljard jaar geleden algemeen voorkwamen. Archaeobacteriën onderscheiden zich door hun ribosomen (16S RNA), celwand (pseudomuranilzuur, retropolysacchariden), membraan (etherverbindingen i.p.v. fosfolipiden) en enzymen (coenzym M, F₄₂₀ i.p.v. riboflavine).

De eerste lezing werd gehouden door *W. Verstraete* (Mikrobiële Ekologie, Rijksuniversiteit Gent) over de twee-traps anaerobe gisting.

De anaerobe omzetting van organisch materiaal wordt successievelijk bereikt door drie groepen micro-organismen. Allereerst verzorgen de fermentatiebacteriën de hydrolyse van het substraat en de daaropvolgende omzetting tot lagere vluchtige vetzuren, lactaat, ethanol, waterstof en koolzuur.

Van deze producten kunnen alleen azijnzuur, mierzuur, waterstof en koolzuur direct dienen als substraat voor de methaanvormende micro-organismen. De overige fermentatieproducten worden eerst in azijnzuur omgezet door de zgn. 'obligatory hydrogen producing acetogenic bacteria' (OPHA) die uitsluitend actief zijn onder condities van zeer lage waterstof-

spanning zoals die geschapen worden door de methanogene bacteriën.

De verschillende fysiologische eigenschappen en behoeften van deze groepen micro-organismen leiden bij de optimalisering van het anaerobe proces tot een twee-deling. Hierbij wordt de hydrolyse/verzuring door de fermentatieve bacteriën in een aparte reactor uitgevoerd met daarachter de eigenlijke methaanreactor waarin zich de symbiotische aceto/methanogene micro-organismen bevinden.

De OPHA bacteriën zijn snelheidsbeperkend voor het gehele proces; bestaat het substraat uit polymeren dan kan ook de hydrolysesnelheid beperkend worden. Afhankelijk van die substraten zijn er nu twee strategieën.

Voor gemakkelijk vergistbare substraten kan de verzuringsreactor hoog worden belast; de omstandigheden kunnen dan zo gekozen worden dat preferent metabolieten (HAc, H₂Bt) worden gevormd die gemakkelijk worden omgezet tot methaan door de aceto/methanogene micro-organismen. De hydrolyse van onoplosbare substraten kan worden geoptimaliseerd door te werken in een zuur milieu bij hoge substraatconcentratie (tot 50 % ds) en temperatuur (55 °C).

In beide gevallen fungeert de verzuringsreactor als metabolische buffer en kan in geval van storingen tijdig worden ingegrepen voordat deze de meer delicate en langzamer werkende aceto/methaanreactor bereiken.

V. de Proost (De Koninckx NV, Wilrijk-Antwerpen) deed verslag van de resultaten die op pilot-plant en laboratoriumschaal waren verkregen met het twee-traps proces bij de zuivering van koolhydraat- en eiwithoudend praktijk afvalwater (bijv. suikerfabriek, destructiebedrijf). Daarbij werd steeds gebruik gemaakt van een anaerobe opstroomreactor.

De resultaten van de verzuringsfase waren summier.

Het bedrijf claimt nogal hoge methaanopbrengsten (tot 460 m³ CH₄/kg COD omgezet) bij zuiveringsrendementen van 50 - 90 % COD. De toegepaste belastingen van de methaanreactor lagen rond de 15 kg/m³. dag bij verblijftijden van 10 - 30 uur.

Optredende storingen bij de anaerobe zuivering van het afvalwater van een enzym- en alcoholfabriek werden goed verwerkt.

Tot slot werd een korte feasibility-studie gepresenteerd over de anaerobe zuivering van het afvalwater van een vlasrootbedrijf.

Praktijkervaringen met biogaswinning uit mest werden besproken door *A. Jongebreur* (Landbouwtechniek, LH Wageningen).

Anaerobe mestvergisting op melkveehouderijen en varkensmeststerijen heeft tot doel het verwerken van lokale mestoverschotten en de productie van biogas. Vanaf 1979 zijn in Nederland 10 praktijkinstallaties gereedgekomen (75 - 300 m³ inhoud). Er is ook voorzien in mestopslag (200 - 1000 m³) en gasopslag (50 - 1000 m³).

Dergelijke installaties worden veelal semi-continu bedreven bij belastingen van ca. 5 kg ds/m³ en een verblijftijd van ca. 20 dagen.

Voor de handhaving van de benodigde temperatuur (30 - 35 °C) wordt ca. 25 % van het geproduceerde biogas (ca. 0.5 m³/kg ds) gebruikt. Het overige gas wordt meestal gebruikt voor verwarmingsdoeleinden en in enkele gevallen voor de opwekking van electriciteit (1,6 kWh/m³). Een apart probleem vormt het afstemmen van de gasproductie op het verbruik; gedeeltelijke opslag van de mest en vergisting in de winter is één van de mogelijkheden.

De spreker stelde dat biogasproductie uit mest nog geen eenvoudig proces is; ook de afzet van vergiste mest is moeilijk. Een kosten-baten analyse van de mestvergisting is uiteraard sterk afhankelijk van de energieprijzen. Op dit moment zouden eenvoudige installaties rendabel worden bij 900 varkens resp. 100 koeien, indien de olieprijs als energieprijzen wordt genomen.

De middagssessie werd geopend door *E. J. Nyns* (Génie Biologique, Université Catholique de Louvain) die methoden en strategieën besprak om te komen tot een optimale anaerobe vergisting van een breed scala van materialen.

Allereerst werd het nemen en prepareren van representatieve monsters besproken. De hierover verstrekte documentatie is bijzonder uitvoerig. Daarna kwam de methode aan bod om m.b.v. laboratoriumproeven de gewenste parameters te bepalen. Na een aantal schaalvergrotingen kon het definitieve ontwerp worden gemaakt met als doel energieproductie of waterzuivering.

In de documentatie zijn de parameters van zo'n 75 praktijksubstraten vermeld die in Louvain la Neuve zijn bepaald.

De laatste lezing werd gehouden door *J. Verhaagen* (Zuiveringsschap West-Overijssel, Zwolle) die de rol van gistingsgas als energiebron voor de (aerobe) afvalwaterzuivering besprak.

Met de strenger wordende milieu-eisen is het energieverbruik van RZI's gestegen. Terugdringen hiervan kan geschieden door een steeds aangepaste beluchting (2/3

belastingen terwijl de biogasproductie per eenheid digesterinhoud, blijft stijgen. Dit laat zich verklaren door een tijdelijke overbelasting van de reactor. Na een voldoende lange aanpassingsperiode mogen dezelfde afbraakpercentages en dezelfde biogasopbrengsten per liter centrifugaat worden verwacht. Uit de gehalten aan zwevende bestanddelen (SS) van de effluënten blijkt dat weinig niet opgeloste bestanddelen in het slibbed worden ingevangen. De methaanproductie bij 30 °C bedraagt 5,4 m³ CH₄/m³ centrifugaat. Methaan heeft een calorische waarde van 8.000 kcal/m³. Om één m³ centrifugaat op te warmen van 10 °C (temperatuur van de varkensmest in de kelder) tot 30 °C zijn er 20.000 kcal nodig. Bij verbranding van het biogas van één m³ centrifugaat in een CV-ketel (rendement 70 %) worden 30.000 kcal vrijgesteld. Het vergistingsproces is dus wat de energievereisten betreft ruim zelfbedruipend.

Discussie

Een lange adaptatieperiode is vereist opdat het centrifugaat van varkensmest zich vlot laat vergisten tot biogas in een opstroomreactor bij een volumebelasting van 20 g COD/lreactor.dag en een hydraulische verblijftijd van 32 uren. Deze volumebelasting kan slechts geleidelijk worden opgedreven tot 37,5 g COD/lreactor.dag bij een hydraulische retentietijd van 16 uren. Bepalingen van de zwevende bestanddelen in de effluënten tonen aan dat weinig niet opgeloste bestanddelen in het slibbed worden ingevangen. De anaërobe vergisting van het centrifugaat is een zelfbedruipend deelproces in het kader van totaalzuivering van varkensmest. Aangezien het effluent nog een te hoge COD-waarde heeft evenals een te hoog stikstofgehalte zal het nog nabehandelingen moeten ondergaan alvorens loosbaar te zijn.

Besluiten

Na een lange opstartperiode laat centrifugaat zich vlot vergisten tot biogas in een opstroomreactor bij volumebelastingen van 30 - 40 kg COD/m³.reactor.dag en korte hydraulische verblijftijden van ± 16 uren met een biogasproductie van 10 - 11 m³/m³ reactor.dag. Een globale energiebalans toont aan dat het vergistingsproces ruim zelfbedruipend is. Pilotproeven betreffende de nabehandeling van het effluent zijn wenselijk om methaangisting van varkensmest-centrifugaat te integreren in een totaalzuivering.

Dankwoord

De auteurs danken het Instituut tot Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw en de NV BAECK ENGINEERING voor de steun ontvangen bij het doorvoeren van het onderzoek.

Literatuur

- American Public Health Association (1971). *Standard Methods for the examination of water and waste water*. Thirteenth Ed. Am. Public Health Ass. N.Y.
- Anoniem (1962). *Fisher Gaschromatography Bulletin*. TD-154 en TD-146.
- Anoniem (1975). *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasseruntersuchung*. Verlag Chemie. Ausgabe 1975. 7. Lieferung.
- Belleghem, T. M. van (1980). *Methane production from the effluent of the potato starch industry*. *Biotechn. Letters* (2) 219-244.
- Bremner, J. M. (1960). *Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method*. *J. Agric. Sci.* (55) 17-33.
- Decock, J., Lefevre, J. en Londersele, F. van (1980). *Mengstverwerking met het systeem AGROPUR - Technologische en economische aspecten*. Tijdschrift van het BECEWA (57) 93-98.
- Dobbs, R. A. and Williams, R. T. (1963). *Elimination of chloride interference in the chemical oxygen demand test*. *Anal. Chem.* (35) 1064-1067.
- Lettinga, G., Pette, K. Ch. Vletter, R. de en Wind, E. (1977). *Anaërobe zuivering van biet-suikerafvalwaters op semi-technische schaal* H₂O (10) 526-533.
- Lok, J. H. G. (1978). *Tweetraps anaërobe zuivering van het afvalwater van een aardappelverwerkend bedrijf*. *De Ingenieur* (40) 765-767.
- Merck, E. (1973). *Die Untersuchung von Wasser*. E. Merck, Darmstadt.
- Michiels, J., Vleeschauer, D. de, Verdonck, O. en Boedt, M. de (1980). *Valorisatie van varkensmest door compostatie met naaldhoutschors*. *Landbouwtijdschrift* (33) 1069-1090.
- Pipyn, P., Ombregt, J. P. and Verstraete, W. (1979). *A pilot scale anaerobic upflow reactor treating distillery wastes*. *Biothechn. Letters* (1) 495-500.
- Summers, R. and Bousfield, S. (1980). *A detailed study of piggery waste anaerobic digestion*. *Agricultural Wastes* (2) 61-78.
- Velsen, A. F. M. van (1977). *Anaerobic digestion of piggery waste. I. The influence of detention time and manure concentration*. *Neth. J. Agric. Sci.* (25) 151-169.
- Velsen, A. F. M. van, Oever, E. van 't en Lettinga, G. (1979). *Toepassing van de opstroomreactor bij de anaërobe behandeling van kalverdrifmest*. H₂O (12) 59-63.
- Verstraete, W., Lefevre, J. en Neukermans, G. (1980). *Organisch materiaal uit mengmest*. *Landbouwtijdschrift* (33) 1023-1034.



● *Vervolg van pagina 336*

Studiedag 'Biogas', een kort verslag

totale energieverbruik) van een actief-slib installatie en door het ter plaatse benutten van het biogas dat vrijkomt bij de vergisting van primair en secundair slib. Wisselingen in de biogasproductie (variërende belasting, seizoensinvloeden) moeten wél opgevangen worden door de openbare energievoorziening. Gedetailleerd werd ingegaan op het gebruik van door gistinggas aangedreven gasmotoren die direct gekoppeld waren aan de blowers voor de beluchting. Tevens werd de afvalwarmte van de motoren gebruikt voor het verwarmen van de gistingstanks. Door dergelijke total-energy systemen (6 RZI's in Nederland) wordt de energie-inhoud van het gas voor 65 - 75 % gebruikt en kan worden voorzien in 70 % van de energiebehoefte van een actief slib installatie.

Indien het gistinggas < 1⁰/₀₀ H₂S bevat behoeven geen speciale voorzieningen te worden getroffen voor de verwijdering hiervan.

De bedrijfservaringen met dergelijke gasmotor-blower combinaties tonen aan dat investeringen in 6 jaar worden terugverdiend, vergeleken met de conventionele gasmotor-dynamo-electromotor combinatie.

Tot slot van de bijeenkomst plaatste J. H. Voorburg (RAAD, Arnhem) nog enige kanttekeningen bij deze studiedag en eindigde met de stelling dat 'wij nog aan het begin staan' wat betreft biogas.

Als geheel beschouwd had deze studiedag een goed gebalanceerd programma waarin zowel de theoretische als de diverse praktische aspecten goed tot hun recht kwamen. De belangstelling uit België en ook Nederland was zeer groot. Een duidelijk minpunt was de gebrekkige audio-visuele accommodatie waardoor zich wellicht, na de verschillende lezingen, nauwelijks enige discussie ontspan.

