

# De ontwikkeling van het anaerobe zuiveringsproces bij de Centrale Suiker Maatschappij

Suikerfabrieken produceren, ook na een goede interne sanering, onvermijdelijk een hoeveelheid organisch verontreinigd afvalwater [1]. De grondstof, suikerbieten, moet door wassen van aanhangende grond worden ontdaan.

Door beschadigingen, opgelopen voor en tijdens het wassen, komt een hoeveelheid suikerhoudend celvocht in het waswater terecht.

Er is onderzoek verricht naar de oorzaken en de mogelijke beperking van deze beschadigingen [2, 3].



IR. R. DE VLETTER  
NV Centrale Suiker Maatschappij

Indien veel zorg aan dit aspect wordt besteed is het mogelijk het suikerverlies in het afvalwater te beperken tot 0,1 à 0,15 % van het bietengewicht.

Het betreffende afvalwater wordt door de suikerfabriek in recirculatie gehouden. Daarbij wordt de suiker door micro-organismen omgezet in een aantal andere organische stoffen, waarvan de lagere vetzuren (azijnzuur, propionzuur, boterzuur) een belangrijk bestanddeel uitmaken. Teneinde dit water in bruikbare toestand te houden wordt thans door de meeste Nederlandse suikerfabrieken een beluchtingsproces in grote vijvers toegepast. Aangezien dit systeem veel ruimte en energie vraagt, werd in 1972 met veel belangstelling kennis genomen van het werk dat in Wageningen onder leiding van dr. G. Lettinga werd verricht op het gebied van de anaerobe zuivering. Aangezien methaanbacteriën juist de lagere vetzuren als voeding gebruiken, zag dit proces er voor de suikerindustrie in principe veelbelovend uit. In goede samenwerking tussen Landbouwhogeschool en CSM werd hier een nader onderzoek naar ingesteld.

## Inleidende proeven: voordelen van het proces

De proeven om het afvalwater van de CSM-fabrieken langs anaerobe weg te zuiveren zijn begonnen op laboratoriumschaal in 1972.

In de loop van 1974 werd vervolgens een proefinstallatie van 6 m<sup>3</sup> inhoud en 3 meter vloeistofhoogte in gebruik genomen, waarmee twee jaar lang werd geëxperimenteerd. Met behulp van deze installatie was het mogelijk het bewijs te leveren dat het proces goed kon werken en bovendien dat er per m<sup>3</sup> grote capaciteiten bereikbaar zijn.

Wij denken daarbij aan continue belastingen van 10-15 kg CZV/m<sup>3</sup>, dag- en topbelastingen die het dubbele hiervan bedragen. Naast deze hoge volumebelasting heeft het proces een aantal andere belangrijke voordelen:

— Er is geen beluchtingsenergie nodig. Integendeel per kg verwijderde CZV wordt 1/3 m<sup>3</sup> methaan geproduceerd. Nu allereerst over energiebesparing wordt gesproken is dit een belangrijke voorsprong op andere methoden.

— De anaerobe bacteriën die voor de omzettingen verantwoordelijk zijn, vormen het zgn. anaerobe slib.

Het is vooral dankzij de goede bezinkeigenschappen van dit korrelige slib, dat het mogelijk is een hoge concentratie ervan in de reaktor te handhaven en zodoende in korte tijd een hoge omzetting te bewerkstelligen.

Dit slib kan men zonder speciale koeling, voeding of zuurstoftoevoer langdurig bewaren, zonder dat de activiteit sterk achteruit loopt.

De twee voordelen die hierna genoemd worden zijn daar een gevolg van.

— Campagnebedrijven kunnen het slib bewaren en bij het begin van de volgende campagne direkt opstarten zonder de noodzaak nieuw slib te kweken.

— Door in de reaktor meer slib te bewaren dan voor de normale belasting noodzakelijk is, kunnen piekbelastingen gemakkelijk worden opgevangen.

— Het anaerobe proces levert weinig of geen surplusslib in vergelijking met het aerobe actief slib proces, waarbij de slibbehandeling steeds een kostbaar onderdeel van het geheel vormt.

Een rapport over de resultaten van de periode tot 1976 is opgenomen in dit nummer van H<sub>2</sub>O, pag. 522. Een meer uitvoerig rapport is gedrukt bij CSM en daar op aanvraag verkrijgbaar.

## Problemen van het proces

De principiële uitvoerbaarheid en de voordelen van het anaerobe proces waren dus aan het eind van 1975 duidelijk gebleken. Om van een volwassen technologie te kunnen spreken is het echter nodig ook voor alle nadelen en problemen van het proces een goede oplossing gevonden te hebben.

Belangrijke punten voor onderzoek zijn de volgende:

— De methaanvormende bacteriën die het zwarte anaerobe slib vormen gebruiken vrijwel uitsluitend de lagere vetzuren als voeding (azijnzuur, propionzuur, boterzuur).

Afhankelijk van het soort afvalwater is het dus nodig de organische verontreiniging in een vóórverzuuringstrap geheel of grotendeels in vetzuren om te zetten.

— De anaerobe zuivering verloopt met een nuttig effect van ca. 85-95 % en levert bovendien een zuurstofvrij effluent, zodat in het algemeen een aerobe nabehandeling noodzakelijk is.

— Het proces verloopt optimaal bij een temperatuur van 30-35 °C, zodat in veel gevallen het influent moet worden voorgewarmd. Het gebruik van afvalwarmte voor dit doel is gewenst. Het methaangas kan dan zoveel mogelijk voor andere doeleinden worden gebruikt.

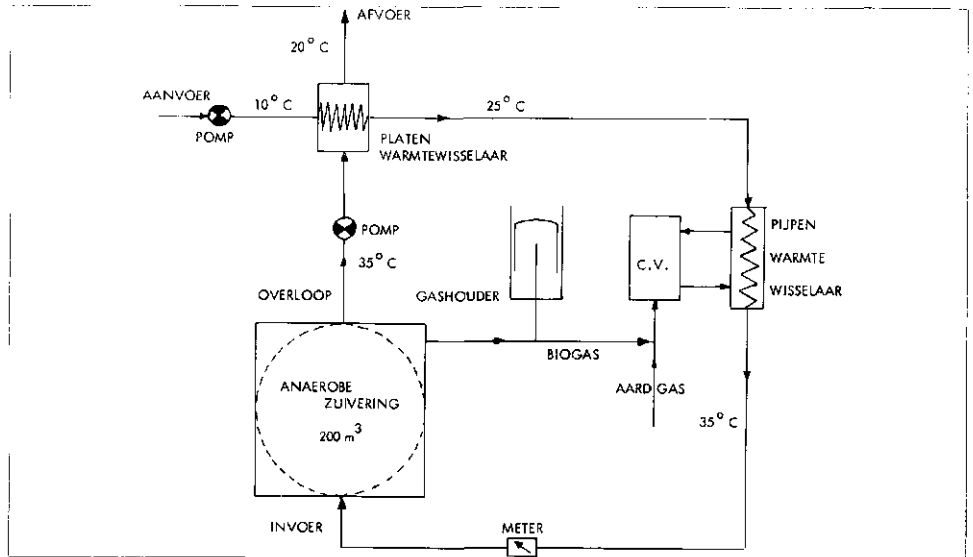
— De energie die bij het aerobe proces door oxydatie vrij komt, blijft bij anaerobe behandeling bewaard in het methaangas. Deze staat dus niet te beschikking van bacteriën, zodat een zeer gering slibgroei optreedt.

Het voordeel hiervan (weinig of geen surplus-slib) is reeds genoemd. Er zijn echter ook nadelen:

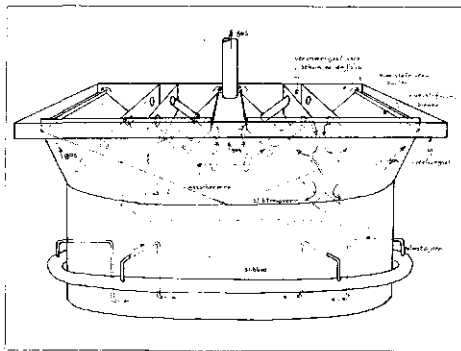
— Indien geen aangepast slib van een vorige periode beschikbaar is, is een lange opstart fase noodzakelijk.

— De slibverblijftijd in het apparaat dient een veelvoud te zijn van de vloeistofverblijftijd, zodat veel aandacht moet worden gegeven aan het opvangen en terugwinnen van het slib uit het effluent. Een goed ontworpen nabezinker met continue slibterugvoer vormt dan ook een essentiële voorwaarde voor het slagen van het proces.

— Ook de verdere dimensionering van de



Afb. 2 - Schema anaerobe-zuivering Halfweg.



Afb. 3 - Schema anaerobe reaktor 200 m³ Halfweg.

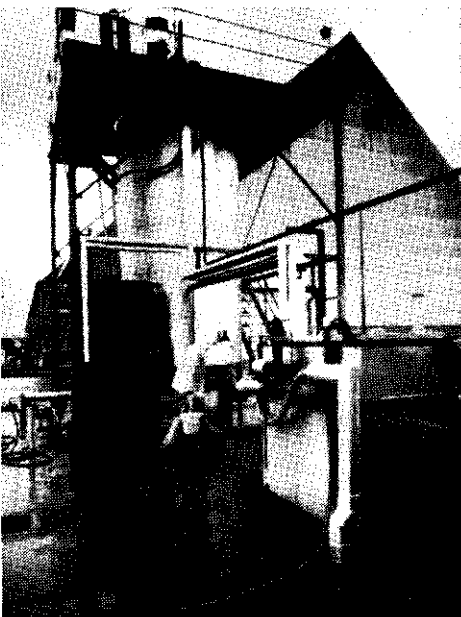
reaktor: vloeistofhoogte, hoogte/diameter verhouding, inlaatconstructie, opvangen van het gas, vragen aandacht bij het vergroten van de inhoud.

#### Ontwikkeling van een proces op fabrieksschaal

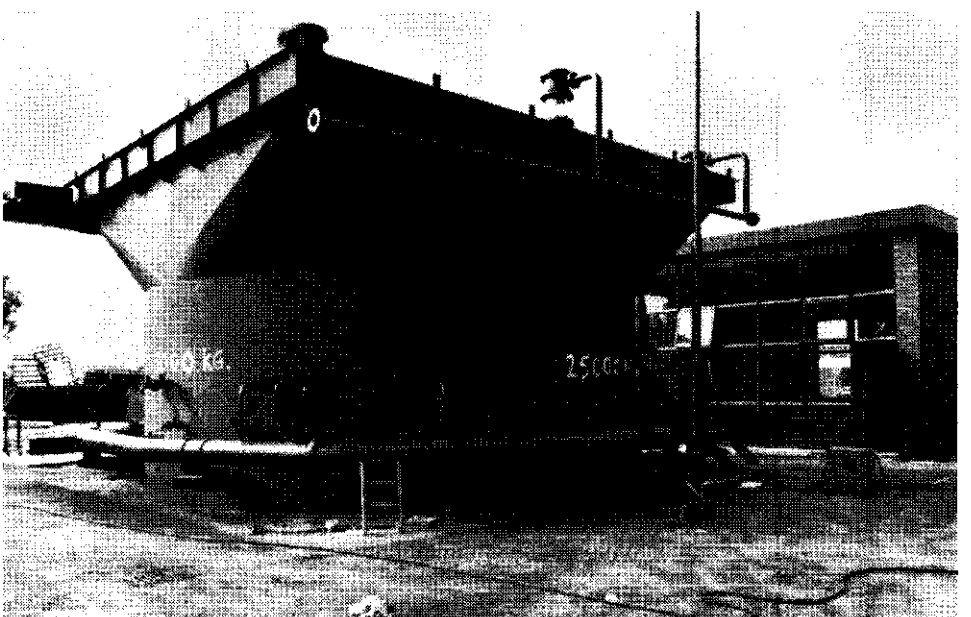
Het was noodzakelijk om voor de problemen, genoemd onder punt 2, een oplossing te zoeken, alvorens tot industriële toepassing over te gaan. Daarom werd in 1975 het besluit genomen een half-industriële installatie van 30 m³ inhoud en 6 meter vloeistofhoogte te bouwen en bij de fabriek in Breda te plaatsen (zie afb. 1).

Deze kan buiten de campagne gevoed worden met het afvalwater van de daar aanwezige bijproduktenfabriek en na afloop van de experimenten als zuiveringsinstallatie voor dit water in bedrijf blijven. Voor het uitvoeren van dit project en voor de uitvoering en begeleiding van het onderzoek werd veel steun van buiten de CSM verkregen.

Afb. 1 - Experimentele reaktor 30 m³ in Breda.



Afb. 4 - Reaktor 200 m³ in Halfweg in aanbouw.



Het Ministerie van Volksgezondheid & Milieuhygiëne verleende geldelijke subsidie en enkele universitaire onderzoeksinstituten, met name de afdeling Chemische Technologie van de TH te Delft (ir. R. R. van der Meer) werkten met raad en daad mee in de Werkgroep Anaerobe Zuivering (WAZ).

Inmiddels is op deze wijze zoveel kennis en ervaring opgedaan, dat besloten kon worden tot de bouw van een industriële reaktor van 200 m<sup>3</sup>. Deze is thans gebouwd bij de fabriek in Halfweg en bij de aanvang van de campagne 1977 in bedrijf gesteld. Aangezien het hier een prototype betreft, zijn voorzieningen getroffen voor uitvoerige meting en bemonstering, zodat de ontwerpparameters op hun waarde kunnen worden getoetst en verbeteringen in volgende apparaten kunnen worden aangebracht.

#### Huidige stand van de technologie (najaar 1977)

##### Vóórverzuring

Voor een suikerfabriek met een water-recirculatie op pH 6,5 - 7 is geen vóórverzuring nodig, daar deze reeds in het terugnamesysteem plaatsvindt. Bij andere bedrijven en bij suikerfabrieken met gekalkt circuit (pH ca. 11) is het wel gewenst een aparte verzuring te laten plaatsvinden vóór de methaanreaktor.

De verzuring verloopt in het algemeen sneller dan de methaanvorming, zodat met een betrekkelijk klein apparaat kan worden volstaan.

Het zal nodig zijn chemicaliën toe te voegen nl. soda of natronloog voor de pH-regeling en stikstof en fosfor voor de opbouw van de bacteriecellen in de verhouding CZV : N : P = 850 : 5 : 1.

##### Concentratie en nabehandeling

Een CZV concentratie in het influent van ten minste 1500 à 2000 mg/l is wel gewenst, om de belasting met vloeistof van de reaktor niet te hoog te laten oplopen. Bij een zuivering van 90 % blijft dan rond 200 mg/l CZV in het effluent. Dit kan in een eenvoudige licht belaste actief slib installatie worden behandeld, waarbij ook de ammoniak in nitraat wordt omgezet.

##### Verwarming

Als influent van de reaktor in Halfweg wordt gebruikt het retourwater van het slibveld (gronddepot) waarin vrijwel alle suiker in zuren is omgezet. Dit wordt eerst voorgewarmd in een platen-warmte-uitwisselaar tegen het warme effluent en vervolgens bijgewarmd met behulp van een CV-installatie die op gas uit eigen pro-



Een vergroting van het reactorslib met de elektronenmicroscop. De methaan bacteriën (elk ongeveer 1/100 mm groot) zijn door een lijmachtige structuur met elkaar verbonden.

duktie werkt. Dit gas wordt daartoe in een gashouder gebufferd. Indien onvoldoende gas aanwezig is, wordt met aardgas bijgestookt (afb. 2). Voor volgende installaties wordt overwogen, het water vóór te warmen met afvalwarmte (bijv. uit de condensoren van het kookstation), zodat het methaangas elders in het bedrijf kan worden verstoekt.

##### Anaeroob slib

Het is goed voortdurend te bedenken dat het gehele proces van dit slib afhangt. Hoeveelheid en activiteit bepalen de capaciteit van de installatie. De 6 m<sup>3</sup> installatie is oorspronkelijk opgestart met slib uit een gemeentelijke slijkgisting en dergelijk slib is ook wel gebruikt om de hoeveelheid slib in de 30 m<sup>3</sup> reaktor te vergroten. De 200 m<sup>3</sup> reaktor is opgestart met aangepast slib uit de 30 m<sup>3</sup> reaktor (ca. 2000 kg droge stof). Overschot slib, dat in een campagne gekweekt zou worden, zal worden bewaard voor volgende installaties. Fraaie elektronenmicroscopische foto's van het slib werden vervaardigd op de Universiteit van Amsterdam [4].

##### Constructie details 200 m<sup>3</sup> reaktor

De nabezinker/gasafscheider  
Aan de bovenzijde van de reaktor is een constructie ingebouwd die tegelijk dient als gasafscheider, als nabezinker voor het slib en om het slib terug te voeren in de reaktor (3-fasen scheider). Het systeem werkt volgens een principe waarop door de CSM octrooi is aangevraagd in diverse landen. Het berust op het verschil in dichtheid van

de vloeistof binnen de trechter (met slib) en daarbuiten (met gasbellen).

In het geval van Halfweg zijn twee rechtehoekige trechters naast elkaar geplaatst, die samen het omschreven vierkant vormen rondom de cilindrische gistingstank (afb. 3 en 4).

De inhoud van 200 m<sup>3</sup> heeft betrekking op het totale apparaat d.w.z. tank en 3-fasenscheider tesamen.

##### Verdere dimensionering en capaciteit

De diameter van de tank is 7,5 meter, de vloeistofhoogte 4,5 meter. Rondom de tank is een ringleiding aangebracht, van waaruit een 10-tal leidingen de tangentielle inlaatpunten voeden, die zich nabij de bodem van de tank bevinden.

Het gas wordt afgevoerd vanuit drie gasverzamel punten, waarin zonodig het schuim met een sproeier kan worden bestreden. Bij een omzetting van 10 kg CZV/m<sup>3</sup> dg zou dit apparaat 2000 kg CZV per dag kunnen verwijderen. De theoretische maximum capaciteit ligt nog ten minste een faktor 3 hoger.

Of het mogelijk en verstandig is zulke hoge belastingen ook praktisch te realiseren en waar nu het werkelijke optimum ligt, dat zijn vragen waarop nu juist het praktijkwerk met dit prototype antwoord zal moeten geven.

##### Verdere ontwikkelingen en rapportage

Het onderzoek bij de CSM heeft in Nederland en daarbuiten veel belangstelling gekregen en bij diverse andere bedrijven worden op grotere of kleinere schaal proeven gedaan. De buiten gebruik gestelde 6 m<sup>3</sup> reaktor wordt gebruikt voor toepassingsresearch door het IBVL in Wageningen en staat momenteel bij een aardappelverwerkend bedrijf.

Een tussenrapportage over de resultaten van het WAZ project bij CSM over de periode 1 januari 1976 tot september 1977 zal vermoedelijk begin 1978 beschikbaar komen.

Een eindrapport wordt over ca. één jaar verwacht.

Het onderzoek over de biologie van het proces wordt op universitair niveau op verschillende plaatsen in ons land voortgezet.

##### Literatuur

1. Vletter, R. de, *Measures against water pollution in beet sugar processing industries*. Pure and applied chemistry 29, (1972) 113-128.
2. Vletter, R. de, and Gils, W. van, *Sugar losses in beet washing*. International Sugar Journal 76, (1974) 233-236, 266-269.
3. Vletter, R. de, and Gils, W. van, *Influence of the mechanical handling of sugarbeets on sugar yield in the factory*. The Sugar Journal, January 1976, 8-13.
4. Cohen, A., Zoetemeijer, R. J., Andel, J. G. van, *H<sub>2</sub>O 10*, (1977) 296-302.