

Directe toepassing van anaerobe waterzuivering op rioolwater

Inleiding

Tot op vandaag de dag worden anaerobe zuiveringsprocessen niet of nauwelijks geschikt geacht voor de behandeling van laag geconcentreerd afvalwater zoals bv. huishoudelijk afvalwater, en dikwijls evenmin voor de behandeling van afvalwater met een temperatuur beneden ca. 20 °C. Gezien recente ontwikkelingen in de procestechniek van anaerobe zuivering, t.w. de ontwikkeling van het zgn. UASB-proces (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) en het anaerobe filter (AF), alsmede de relatief gunstige

turen van ca. 20 °C inmiddels zijn verkregen, lijkt toepassing van anaerobe zuivering op rioolwater niet langer een utopie. Dit temeer daar uit recentere onderzoeken is gebleken dat methaanbacteriën bij 10 °C zeker nog ca. 10 % van de activiteit uitoefenen welke ze bij 30 °C ontplooiën. Indien derhalve kan worden gezorgd dat er een zo groot mogelijke hoeveelheid actief anaeroob slib in het zuiveringssysteem kan worden vastgehouden, en bovendien dat het contact tussen slib en afvalwater goed is, zal in principe ook weinig geconcentreerd en koud afvalwater vergaand anaeroob moeten zijn te zuiveren. Hiertoe is het uiteraard wel nodig dat de in het afvalwater aanwezige vervuilende stoffen voldoende goed afbreekbaar zijn. Uit onderzoek met complexere substraten zoals mest [1], rioolslib [2] en de droge stof van aardappel [3] is gebleken dat de snelheidsbepalende stap bij lagere temperaturen bij de 'vervloeiing' ligt en niet bij de methaangisting. Bij toepassing van het proces op ruw rioolwater moet derhalve bij lagere temperaturen rekening worden gehouden met een relatief grote slibaanwas. Naarmate de fractie niet afbreekbaar gesuspenderd materiaal in het afvalwater groter is zal een en ander resulteren in een lagere specifieke activiteit van het slib. De fractie methaanslib (F_{meth}) in het gevormde slib is globaal te berekenen met behulp van de volgende vergelijking:

$$F_{meth} = \frac{Y_{meth}}{100a + Y(1-a)Z} (1-Y)(1-a)Z$$



G. LETTINGA
Vakgroep Waterzuivering
Landbouw Hogeschool



R. E. ROERSMA
Vakgroep Waterzuivering
Landbouw Hogeschool



P. C. GRIN
Vakgroep Waterzuivering
Landbouw Hogeschool

resultaten die bij de behandeling van een aantal industriële afvalwaters bij tempera-

TABEL I - Berekende fractie methaanslib bij verschillende mate van afbreekbaarheid van het gesuspenderde materiaal.

$Z = 100\%$, $Y = 0,1$ g slib CZV/g CZV_{omgezet}
 $Y_{meth} = 0,05$ g methaanslib-CZV/g vetzuur-CZV.

a	F_{meth}
0,5	0,043
0,1	0,224
0,05	0,31
0	0,47

Hierin is:

a = fractie niet afbreekbaar van het gesuspenderde materiaal in het afvalwater

Z = % CZV-reductie van de fractie (1-a)

Y = de slibaanwasfactor (g/g) voor de

fractie (1-a) $\frac{Z}{100}$

Y_{meth} = de slibaanwasfactor voor methaanbacteriën uit vluchtige vetzuren (zijnde het voor methaanbacteriën geëigende substraat).

Tabel I geeft een indruk van de sterke afname in de methaangistingsactiviteit van het geproduceerde slib bij vergisting van een vast substraat met een toenemende fractie niet afbreekbaar materiaal. Op grond hiervan zal het duidelijk zijn dat het van groot belang is dat methoden worden ontwikkeld waarmee op eenvoudige en goedkope wijze de biologische afbreekbaarheid van niet of moeilijk afbreekbare stoffen (met name kan hierbij worden gedacht aan lignine) zou kunnen worden verhoogd.

TABEL II - Samenvatting van literatuurgegevens betreffende de anaerobe zuivering van rioolwater.

Het gebruikte afvalwater				Conditie		Resultaten (gemeten reducties)				Schaal waarop het onderzoek is gedaan	Opmerkingen	Ref.
BZV	CZV	TSS	TOC	temp.	HVT	BZV	CZV	TSS	TOC			
mg/l				°C	uren	%						
210-320	-	260-360	-	zomer	24	48-65	-	90-95	-	proeffabriek (AF + CT) ¹	niet geënt, in zomer gestart	4
242	528	368	-	10-16	22,4-13,4	35-50	-	72-80	-	demonstratieschaal (CT)	niet geënt, in winter gestart	5
"	"	"	-	16-21	22,4-13,4	35-50	-	ca. 77	-			
372-386	1207-1284	-	-	26,7	15	91(96)	78(92)	-	-	proeffabriek (CT + BT)	entslib: uitgegist slib	6
"	"	-	-	19,6	22	86(95)	72(90)	-	-		waarden tussen	
"	"	-	-	22,8	13,5	84(94)	70(90)	-	-		() : gefiltreerd	
"	"	-	-	22,0	12	78(93)	69(80)	-	-			
ca. 500				20	24	72-90	60-65	-	-	lab.schaal + proeffabriek (CT + AF)		7
60-180	-	60-210	30-120	11-25		ca. 50		65-85	60-80	proeffabriek (AF)		11
60-210	-	34-187	-	25-32	5	80		71		lab. schaal (AF)		8
113-282	250-572	68-203	-	25-33	5	83,8	71	85,8		"		
115-238	-	109-172	-	27,5	6,4*	72,5	-	56,8		proeffabriek (AF)	* gedurende 9 uur per dag	
112-310	-	59-336	-	31	6,4*	79,5	-	88,5		"		
-	119-205	-	-	20	8-24	-	68-72	-	-	lab. schaal (AAFEB)		9
-	215	-	-	20	2	-	77	-	-	"		
-	140-220	-	-	20	2-1	-	57-84	-	-	"		
-	170-320	-	-	20	8	-	68-92	-	-	"		

¹ AF = anaeroob filter; CT = contact tank; BT = bezink tank; AAFEB = attached anaerobic film expanded bed.

TABEL III - Resultaten verkregen met niet voorbezonden huishoudelijk afvalwater in kleine semi-technische UASB-installaties met uitgegist rioolslib als entmateriaal. (experimenten binnen een bepaald experiment zijn na elkaar uitgevoerd) [12].

Exp. no.	UASB reactor		Hydraulische belasting m ³ /m ³ /d ¹	Oppervl. belasting m/uur ¹	Temp. gebied °C	Duur v/d periode dagen	CZV _{tot} mg/l	Opgeloste fractie v/d CZV %	CZV-reductie		Reductie in SS %
	volume (l)	hoogte (m)							totaal ¹ %	opgelost ² %	
II	30	1	3,8	0,16	30	6	480-660	67-76	62-75	51-57	-
II	30	1	2,7-3,8	0,11-0,16	23	21	330-520	48-67	54-68	20-52	30-75
III A	30	1	1,2	0,05	21	26	700-860	56-68	50-78	50-55	70-80 ³
III B	30	1	1,2	0,05	21	26	700-860	56-68	52-77	50-55	- ³
III A	30	1	2,6	0,11	26	71	550-760	66-73	58-72	54-57	50-80 ³
III B	30	1	2,6	0,11	26	63	550-760	66-73	54-73	55-60	50-80 ³
III B	30	1	3,6	0,15	26	6	530-570	75-80	55-69	ca. 50	50-70
III B	30	1	3,6	0,15	21	12	420-620	77-85	59-70	55-60	20-60
III B	30	1	2,6	0,11	21	24	520-590	73-75	57-79	50-60	30-70
IV	120	1,75	1,2	0,08	16-18	40	450-910	47-71	55-75	20-60	55-80
IV	120	1,75	2,0	0,145	18-21	65	700-1200	40-60	72-78	25-60	70
V	120	1,75	1,6	0,12	13-17	28	450-730	62-85	50-68	21-51	90
V	120	1,75	1,0	0,07	14-17	17	470-750	69-85	49-63	27-55	90
V	120	1,75	0,6-0,75	0,04-0,05	12-18	110	420-920	55-95	48-70	30-45	90

¹ gebaseerd op ruw influent en gefiltreerd effluent, ² gebaseerd op gefiltreerd influent en gefiltreerd effluent.

³ parallele experimenten, ⁴ bij deze experimenten was de reaktor voorzien van een sponsje in de effluent goot.

Aangaande eventuele toepassing van anaerobe zuivering op rioolwater is nog slechts weinig onderzoek gedaan. Een samenvatting van de belangrijkste resultaten van elders op dit gebied uitgevoerd onderzoek geeft tabel II.

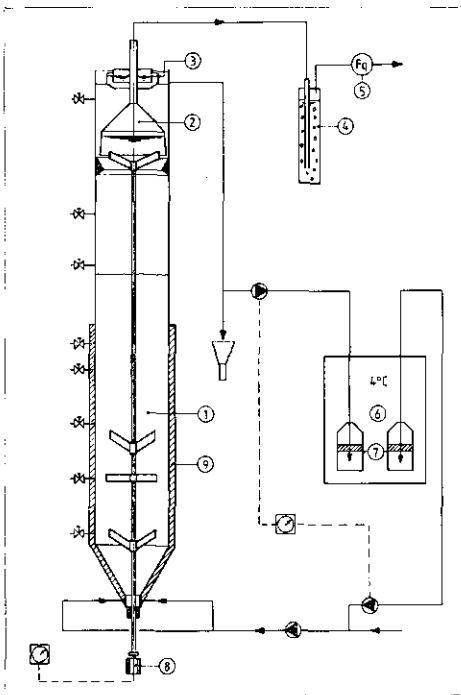
Het eerste vermeldenswaardige onderzoek naar de anaerobe zuivering van huishoudelijk afvalwater betreft dat van Coulter e.a. [4], die bij deze gelegenheid voor het eerst het anaerobe filter (AF) proces hebben geïntroduceerd. Het door hen onderzochte systeem bestond uit een 4,7 m³ conisch gevormde slibcontact tank waar het afvalwater opwaarts doorheen werd geleid en — als tweede trap — een 2,7 m³ AF, gepakt met rotsblokjes van 3,7 - 7 cm afmetingen. Op grond van de hiermee verkregen betrekkelijk gunstige resultaten werd dit proces enige jaren later door Fall e.a. [5] op demonstratieschaal voor het afvalwater van ca. 350 huizen uitgeprobeerd. De gebruikte installatie bestond uit een 12 x 6 x 5 m contact tank, gevolgd door een oxydatiebed en een oxydatievijver. Evenals in de experimenten van Coulter werd de contact tank zonder enting (voor welk doel men goed slijkgistingsslib had kunnen aanwenden) opgestart. In vergelijking met de resultaten van Coulter waren de resultaten met de demonstratietank — zoals blijkt uit tabel II — zeer teleurstellend. Bij nadere bestudering van de betreffende publicaties blijkt echter dat de tegenvallende resultaten in de demonstratie-installatie waarschijnlijk moeten worden toegeschreven aan de omstandigheid dat het systeem in wintertijd werd opgestart; als gevolg van de heersende lage temperaturen is het gistingproces nooit goed op gang gekomen. Coulter daarentegen startte zijn installatie juist in de zomer op, d.w.z. bij temperaturen boven 20 °C.

Relatief gunstige resultaten zijn in Z.-Afrika verkregen, nl. door Simpson [6] met een 1,7 m³ gistinginstallatie gecombineerd met twee in serie geplaatste nabezinktanks van 0,45 m³ inhoud, en door Pretorius [7] met een twee-traps installatie bestaande uit een opwaarts doorstroomde contact tank gevolgd door een anaeroob filter. In beide gevallen is gewerkt bij relatief hoge temperaturen (zie tabel II). Dit was eveneens het geval voor de experimenten van Raman [8] met een pilot plant AF (1,6 x 1,6 x 1,4 m gepakt met 2,5 - 3,5 cm steenbrokjes tot 1,2 m hoogte) en een lab. AF (t.w. een plexiglas kolom van 10,8 cm diameter, gepakt met 2 - 2,5 cm steenbrokjes eveneens tot 1,2 m hoogte). De verkregen zuivering was bevredigend tot goed te noemen.

Uit pilot plant AF experimenten (1,5 m diameter kolom met conische bodem en 5,6 m hoog, waarvan 5,67 m³ gepakt met Raschig ringen) uitgevoerd door Genung [11] kan worden afgeleid dat ook bij lagere temperaturen (11 - 13 °C) bevredigende resultaten kunnen worden verkregen. De potentiële toepasbaarheid van het UASB-proces op de zuivering van huishoudelijk afvalwater bij temperaturen van 14 °C blijkt ook uit resultaten van uitgebreid vooronderzoek in 1 tot 2 m hoge UASB-reactoren (30 tot 120 liter inhoud) uitgevoerd in de proefhal van de vakgroep Waterzuivering in Bennekom (zie tabel III). Wat betreft de eventuele toepassing van het proces wordt voorshands gedacht aan tropische ontwikkelingslanden, en voor wat betreft gematigde gebieden aan behandeling van het afvalwater van geïsoleerde bebouwing (wegrestaurants, ziekenhuizen, kazernes, afzonderlijke woningen) en van campings. In al deze gevallen zou de ontwikkeling van een qua werking sterk verbeterd septic tanksysteem zeer welkom zijn.

Gezien de behoefte aan eenvoudige en goedkope zuiveringsmethoden voor huishoudelijk afvalwater in vele ontwikkelingslanden, hebben we het onderzoek bij de vakgroep in eerste instantie toegespitst op de toepassing van het proces op afvalwater met een temperatuur van minimaal ca. 17 °C. Sinds mei 1979 wordt een en ander in een 6 m³ UASB-reactor bestudeerd. Evenals in het vooronderzoek is hierin uitgegist slib van betrekkelijk slechte kwaliteit als entmateriaal gebruikt. De tot nu toe verkregen resultaten geven aan dat ook op grotere schaal zuiveringseffecten tot 75 - 80 % CZV-reductie zijn te realiseren. Bovendien is uit uitgebreid vooronderzoek gebleken dat het anaerobe effluent op eenvoudige en goedkope wijze aerob/micro-aerofiel zeer vergaand is na te zuiveren. Op een en ander zal binnenkort uitvoeriger worden teruggekomen.

Nu de toepassing van anaerobe zuivering meer en meer ingang vindt, zal in de nabije toekomst in plaats van slijkgistingsslib ook slib afkomstig uit industriële anaerobe zuiveringsinstallaties als entmateriaal kunnen worden gebruikt. Dit soort slib is dikwijls, zowel wat betreft activiteit als bezinkeigenschappen, aanzienlijk beter dan slijkgistingsslib, en verwacht mag dan ook worden dat bij gebruik hiervan als entmateriaal betere resultaten zijn te verkrijgen dan met slijkgistingsslib, d.w.z. onder meer een hoger zuiveringseffect, toepassing van hogere belastingen en gebruik van het proces bij lagere temperaturen. De bedoeling van het hier beschreven onderzoek is vast te stellen welke mogelijkheden het gebruik van dit 'goede' entmateriaal voor de toepassing van het proces op de zuivering van huishoudelijk afvalwater onder hier heersende klimatologische omstandigheden zou kunnen bieden.



Afb. 1 - Gebruikte proefopstelling. (1) UASB-reactor met slibbed (inhoud 120 liter, hoogte 270 cm, inclusief de conisch toelopende bodem), (2) gasklok, (3) getande overstort + duikschot, (4) waterslot, (5) natte gasmeter, (6) koelkast, (7) monstervaten voor influent en effluent, voorzien van een laag schuimplastic deeltjes om zuurstoftoevoer te beperken, (8) roermotor bediend door tijd klok (evenals de slangenpompjes voor monsternamen). Monsterpunten bevinden zich op de volgende hoogte (startend bij het cilindrisch gedeelte van de reactor): 5, 14, 25, 33, 45, 63, 73, 83, 90, 111, 130 en 170 cm.

Experimenteel

Proefopstelling

De experimenten zijn uitgevoerd in een 120 liter opstroom reactor (diameter 28,8 cm, hoogte ca. 190 cm, inclusief de conisch toelopende bodem). De driefasenscheider is geplaatst in de bovenste 30 cm van de reactor, waarmee een volume van 15 liter voor de bezinkruimte is gecreëerd. Over de hoogte van de reactor zijn acht monsterpunten aangebracht; de met het monsterpunt corresponderende hoogten zijn vermeld in de tekst onder afb. 1, waarin de proefopstelling schematisch is weergegeven. Het onderste deel van de reactor is geïsoleerd zodat er tijdens het verblijf van het afvalwater hier slechts een geringe opwarming kan plaatsvinden. De proefopstelling is opgesteld in de proefhal van de vakgroep te Bennekom.

Het gebruikte entslib is afkomstig uit de 30 m³ proefreactor van de CSM te Breda en is korrelig van hoedanigheid. De specifieke activiteit van het slib, gemeten in een ladingsgewijs uitgevoerd experiment met een mengsel van vluchtige vetzuren als voeding, t.w. 600 mg/l (C₂ + C₃ + C₄),

bedraagt ca. 1,0 g CZV/g VSS/dag bij 30 °C. De reactor is aan het begin van het experiment gevuld met 75,1 liter slib met een DS-gehalte van 5,65 % (organische stofgehalte van het slib bedroeg: 77,5 %). Het onderzoek is uitgevoerd met niet voorbezonden rioolwater van het dorp Bennekom. Het afvalwater is vrijwel volledig van huishoudelijke oorsprong. Aangezien Bennekom over een gemengd rioelstelsel beschikt, is de vervuiling van het afvalwater nogal aan grote schommelingen onderhevig. De samenstelling van het naar de proefhal aangevoerde rioelwater wordt bovendien nogal sterk beïnvloed door de aanwezigheid van bergingsbassins bij de zuiveringsinstallatie van Bennekom (een oxidatiesloot, type Carroussel). Tijdens het schoonspelen van dit bassin komt tijdelijk een relatief hoog gehalte aan gesuspendeerd materiaal in het naar de installatie(s) aangevoerde afvalwater voor.

Uitgevoerde analyses en metingen

Het proces is gevolgd aan de hand van CZV-metingen van 24-uurs of in sommige gevallen 48-uurs mengmonsters van het influent en (sinds 3/1/'80) óók van het effluent. Vóór jan. 1980 werden steekmonsters genomen over een periode van ca. 1 uur. De monstervaatjes voor de mengmonsters waren in een koelkast (4 °C) geplaatst; om de toevoer van zuurstof zoveel mogelijk te beperken waren de vaatjes voorzien van een hoeveelheid schuimplastic deeltjes, die een kunstmatige drijfslag op de verzamelde vloeistof vormen. Op deze wijze bemonsterd, vindt er nauwelijks of geen CZV-verandering plaats over een periode van 2-3 dagen. De

CZV-metingen zijn uitgevoerd op niet en op wél gefiltreerde in- en effluent-monsters. Incidenteel zijn ook TOC-metingen uitgevoerd; tevens zijn een aantal totaal-N en PO₄³⁻-P metingen op in- en effluent monsters verricht.

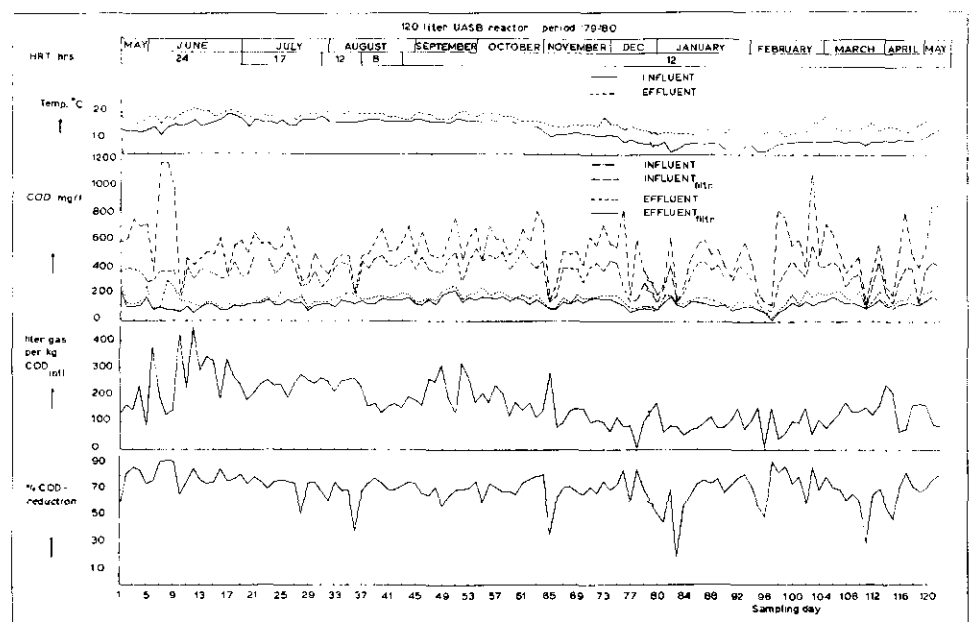
De gasproductie is gemeten met behulp van natte gasmeters; aflezing vond zoveel mogelijk dagelijks plaats. De gassamenstelling is incidenteel gaschromatografisch gemeten (1,8 m Porapak-Q-60/80-kolom, d_i = 2 mm, temp. 60 °C, katharometer detector, temp. 75 °C, dragergas He voor CH₄ en CO₂).

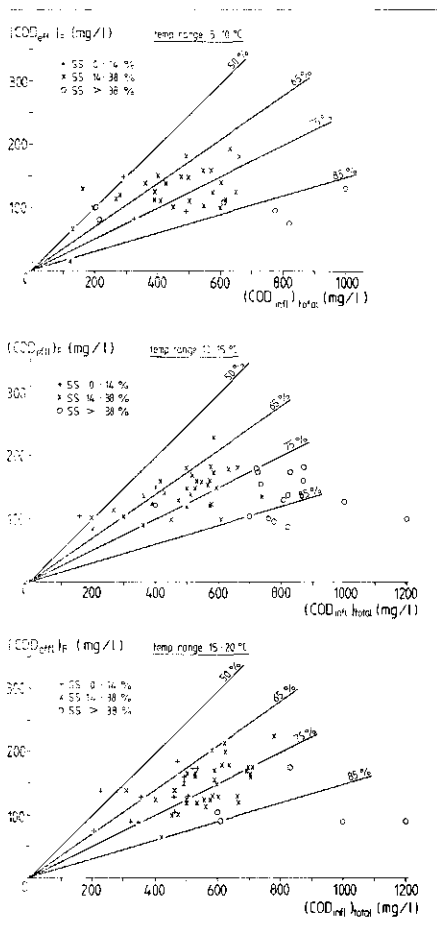
Tot de dagelijkse routinemetingen behoorden voorts de influent en effluent temperatuur. Effluent pH-waarden zijn incidenteel bepaald aan steekmonsters. Tenslotte is d.m.v. bemonstering over de hoogte van de reactor getracht een indruk te krijgen van de hoeveelheid slib in de reactor, alsmede van de plaats waar zich het slib bevindt.

Proefomstandigheden

Het afvalwater is behandeld bij een temp. van max. 3 °C hoger dan de temperatuur waarmee het de proefhal binnenkomt. Weliswaar is de effluenttemperatuur nooit lager geweest dan 12 °C, maar aangezien de opwarming vnl. plaatsvindt in het bovenste deel van de reactor en de zuivering vooral wordt bewerkstelligd in het geïsoleerde onderste deel van de reactor, mag worden gesteld dat de behandelingstemperatuur dicht bij de influenttemp. ligt. De experimenten zijn gestart in mei 1979 bij een vloeistofverbleeftijd (HRT) van 24 uur. De hydraulische belasting is in stappen verhoogd, nl. tot HRT = 17 uur, op 2-7-1979,

Afb. 2 - Resultaten verkregen over het eerste jaar met de 120 liter UASB-reactor.





Afb. 3 - Gefiltreerde effluent CZV-waarden, $(COD_{eff})_F$, als functie van de ongefiltreerde influent-CZV waarden, $(COD_{infl})_{total}$, opgesplitst voor de temperatuurgebieden 5 - 10 °C, 10 - 15 °C en 15 - 20 °C.

tot HRT = 12 uur, op 30-7-1979, tot HRT = 8 uur, op 13-8-1979. Vanaf 23-8-1979 tot het einde van de hier beschouwde proefperiode (9-5-1980) is gewerkt bij HRT = 12 uur (betrokken op het totale reactorvolume). Met uitzondering van een korte onderbreking gedurende de kerstdagen 1979 (van 21-12-1979 tot 2-1-1980) is de reactor continu gevoed.

Resultaten

De verkregen resultaten zijn zoveel mogelijk samengevat in afb. 2. In deze afb. zijn tevens de toegepaste proefomstandigheden, verblijftijd en temperatuur vermeld. Als tijdschaal is gebruikt de dagnummering waarop is bemonsterd. Boven in de grafiek zijn de corresponderende maanden genoemd. De CZV-reductie is berekend op basis van gefiltreerde effluentmonsters en ongefiltreerde influentmonsters. Een en ander geeft een goed beeld van het maximaal bereikbare zuiveringseffect onder de toegepaste proefomstandigheden, aangezien het in het effluent aanwezige gesuspendeerde

materiaal voor het overgrote deel bestaat uit zeer goed bezinkbare deeltjes. De berekende CZV-reducties geven daarom eveneens een goed beeld van wat er in de praktijk haalbaar is, dit temeer daar in feite slechts een geringe hoeveelheid gesuspendeerd materiaal uitspoelt. Om een wat betere indruk te verkrijgen van een eventueel effect van de hoogte van het influent-CZV (mate van verdunning) en de temperatuur zijn in de afb. 3 voor de drie temperatuurgebieden 15 - 20 °C, 10 - 15 °C en 4 - 10 °C (d.i. rioolwatertemperatuur, de temperatuur in de gistingsruimte van de reactor is maximaal 3 °C hoger !) de gefiltreerde effluent CZV-waarden uitgezet tegen de ongefiltreerde influent-CZV-waarden. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen de meetpunten verkregen met respectievelijk meer dan 38 % CZV_{SS}, 14 - 38 % CZV_{SS} en 0 - 14 % CZV_{SS}. Het blijkt dat de verschillen tussen de onderscheiden temperatuurgebieden gering zijn. Het overgrote deel van de meetpunten ligt tussen de lijnen van 65 tot 85 % CZV-reductie. Wel is het zo dat in het temperatuurgebied 15 - 20 °C minder meetpunten met een zuiveringseffect lager dan 65 % worden gevonden dan in de beide andere temperatuurgebieden.

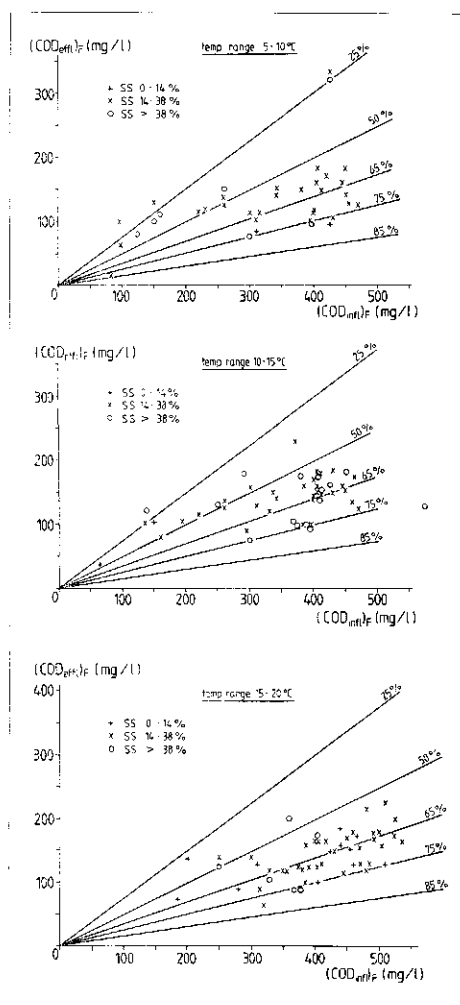
Zoals te verwachten worden zeer hoge zuiveringseffecten gevonden, t.w. hoger dan 85 %, indien de fractie gesuspendeerde CZV in het influent > 38 %. De lage zuiveringseffecten van < 65 % worden voornamelijk gevonden met minder geconcentreerd afvalwater (t.w. CZV < 400 mg/l); bij influent-CZV-waarden > 500-600 mg/l ligt de CZV-reductie steeds tussen 65 - 90 %.

In afb. 4 zijn de gefiltreerde effluent-CZV-waarden uitgezet tegen de gefiltreerde influent CZV-waarden. Deze afb. geeft een beeld van de overall verwijdering van de opgeloste CZV. Naast verwijdering van opgelost materiaal hebben we bij de zuivering van ruw rioolwater uiteraard ook te maken met vorming van opgelost organisch materiaal als gevolg van optredende vervloeiing van het in een eerder stadium afgevangen gesuspendeerd materiaal. In geval de vorming van opgelost materiaal groter is dan de afbraak, wordt een negatief zuiveringseffect verkregen op basis van gefiltreerde influent-CZV-waarden. De resultaten in afb. 4 geven aan dat het merendeel van de meetpunten een zuiveringseffect van 50 - 70 % geldt. Vooral echter bij influent CZV-waarden lager dan ca. 300 mg/l worden nogal wat waarden beneden 50 % gevonden. Dit is met name het geval voor het temperatuurgebied 4 - 10 °C.

Wat betreft de gasproductie is er sprake van een duidelijk effect van de temperatuur.

Gedurende de zomerperiode (15 - 20 °C) schommelt de gasproductie rond de 220 l biogas/kg CZV_{infl}. In de herfst en in het voorjaar is dit nog maar ca. 120 l/kg, terwijl gedurende de winter gemiddeld ca. 100 l/kg wordt geproduceerd. Overigens vertoont de gasproductie per kg CZV_{infl}, zoals blijkt uit afb. 2, sterke schommelingen. Dit vindt primair zijn oorzaak in de sterke variaties in de aard en in de hoogte van de vervuiling van het rioolwater, met name in het gehalte aan gesuspendeerde stof. Deze gesuspendeerde stoffen worden in eerste instantie in het slibbed afgevangen, en kunnen pas in methaan worden omgezet, nadat ze als substraat voor de methaanbacteriën beschikbaar zijn gekomen. Vooral bij lagere temperaturen verloopt de hydrolyse nogal traag, met als gevolg dat de afvangst van een relatief grote hoeveelheid gesuspendeerd materiaal zich pas na verloop van enige tijd, d.w.z. na dagen of mogelijk zelfs na maanden, weerspiegelt in een verhoogde

Afb. 4 - Gefiltreerde effluent CZV-waarden, $(COD_{eff})_F$, als functie van de ongefiltreerde influent-CZV waarden, $(COD_{infl})_F$, opgesplitst voor de temperatuurgebieden 5 - 10 °C, 10 - 15 °C en 15 - 20 °C.



TABEL IV - Oplosbaarheid van een aantal gassen in ml/l water (gereduceerd tot 0 °C en 760 mm Hg) bij een partiële druk van 760 mm Hg.

Gas	mol.gew.	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C
stikstof	28	23,0	18,5	15,5	13,6
zuurstof	32	49,1	38,4	31,4	26,7
kooldioxyde	44	1710	1190	878	665
methaan	16	55,6	41,8	33,1	27,6

gasproductie. Op grond hiervan mag worden verwacht dat aan het begin van de zomer 1980 een sterk verhoogde gasproductie zal optreden, mits althans het geaccumuleerde substraat niet reeds uit de reactor is gespuid. Dit laatste is nauwelijks het geval geweest (nl. slechts ca. 1 l.).

Voor zover thans bekende is er gedurende de zomer 1980 inderdaad weer een verhoogde gasproductie opgetreden, maar toch gemiddeld niet zo hoog als gedurende de zomer 1979.

Een andere reden voor het optreden van een lagere gasproductie gedurende perioden met lagere temperaturen is de aanzienlijk grotere oplosbaarheid van gassen bij lagere temperaturen. Tabel IV geeft een indruk van het effect van de temperatuur op de oplosbaarheid van resp. N₂, O₂, CO₂ en CH₄.

Indien men zich realiseert dat uit 500 mg CZV maximaal slechts 0.175 l CH₄ (0 °C, 760 mm Hg) kan worden geproduceerd, zal bij een temperatuur van 10 °C al bijna 25 % van het geproduceerde methaan met het effluent het systeem hebben verlaten, dit temeer daar er ook nog sprake kan zijn van enige oververzadiging van de oplossing. Anderzijds bevat het gevormde biogas niet alleen methaan, maar ook CO₂ en N₂. Het laatste gas is afkomstig uit het aangevoerde influent en wordt door het biogas uit de waterfase gestript. Analyses hebben aangetoond dat in de regel niet meer dan 2 - 4 % CO₂ in het gas aanwezig is; het merendeel van de gevormde CO₂ lost in de relatief grote hoeveelheid water op. Het N₂-gehalte varieert van 14 tot 22 % N₂. Aangezien de oplosbaarheid van CH₄ in water tweemaal zo groot is als die van N₂, kan worden gesteld dat met het effluent *minstens* tweemaal zoveel CH₄ de reactor verlaat, als er aan N₂ in het gevormde biogas zit. De totaal gevormde hoeveelheid biogas mag derhalve worden gelijkgesteld aan wat er aan methaangas wordt gevormd. Het zal tevens duidelijk zijn dat er, naarmate het afvalwater verdunder is, relatief meer van het gevormde methaan met het effluent de reactor zal verlaten.

Bij een zuiveringseffect van 75 % zal 750 mg CZV per gram aangevoerde CZV worden verwijderd, hetgeen bij volledige omzetting in CH₄ zou betekenen dat 264 ml CH₄/g CZV_{aangevoerd} (0 °C, 760 mm Hg)

TABEL V - TOC- en COD-reducties gemeten gedurende een aantal dagen.

Dag no.	Infl. vervuiling in mg/l				Effl. vervuiling in mg/l				berekend zuiveringseffect in %					
	totaal		gefiltr.		totaal		gefiltr.		O/O ¹		G/G ²		G/O ³	
	COD	TOC	COD	TOC	COD	TOC	COD	TOC	COD	TOC	COD	TOC	COD	TOC
94	593	165	394	116	149	90	106	32	74,9	69,7	73,1	72,4	82,1	80,6
95	444	134	317	92	121	26	114	26	72,7	80,6	64	71,7	74,3	80,6
97	144	85	96		79	36	72		45,1	57,6	25		50	
99	829	182	286	86	178	42	131	36	78,5	76,9	54,2	58,1	84,2	80,2
100	778	288	372	114	124	32	96	24	84,1	88,9	74,2	78,9	88,3	91,3
—		384		170		44		28		88,5		83,5		88,5
101	611	222	394	137	132	48	117	38	78,4	78,4	70,3	72,3	80,9	82,9

¹ O/O = op basis van ongefiltreerde influent en effluent monsters,

² G/G = op basis van gefiltreerde influent en effluent monsters,

³ G/O = op basis van gefiltreerde effluent en ongefiltreerde influent monsters.

zal worden gevormd. Gedurende de zomer vinden we gemiddeld ca. 220 ml/g (weliswaar als biogas, maar dit mag zoals boven is uiteengezet minimaal worden gelijkgesteld aan het totaal gevormde methaangas), hetgeen betekent dat een zeer groot deel van de verwijderde organische stof wordt omgezet in methaan, nl. 80 - 85 %. De slib-aanwasfactor bedraagt dienovereenkomstig slechts 0,15 - 0,2 g slib-CZV/g CZV_{verwijderd}, hetgeen voor niet voorbezonden rioolwater uitzonderlijk laag is. Gedurende de wintertijd wordt gemiddeld nog steeds 100 ml biogas/g CZV_{aangevoerd} geproduceerd (in werkelijkheid ligt dit gezien de grotere oplosbaarheid van gassen bij lagere temperaturen zeker een 10 - 20 % hoger), hetgeen bij een gemiddeld zuiveringseffect van 75 % betekent dat altijd nog ca. 40 % van het verwijderde CZV in methaangas wordt omgezet.

Zuivering op TOC-basis

Gedurende een aantal dagen zijn naast COD-metingen ook TOC-gehalten bepaald. De verkregen uitkomsten zijn vermeld in tabel V. Het blijkt dat de TOC-reducties vrijwel overeenkomen met de gemeten COD-reducties, of gemiddeld zelfs iets hoger liggen.

Slib-hoeveelheid in de reactor

Er is over de gehele experimentele periode slechts ca. 1 l slib met een slibgehalte van 50 gr DS/l uit de reactor verwijderd. Desondanks was de reactor na 1 jaar vrijwel continu in bedrijf te zijn geweest (uitgezonderd de 11 dagen gedurende Kerstmis) nog steeds niet geheel 'vol'. Door middel van bemonstering over de hoogte van de reactor is getracht een schatting te maken van de hoeveelheid slib in de reactor. Als gevolg van een gebrek aan monsterpunten in het bovenste deel van de reactor is dit echter niet goed mogelijk. Wel is gebleken dat in de onderste 60 liter van de reactor het DS-gehalte 6-7 % bedraagt, en daarboven nog altijd 3.5 - 5 %. Het korrelige

slib bevindt zich vooral in de benedenste 30 l, daarboven is het slib vlokkelig van aard.

Gezien de grote schommelingen in de vervuiling van het afvalwater en gezien de omstandigheid dat niet op alle dagen is bemonsterd, kan uiteraard geen sluitende materiaalbalans worden opgesteld. Wel kan een globale schatting worden gemaakt. Over de gehele proefperiode is in het totaal 73,25 m³ rioolwater door de reactor geleid. Aan biogas is er over deze periode geproduceerd 6,99 m³, hetgeen overeenkomt met een hoeveelheid CH₄-CZV van minimaal 19,1 kg (n.b. aangenomen mag worden dat er meer CH₄ met het effluent het systeem verlaat dan er aan N₂+CO₂ in het biogas aanwezig is). Nemen we voor de gemiddelde influent-CZV voor de gehele onderzoekperiode een waarde van 550 mg/l, dan zal bij een gemiddeld zuiveringseffect van 70 % een hoeveelheid CZV van 0.7 x 73,25 x 0.55 = 28.2 kg moeten zijn verwijderd. Het overgrote deel hiervan is omgezet in CH₄, t.w. 19.1/28.2 x 100 = 67,7 %. Aan slib-CZV is geproduceerd 28,2 - 19,1 = 9,1 kg d.w.z. gemiddeld 124,2 mg/l_{infl.}. Zoals blijkt uit de resultaten in afb. 2 spoelt een deel van het gevormde slib uit; gemiddeld heeft de slibuitspoeling ca. 40 mg/l bedragen, zodat op basis van deze schatting ca. 2,9 kg slib-CZV is uitgespoeld, en derhalve moet er ca. 6,2 kg slib-CZV in de reactor zijn achtergebleven. Aangezien de slibconcentratie ca. 5 - 6 % DS bedraagt, en het CZV van slib in het bovenste deel van het slibbed in de orde van grootte van 1,3 g CZV/g DS ligt (beneden in de reactor slechts ca. 1,0 g CZV/g DS), zal deze 6,2 kg slib-CZV een volume van minimaal ca. 70 liter innemen. Gezien de in de reactor gebrachte hoeveelheid entslib, zijnde 4,24 kg DS hetgeen overeenkomt met een slibvolume van ca. 65 liter (met 6,5 % DS), zou de reactor al enige tijd voor het einde van de hier beschouwde proefperiode geheel 'vol' geweest moeten zijn, hetgeen nog niet het geval was. Niettemin kan

TABEL VI - *Schatting van de conversie van verwijderde CZV naar CH₄-CZV en slib-CZV op basis van aangenomen gemiddelde influent CZV-waarden van 500 en 550 mg/l en gemiddelde CZV-reducties van 70 en 75 % (19,1 kg CZV-CH₄ gevormd over de beschouwde onderzoeksperiode). (vergel. afb. 2)*

Influent-CZV mg/l	CZV-reductie %	Berekende CZV-verwijderd over onderzoeksperiode: kg	Omgezet in CH ₄ -CZV		Omgezet in slib-CZV	
			% van CZV _{verw.}	kg	% van CZV _{verw.}	kg
550	70	28,2	68	9,1	32	
500	70	25,6	75	6,5	25	
550	75	30,2	63	11,1	37	
500	75	27,4	70	8,3	30	

worden gesteld dat we met deze schatting niet ver bezijden de werkelijkheid zitten. Zou bv. i.p.v. de aangenomen waarde voor het influent CZV van 550 mg/l een waarde van 500 mg/l moeten worden genomen (omdat het dichterbij de werkelijkheid ligt), dan is bij een zuiveringseffect van 70 % over de gehele proefperiode $0,7 \times 0,5 \times 73,25 = 25,6$ kg CZV verwijderd, waarvan $25,6 - 19,1 = 6,5$ kg in de vorm van slib. Bij een totale uitgespoelde hoeveelheid slib van 2,9 kg, zal dus slechts 3,63 kg slib-CZV in de reactor kunnen achterblijven, m.a.w. minimaal ca. 46 liter, hetgeen al heel goed mogelijk is. Berekeringen uitgevoerd bij een aangenomen zuiveringseffect van 75 % i.p.v. 70 % en eveneens voor influent-CZV-waarden van 550 en 500 mg/l, zijn tezamen met de bovenstaande samengevat in tabel VI.

Op dezelfde basis als hierboven zijn voor de verschillende deelperioden eveneens schattingen gemaakt van de doorgevoerde en verwijderde hoeveelheid CZV, terwijl op basis van de biogas productie weer de over de betreffende perioden gevormde hoeveelheid CH₄-CZV is berekend (zie Tabel VII).

Zoals eerder opgemerkt is gedurende de periode 21-12-1979 tot 2-1-1980 de reactor niet gevoed, hetgeen ons de gelegenheid bood na te gaan hoeveel nagassing er plaatsvindt. Er bleek over deze 11 dagen 72 liter gas geproduceerd te zijn, d.w.z. gemiddeld 6,5 liter/dag tegen normaal op een dag bij dwa en HVT = 12 uur 25 - 35 l/d in zomertijd, en 15 - 20 l/d gedurende wintertijd. Gezien het feit dat in de reactor reeds een zekere hoeveelheid substraat moet zijn geaccumuleerd en dat de temperatuur van de reactorinhoud gedurende het grootste deel van de vakantieperiode ca. 15 °C zal zijn geweest, kan worden gesteld dat in feite betrekkelijk weinig nagassing is opgetreden; er is slechts 205 g CZV omgezet in CH₄. Het in de reactor aanwezige slib lijkt inderdaad vergaand gestabiliseerd hetgeen in zekere zin een bevestiging vormt voor de juistheid van de boven gevonden hoge conversiefactor naar methaan. Ook inmiddels uitgevoerde uitgangsexperimenten bij 30 °C met slib uit de reactor wijzen hierop. Enigszins in

strijd hiermee lijkt het relatief hoge organische stofgehalte van het slib te zijn, t.w. ca. 75 % terwijl dit voor goed uitgestigt slijk normaal in de buurt ligt van 55 % [10]. Een mogelijke oorzaak hiervoor zou kunnen zijn dat een deel van de anorganische stof met de doorgevoerde grote hoeveelheid water in opgeloste vorm uit het systeem wordt gespoeld.

Slotbeschouwing

De hier beschreven experimenten hebben betrekking op een proefperiode van één jaar, en hoewel het gewenst is gegevens te verkrijgen over een langere periode, is het o.i. gerechtvaardigd te stellen dat anaerobe (voor)zuivering van rioolwater onder Nederlandse klimatologische omstandigheden niet langer als een utopie behoeft te worden beschouwd. Integendeel, de verkregen resultaten geven duidelijk aan dat zelfs bij relatief lage temperaturen — zij het dan ook (tot nu toe althans) bij gebruik van het kwalitatief goede korrelige (op bietsuikerafvalwater gecultiveerde) entslib — een dermate vergaande CZV-reductie kan worden gerealiseerd, dat toepassing in de praktijk voor tal van situaties interessant zou kunnen zijn. Hierbij kan ondermeer worden gedacht aan afvalwater van wegrestaurants, ziekenhuizen, kazernes, afzonderlijke flats, huizen, campings, mogelijk zelfs óók aan rioolwater, met name bij gescheiden rioleringsystemen. In hoeverre hieraan behoefte bestaat of t.z.t. zal gaan bestaan zal de tijd moeten leren. Voorlopig

is het van belang op een aantal punten meer informatie te verkrijgen aangaande:

1. in hoeverre het systeem ook in het tweede en derde jaar bevredigend blijft werken,
2. welke belastingen haalbaar zijn (organisch zowel als hydraulisch),
3. hoe de slibeigenschappen zich ontwikkelen, m.a.w. blijft het korrelslib ook in het tweede jaar als zodanig bestaan en hoe ontwikkelt de slibactiviteit zich, zowel van het korrel- als van het vlokke slib,
4. hoe hoog ligt de slibproductie,
5. de wijze waarop het voorbehandelde afvalwater moet (óf het beste zou kunnen) worden nagezuiverd,
6. in welke mate stankstoffen worden gevormd, en/of nog aanwezig zijn. Op verschillende van deze zaken is/wordt onderzoek gedaan en globaal is op een aantal vragen reeds antwoord te geven. Zo kan de surplus slibproductie worden gesteld op 8.5 — 5.3 kg DS/i.e./jaar (of ca. 170 - 106 l/i.e./jaar met een DS-gehalte van 5 %) d.w.z. in DS is dit slechts 40 - 25 % van de slibproductie van actiefslib installaties voorzien van een slijkgistingsinstallatie (Imhoff-gegevens). Qua hoedanigheid kan het slib worden beschouwd als vergaand gestabiliseerd en goed ontwaterbaar. Een en ander heeft betrekking op het vlokke slib dat zich in het bovenste deel van het slibbed verzamelt, aangezien waarschijnlijk vooral dit slib in de eerste plaats voor spui in aanmerking komt. In hoeverre dit mettertijd eventueel werkelijk het geval zal zijn, zal afhangen van de kwaliteit van het slib. Mocht blijken dat het korrelslib op den duur minder actief wordt dan het vlokke slib, dan zal wellicht juist het korrelslib moeten worden geloosd.

* Op basis van de doorgevoerde hoeveelheid afvalwater en een gemiddelde influent-CZV van 500-550 mg/l kan het aantal behandelde i.e.'s worden geschat op ca. 380. (Voor 1 i.e. = 135 g CZV en 200 l afvalwater/dag).

TABEL VII - *Globale balansen opgesteld over verschillende subperioden. Doorgevoerde hoeveelheid afvalwater over de verschillende proefperioden, alsmede berekende hoeveelheid gevormde CH₄-CZV, globaal geschatte hoeveelheid doorgevoerde CZV en verwijderde hoeveelheid CZV.*

Periode	Duur Periode dagen	HVT uur	Totaal ¹ doorgevoerd		Totaal gas gevormd liter	CH ₄ -CZV kg	CZV _{verw.} ² kg
			liter	kg CZV			
1-19	40	24	4800	2,4	555	1,58	1,68
20-31	28	17	4750	2,37	571	1,63	1,66
32-37	14	12	3360	1,58	288	0,82	1,11
38-43	10	8	3600	1,8	310	0,88	1,26
44-72	120	12	28800	14,4	3226	9,19	10,1
73-122	130	12	31200	15,6	1680	4,79	10,9

¹ Op basis van een aangenomen (geschat) gemiddelde influent CZV van 500 mg/l (over de totale periode!).

² Op basis van 70% reductie van de doorgevoerde hoeveelheid CZV.

Wat betreft de toe te passen nabehandeling rest BCV, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ kan worden gedacht aan een oxydatiesloot, een conventionele actief slib installatie of een oxydatiebed, al naar gelang van wat eventueel al aanwezig is en/of de mate waarin het energieverbruik verder moet worden teruggebracht. Toepassing van anaerobe voorzuivering alleen leidt tot ca. 50 % besparing op het energieverbruik (exclusief de opbrengst van biogas!). Alvorens het anaerobe effluent aan de nazuivering te onderwerpen zou kunnen worden overwogen het hierin opgeloste methaangas — tezamen met geringe hoeveelheden andere vluchtige stoffen — uit de waterfase te verwijderen en ook voor gebruik terug te winnen door middel van een stripproces. Uit reeds uitgevoerd onderzoek betreffende de nazuivering, waarbij het accent momenteel ligt op de toepassing van een 'micro-aërobie fase', is gebleken dat het anaerobe effluent op deze wijze zeer vergaand is te zuiveren. Een en ander kan waarschijnlijk worden gerealiseerd met een minimum aan verbruik van hoogwaardige energie. Wat betreft eventuele stankoverlast — een van oudsher tegen anaerobe gisting aangevoerd bezwaar — kan worden gesteld dat zich wat dit betreft nauwelijks of geen problemen zullen voordoen. Het proces speelt zich in een volledig afgesloten ruimte af, het geproduceerde gas met de hierin aanwezige stankstoffen wordt opgevangen en verbrand t.b.v. verwarming of electriciteitsopwekking, en het effluent van de reactor zal nauwelijks nog problemen kunnen geven, zeker niet wanneer opgelost methaan + geringe hoeveelheden vluchtige stankstoffen uit de oplossing worden gestript, alvorens het water aan de nabehandeling wordt onderworpen. Vrijwel alle aanwezige-potentieel stankvormende-stoffen zijn bij de anaerobe voorbehandeling uit het water verwijderd en wat resteert zijn geringe hoeveelheden opgeloste vluchtige stoffen (o.a. zwavelhoudend) die eenvoudig uit het water zijn te elimineren. De voorgestelde methode van anaerob voorzuiveren zou ook in geval men te kampen heeft met stankoverlast als gevolg van aanvoer van aangerot rioolwater, ook hiervoor mogelijk een oplossing kunnen bieden, m.a.w. een alternatief kunnen zijn voor bijv. een biofilter. Zoal bekend zijn de investeringskosten van anaerobe zuiveringsinstallaties zeer laag, zodat wat dit betreft toepassing bij rioolwaterzuivering niet op grote bezwaren behoeft te stuiten. Hoe het ook zij, er lijken voldoende argumenten te bestaan het onderzoek naar de toepassing van anaerobe voorzuivering — zelfs onder Nederlandse omstandigheden — te continueren. Het is dan ook verheugend dat de NEOM onlangs te kennen heeft gegeven in principe bereid

te zijn een extra impuls hieraan te geven door subsidiëring van onderzoek op demonstratieschaal.

Conclusies

1. Bij gebruik van een op bietsuikerafvalwater gecultiveerd-korreelig anaerob slib als ent-materiaal, kan met behulp van het UASB-proces bij dwa 65 - 85 % CZV-reductie op rioolwater worden verkregen bij temperaturen vanaf ca. 6 °C en vloeistofverblijftijden van minder dan 12 uur. Bij regenafvoer zal het zuiveringseffect zakken tot 50 - 75 %.
2. Toepassing van een anaerob voorzuiveringsproces zal kunnen leiden tot een besparing van het electriciteitsverbruik van minimaal 50 %.
3. De verkregen resultaten geven aan dat 63 - 75 % van de verwijderde CZV wordt omgezet in $\text{CH}_4\text{-CZV}$ (gemiddeld over een jaar!). Dit betekent een netto (!) CH_4 -productie van 7,6 - 9,1 $\text{Nm}^3 \text{CH}_4/\text{i.e./jaar}$; bij toepassing van een actief slibproces voor verwijdering van rest BZV en $\text{NH}_4^+\text{-N}$ is ongeveer 50 % van het geproduceerde gas nodig voor de energievoorziening.
4. De surplus-slibproductie ligt tussen 5,3 - 8,5 kg DS/i.e./jaar, d.w.z. bedraagt slechts 25 - 40 % van de slibproductie die normaal verkregen wordt bij toepassing van actief slibproces + slijkgisting.

Dankwoord

Bijzondere dank is verschuldigd aan de heer A. van Amersfoort voor zijn nooit aflatende inzet t.b.v. ontwikkeling en bedrijf van ook bij dit onderzoek gebruikte apparatuur. Tevens is dank verschuldigd aan Wim van der Maas die in het kader van zijn studie aan de HLS in Groningen de spits van het onderzoek heeft mogen afbijten. Voorts zijn in deze publicatie enige resultaten vermeld van het doctoraal onderzoek van Ron Keulen, hetgeen is uitgevoerd vanaf mei 1980.

Literatuur

1. Velsen, A. F.M. van, Lettinga, G. and Ottenlander, D. den. *Anaerobic digestion of piggery waste*. Neth. J. Agricultural Sci., 27, 314, 1979.
2. O'Rourke, J. T.. *Kinetics of anaerobic treatment at reduced temperatures*. Proefschrift, Stanford Univ., 1968.
3. Zeeman, G. *Doctoraal verslag*. Vakgroep Waterzuivering, 1979.
4. Coulter, J. B., Soneda, S. and Ettinger, M. B. *Anaerobic contact process for sewage disposal*. Sew. and Ind. Wastes, 29, (4), 468-477, 1957.
5. Fall, E. B. and Kraus, L. S. *The anaerobic*

contact process in practice. J. Water Poll. Control Fed., 33, 1038, 1961.

6. Simpson, D. E. *Investigations on a pilot plant contact digester for the treatment of dilute urban wastes*. Water Research, 5, 523, 1971.
7. Pretorius, W. A. *Anaerobic digestion of raw sewage*. Water Research, 5, 681, 1971.
8. Raman, V. and Khan, A. N. *Upflow anaerobic filter: a simple solution for sewage treatment*. Int. Conf. in water Poll. Control in developing countries.
9. Jewell, W. J., Switsenbaum, M. S. and Morris, J. W. *Paper presented at 52nd Annual Water Poll. Fed. Conf.*, 11 Oct. 1979.
10. Wiedemann, F. *Gas. Gas Wasser Abwasser*, 58, (4), 229-231, 1978.
11. Genung, R. K., Millon, D. L., Hancher, C. W. and Pitt, W. W. *Biotechnology in Energy Production and Conservation*. Biotechnology and Bioengineering Symp. no. 8, 329-344, 1978.
12. Versprille, B., Vegter, L., Heideman, B., Leyten, M. en Maaskant, W. *Resultaten uit doctoraal onderzoekingen bij de vakgroep Waterzuivering*.

Koninklijke onderscheiding

Op 30 april jl. vermeldde de Staatscourant o.m. de volgende koninklijke onderscheidingen:

De heer J. S. Brandsma, burgemeester van Leeuwarden: ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw, ir. H. M. J. Scheltinga, inspecteur Volksgezondheid i.a.d.: officier in de Orde van Oranje Nassau en de heer J. Moret, Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening: ridder in de Orde van Oranje Nassau.

75 Jaar drinkwater in Ridderkerk

Het gemeentelijk waterleidingbedrijf van Ridderkerk — thans onderdeel van de nutsbedrijven — viert zijn 75-jarig bestaan dezer dagen met de uitgave van een gedenkboekje met interessante historische foto's en gegevens over de drinkwatervoorziening aan het begin van deze eeuw. In zijn 'Ten Geleide' schrijft de directeur, ing. J. Smit, o.m.: 'Het uit eigen bodem gewonnen grondwater is nog altijd de beste en veiligste grondstof voor de bereiding van drinkwater. Dat moge lang zo blijven!' Wat een water!, luidt de titel van het boekje, met als ondertitel De geschiedenis van het Ridderkerkse waterleidingbedrijf, dat al 75 jaar voldoende en voortreffelijk drinkwater produceert, door L. Verkaik, hoofd van het gemeentelijk bureau voorlichting.