

Praktijkproef met biorotoren op de afvalwaterzuiveringsinrichting van de NV Luchthaven Schiphol

heeft, wordt derhalve belast met $7 \text{ g N/m}^2 \cdot \text{d}$ en zal tenminste tot eenzelfde verwijdering van 185 kg N/d kunnen komen. De totale stikstofverwijdering van de installatie zal hierdoor op 790 kg (76%) uitkomen. Uit het voorgaande blijkt duidelijk dat het laatste deel van de tweede trap uitsluitend de stikstofverwijdering tot doel heeft, waardoor de (financiële) konsekwenties van de eis te komen tot 75% verwijdering, anders dan bij bijvoorbeeld een actief slib installatie, zijn vast te stellen.

Konklusies

Het onderzoek naar nitrifikatie met biorotoren ten behoeve van de uitbreiding van de r.w.z.i. Bostel heeft tot een aantal konklusies geleid.

- Met het afvalwater van de r.w.z.i. Bostel bleek het mogelijk te komen tot een stikstofverwijdering, welke kon oplopen tot $8 \text{ g N-NH}_4/\text{m}^2 \cdot \text{d}$. Ten behoeve van dimensionering kan uitgegaan worden van $3 \text{ tot } 5 \text{ g N/m}^2 \cdot \text{d}$ afhankelijk van samenstelling van het afvalwater en de belasting.
- Ook bij omgevingstemperaturen lager dan 10°C werd een nitrifikatie vastgesteld van $1,5 \text{ à } 2 \text{ g N/m}^2 \cdot \text{d}$.
- Gedurende een periode waarin de BZV-belasting gemiddeld $34 \text{ g BZV}_{\text{TOT}}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ bedroeg kwam de nitrifikatie volledig tot stilstand.
- Toename van nitrifikatie trad op bij oplopende $\text{CZV}_F/\text{BZV}_F$ - en $\text{NH}_4\text{-F}/\text{BZV}_F$ -verhoudingen.
- De stikstofconcentratie in het effluent bleek recht evenredig met de invoerconcentratie te zijn.
- Geen verband kon worden aangetoond tussen het concentratieniveau aan bicarbonaat en de stikstofverwijdering. Wel korrespondeerde de afname aan bicarbonaat met de afname aan stikstof en bleek deze in overeenstemming met literatuurgegevens.

Literatuur

1. Doman, J., Sewage Works, J. *Results of operation of experimental contact filter with partially submerged rotating plates*. 1, (1929), p. 555.
2. Anon, Sewage Works, J. *The biological wheel*. 1, (1929), p. 560.
3. Autotrol Corporation bio-systems division. Design manual, 1978.
4. Poon C. P. C. et al. *Upgrading with rotating biological contactors for ammonia nitrogen removal*. J.W.P.C.F., 53, (1981), p. 1158-1165.
5. Marsh D. et al. *Coupled trickling filter-rotating biological contactor nitrification process*. J.W.P.C.F., 53, (1981), p. 1469-1480.
6. Lue-Hing C. et al. *Biological nitrification of sludge supernatant by rotating discs*. J.W.P.C.F., 48, (1976), p. 25-46.

Inleiding

Het van de Luchthaven Schiphol afkomstige afvalwater wordt door de NV Luchthaven Schiphol gezuiverd in een afvalwaterzuiveringsinrichting bestaande uit een laagbelast oxydatiebed met voor- en nabezinktanks. Het vrijkomende slib en de humus worden behandeld in slibgistingstanks. Ten gevolge van nieuwe stringente eisen ten aanzien van het effluent en door de gestage groei van de Luchthaven is uitbreiding van vooral het biologische gedeelte van de inrichting noodzakelijk gebleken. Binnen het



ING. S. A. OLDENKAMP
Technisch Adviesbureau van de
Unie van Waterschappen BV,
Deventer.

ING. P. M. PEETOOM
NV Luchthaven Schiphol

kader van een aantal randvoorwaarden, zoals effluenteisen, hinderweteisen, eenvoudige uitbreidbaarheid en eenvoud van bediening zijn in een studie een aantal zuiverings-systemen vergeleken, waaronder biorotoren. Over de zuivering van huishoudelijk afvalwater door middel van biorotoren is in Nederland nog weinig bekend. Door ontwikkelingen, vooral in Zweden en Amerika, werd besloten het systeem te beproeven. De proef werd in de periode van 27 mei tot en met 27 augustus 1981 uitgevoerd op het terrein van de zuiveringsinrichting van de NV Luchthaven Schiphol en wel met een representatieve deelstroom van het afvalwater. Onderzocht werden een 4-traps-systeem als zodanig en een 3-traps-systeem met een daarachter geschakeld oxydatiebed. Dit laatste omdat op de Luchthaven een oxydatiebed aanwezig is dat goed inpasbaar leek in een nieuwe opzet. Het doel van de proef was na te gaan of een zuiveringssysteem met biorotoren aan de stringente eisen ten aanzien van het effluent zou kunnen voldoen. Daarnaast is aandacht besteed aan de slibproductie en zijn een aantal additionele waarnemingen verricht.

Conclusies

Uit de proeven blijkt, dat een systeem op basis van biorotoren geschikt is voor de biologische zuivering van huishoudelijk afvalwater, indien aan het effluent geen extreem hoge eisen worden gesteld. Indien effluenteisen met een BZV_5 -gehalte lager dan 10 mg/l worden opgelegd, zou

nabehandeling van het effluent via zandfiltratie, trommelfilters e.d. willicht nodig kunnen zijn.

Uit de resultaten, verkregen uit de proefnemingen, blijkt verder, dat:

- een roterende zeef of voorbezinking als voorbehandeling noodzakelijk is om verstopping van de biorotor-pakketten te voorkomen;
- roterende zeven met zeefopeningen van $0,5\text{-}1,5 \text{ mm}$ in de praktijk uitstekend bleken te functioneren;
- bij een overall-belasting van $8 \text{ à } 9 \text{ g BZV}_5/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ een goede afbraak van de BZV_5 werd verkregen en dat bovendien voldoende nitrificatie werd bereikt;
- het geproduceerde slib goed bezinkbaar is en dat de produktie van slib vrijwel overeenstemt met de hoeveelheden die door de fabrikant worden opgegeven en uit de literatuur bekend zijn;
- een fractie van het slib zeer moeilijk bezinkt en nog voor betrekkelijk hoge BZV_5 -waarden in het effluent verantwoordelijk is.

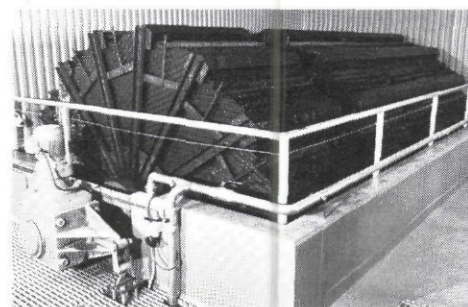
In totaal kan worden gesteld, dat bij toepassing van biorotoren als biologische zuivering van afvalwater een systeem wordt verkregen, dat in een aantal opzichten eenvoudig is, dat gemakkelijk kan worden uitgebreid en dat door een eenvoudige overkapping stankproblemen kunnen worden voorkomen.

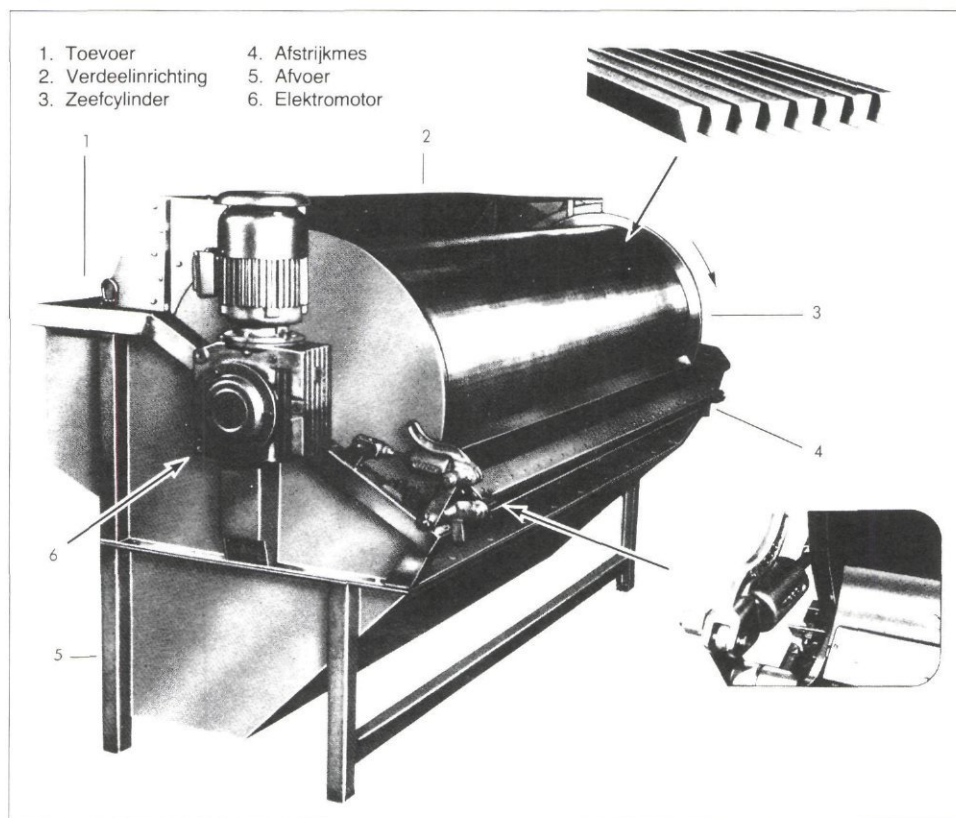
Biorotoren

Algemeen

De snelle stijging van energie- en personeelskosten heeft er toe bijgedragen, dat nieuwe, minder energieverbruikende en minder arbeidsintensieve afvalwaterzuiveringstechnieken worden ontwikkeld. Eén van deze ontwikkelingen is de dompelschijf of biorotor. Bij biorotoren, dompelschijven en aanverwante systemen wordt een kunststof medium (b.v. polyester, polystyreen of polyetheen; glad, geribd of gegolfd) gemonteerd op een centrale stalen as. Het geheel wordt gemonteerd in een bassin. Het rotormedium, dat een groot specifiek oppervlak bezit, roteert half ondergedompeld in het afvalwater (zie afb. 1).

Afb. 1 - Biorotor.





Afb. 2 – roterende zeefinstallatie.

Op het rotoroppervlak ontwikkelt zich een biologische massa, die beurtelings wordt belucht en ondergedompeld in het afvalwater. Veelal wordt het biorotorproces beschouwd als een variant op het oxydatiebed-proces. In tegenstelling tot oxydatiebedden, die meestal in een ééntraps-configuratie worden toegepast, worden biorotoren meestal in meertraps-opstellingen uitgevoerd. Door de rotoren parallel of in serie te schakelen, kan een grotere capaciteit c.q. hogere zuiveringsgraad met betrekking tot de BZV-verwijdering en/of de nitrificatie worden bereikt.

Eenvoud en bediening en de betrouwbaarheid van het systeem, gekoppeld aan een laag energieverbruik maken het aantrekkelijk voor de behandeling van afvalwater. Daar de rotoren overkapt dienen te worden om ze te beschermen tegen weersinvloeden, kunnen ook eventuele stankbezwaren worden weggenomen.

Alvorens het ruwe afvalwater door de biorotoren kan worden gevoerd, dient het te zijn voorbezonden dan wel op andere wijze – bijvoorbeeld met roterende zeven – te zijn ontdaan van grove bestanddelen die tot verstoppingen van het rotormedium kunnen leiden.

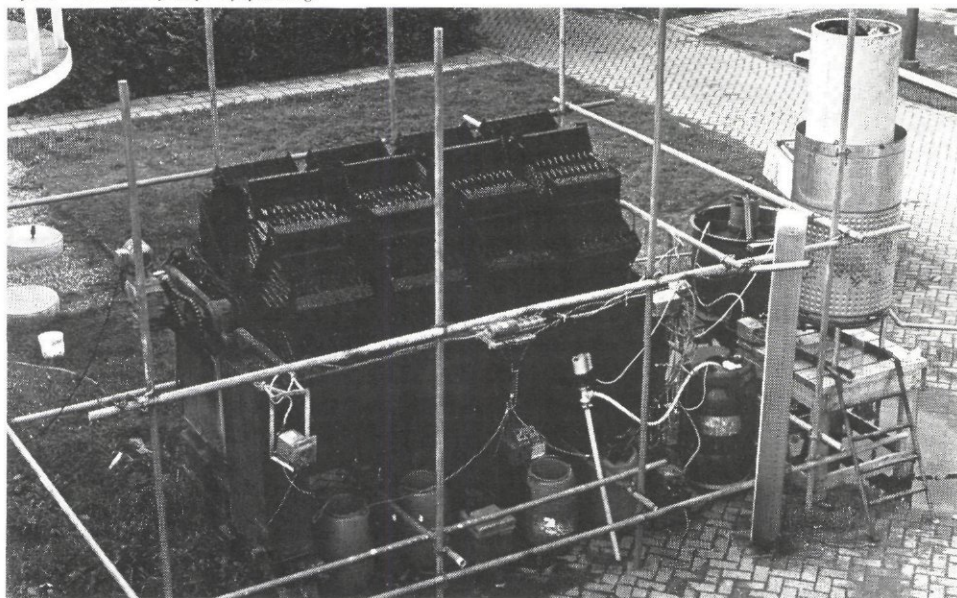
Voor- en nadelen van biorotoren

De voordelen van zuiveringssystemen op basis

van biorotoren zijn:

- laag energieverbruik;
- gering terreinoppervlak;
- eenvoudig uit te breiden of in te krimpen;
- eenvoudige uitbreiding van bestaande systemen, zoals oxydatiebedden; eventueel in te bouwen in aerietanks bij actief-slibsystemen;
- eenvoudige bediening en weinig toezicht benodigd;
- onderhoudsvriendelijk;

Afb. 3 - Overzichtsfoto proefopstelling.



- effectieve bestrijding van stank door overkapping;
- minder gevoelig tijdens onderhoud; een gedeelte van de installatie kan normaal doordraaien, terwijl onderdelen worden vervangen;
- geringe slibproductie en een goed bezinkbaar slib.

De nadelen van het systeem zijn:

- gevoelig voor weersinvloeden, zoals vorst, hagel, zware neerslag en zonlicht ten aanzien van bepaalde kunststoffen, waardoor een overkapping noodzakelijk is;
- biologisch en toxisch 'mogelijk' gevoeliger;
- procestechnisch minder stuurmogelijkheden;
- ten opzichte van actief-slibsystemen het langzaam op gang komen van biologische processen; vergelijkbaar met oxydatiebedden;
- in verband met beschadiging en/of verstopping van de pakketten is voorschakeling van een zeefinstallatie of een voorbezinking noodzakelijk.

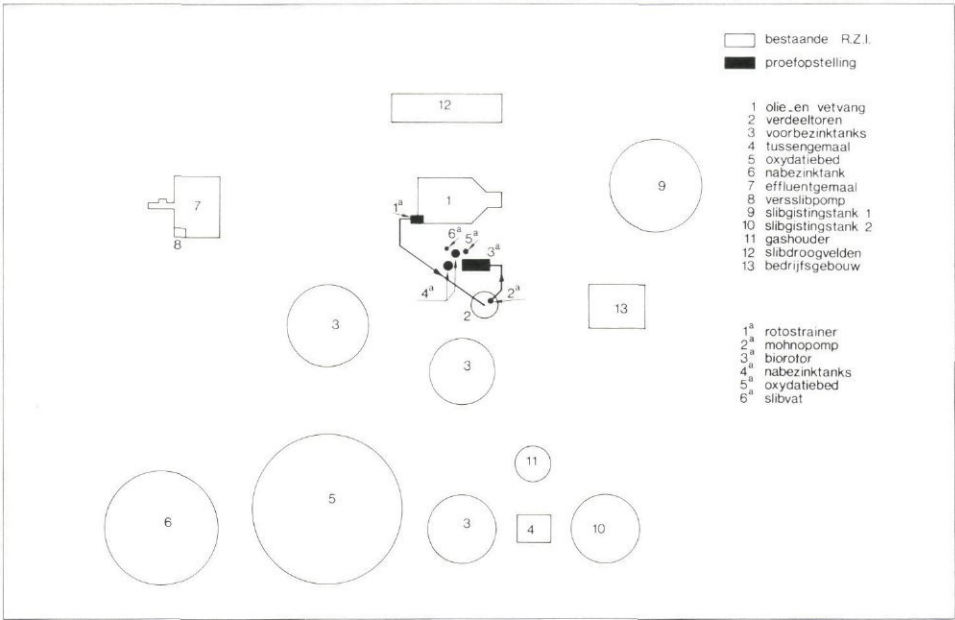
Biorotoren worden in Europa reeds toegepast voor huishoudelijk en industrieel afvalwater en wel voornamelijk in Scandinavië.

In Nederland bestaan plannen voor de toepassing van biorotoren als nitrificatietrap achter bestaande systemen. Ook wordt er aan gedacht op middellange termijn complete zuiveringsinstallaties met biorotoren uit te rusten, al of niet in combinatie met de reeds bekende zuiveringssystemen.

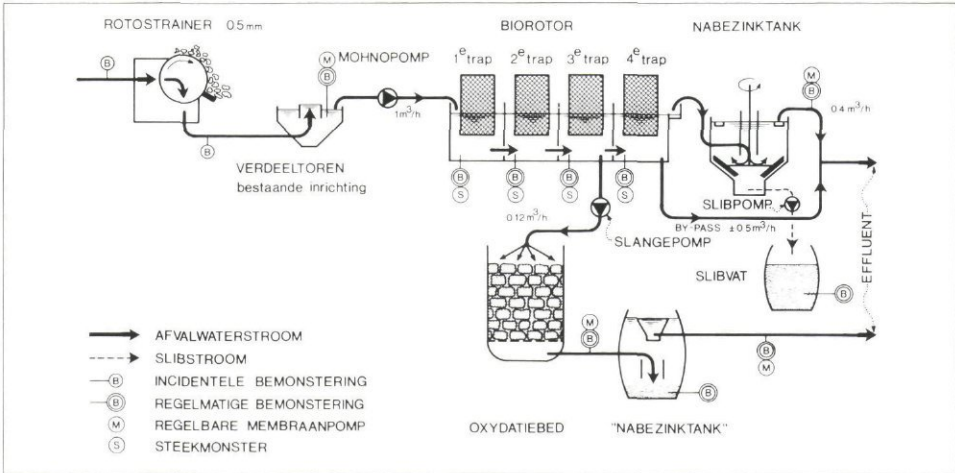
Experimenteel

Opstelling, dimensies en grondslagen van de proefinstallatie

Zoals in de inleiding al werd vermeld, zijn de



Afb. 4 - Situering proefinstallatie op a.w.z.i.-Schiphol.



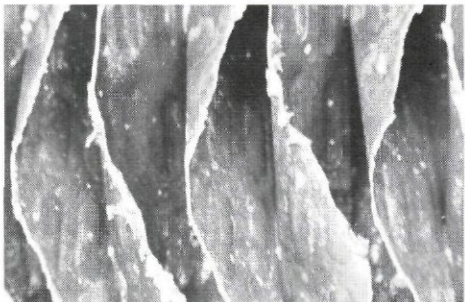
Afb. 5 - Processchema proefopstelling.

proeven uitgevoerd met een representatieve deelstroom van het afvalwater. Het afvalwater op de zuiveringsinrichting van de Luchthaven Schiphol wordt door middel van een tweetal persleidingen aangevoerd. Het afvalwater komt binnen in een olie- en vetvang en wordt daarna verdeeld in twee stromen. Eén van de stromen wordt rechtstreeks naar één van de voorbezinktanks gevoerd; de andere stroom wordt via een verdeeltoren naar twee andere voorbezinktanks geleid. Het van de drie voorbezinktanks afkomstige afvalwater doorloopt daarna een oxydatiebed en een nabezinktank.

Ten behoeve van de proef werd de afvalwaterstroom naar de verdeeltoren door een zeefinstallatie (zie afb. 2) geleid. Het betrof een stroom van circa 70 m³ per uur. Van de op deze wijze voorbehandelde afvalwaterstroom werd met behulp van een regelbare mohnopomp een deelstroom van

1 m³ per uur verpompt naar de proefinstallatie. Na passage door de vier trappen van de biorotorproefinstallatie werd het water voor bezinking geleid naar een kleine nabezinktank. Nadat deze gang van zaken 61 dagen had geduurd, werd met een slangenpomp gedeeltelijk gezuiverd afvalwater uit de derde

Afb. 6 - Detailopname begroeiing pakketten 1^e en 4^e trap, 1^e trap.



trap weggenomen voor nabehandeling in een proefoxydatiebed. Het afvalwater werd als zodanig (dus met slib) naar het oxydatiebed gevoerd, met een debiet van 0,12 m³ per uur. Het proefoxydatiebed was gevuld met begroeide lavasteen, afkomstig van het bestaande oxydatiebed. Het effluent van het proefoxydatiebed werd bezonken in een provisorische nabezinktank. De opstelling van de proef wordt weergegeven in afb. 3 en 4; in afb. 5 is het processchema van de proefinstallatie aangegeven.

Beschrijving biorotor-proefinstallatie

De biorotor-proefinstallatie zelf bestond uit een rechthoekige stalen bak met een lengte van 3,5 meter en een breedte van 2,5 meter. De bak met een holle, ronde, bodem was verdeeld in vier compartimenten die bij de bodem met elkaar in verbinding stonden. In de lengterichting roteerde een horizontale as, waarop de vier cilindervormige pakketten met een diameter van 2,20 meter waren bevestigd. De pakketten bestonden uit een PVC-honingraat-structuur en waren voor 40% ondergedompeld in het afvalwater. De as werd aangedreven door een motor met een vermogen van 0,55 kW en het toerental van de as en daarmee van de pakketten bedroeg 1,5 omwenteling per minuut. Afb. 3 geeft de gebruikte biorotor-proefinstallatie weer; een detailopname van de begroeide pakketten van de 1^e en 4^e trap wordt weergegeven op afb. 6. Voor nadere gegevens over de biorotor-proefinstallatie en de proefinstallatie in zijn geheel wordt verwezen naar het overzicht hieronder.

Belangrijkste gegevens proefinstallatie

gegevens influent tijdens de proeven (gemiddeld)

debiet 1 m³/h
24 m³/d

CZV
conc. 532 mg/l
vracht 12.768 g/d

BZV
conc. 201 mg/l
vracht 4.824 g/d

4^e trap.



N-Kj	
conc.	63 mg/l
vracht	1,512 g/d
dimensies proefinstallatie	
zeefinstallatie	
– capaciteit	70 m ³ /h
– zeefopening	0,5 mm
mohnopomp	
– capaciteit max.	1,5 m ³ /h
– ingestelde capaciteit	1,0 m ³ /h
biorotor-installatie	
– specifiek oppervlak van de pakketten	140 m ² /m ³
– aantal trappen	4
– oppervlak per trap	140 m ²
– totaal oppervlak	560 m ²
– vloestofinhoud bassin	7,7 m ³
oxydatiebed	
– vulling: reeds begroeide lava	
– hoogte vulling	2,0 m
– oppervlak	0,3 m ²
nabezinktank	
– oppervlak	0,5 m ²
gemiddelde belasting proefinstallatie tijdens de proeven	
biorotorinstallatie	
– hydraulische belasting	1,0 m ³ /h
– verblijftijd 1 ^e trap	circa 2 h
– 4 trappen totaal	circa 7,7 h
– CZV	
1 ^e trap	91 g/m ² .d
totaal	23 g/m ² .d
– BZV	
1 ^e trap	34 g/m ² .d
totaal	8,6 g/m ² .d
– N-Kj	
1 ^e trap	10,8 g/m ² .d
totaal	2,7 g/m ² .d
oxydatiebed	
– hydraulische belasting	0,12 m ³ /h
– inhoudsbelasting	0,3 kg BZV ₅ /m ³ .d
– oppervlaktebelasting	0,4 m ³ /m ² .h
nabezinktank	
– hydraulische belasting	0,4 m ³ /h
– oppervlakte belasting	0,9 m ³ /m ² .h

Uitgevoerd onderzoek en wijze van bemonstering

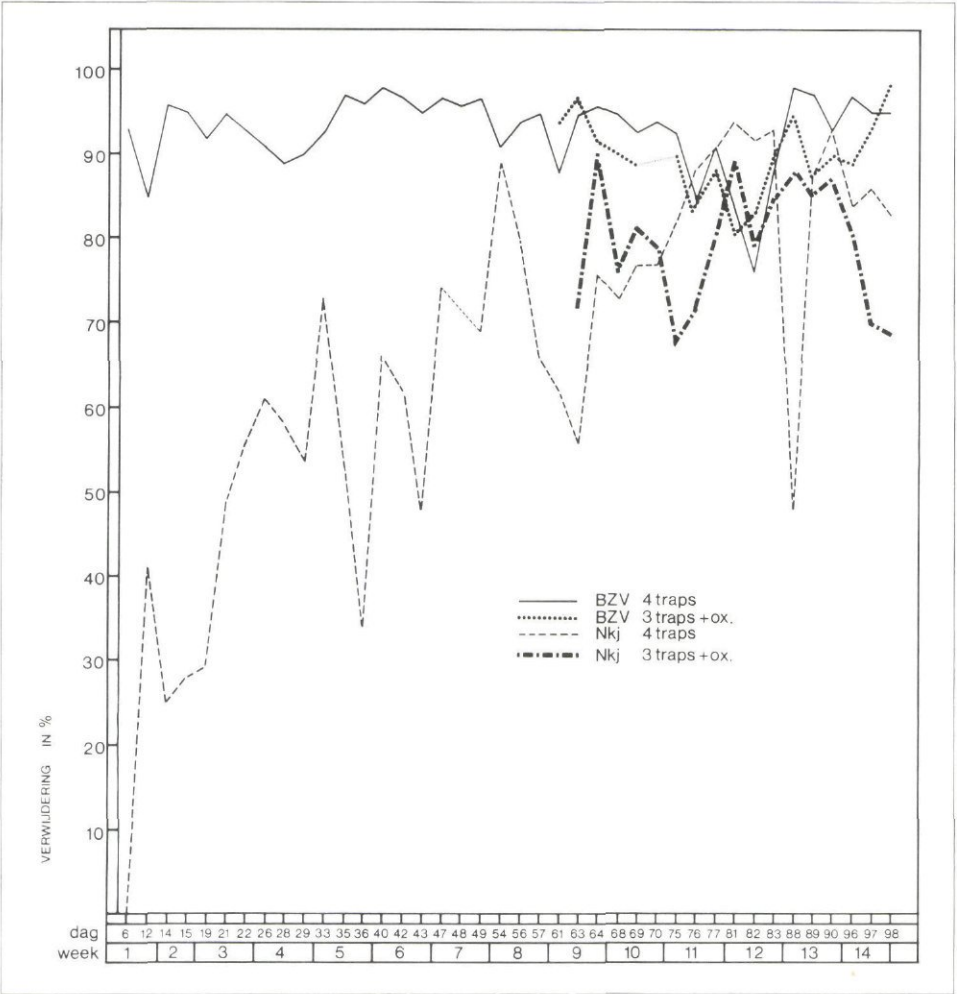
Onderzoek en metingen

Naast de bepaling van de gebruikelijke parameters als CZV, BZV₅, N-Kj, NH₄-N, NO₃, NO₂ en droogrest in het afvalwater en de gehalten aan droge stof in het slib, werd een groot aantal additionele waarnemingen verricht, waaronder de volgende:

- om enig inzicht te krijgen in de mate van begroeiing en de snelheid daarvan op het materiaal van de pakketten, werden bij de aanvang van de proeven 'voorgewogen' testplaatjes van PVC op de verschillende trappen aangebracht.

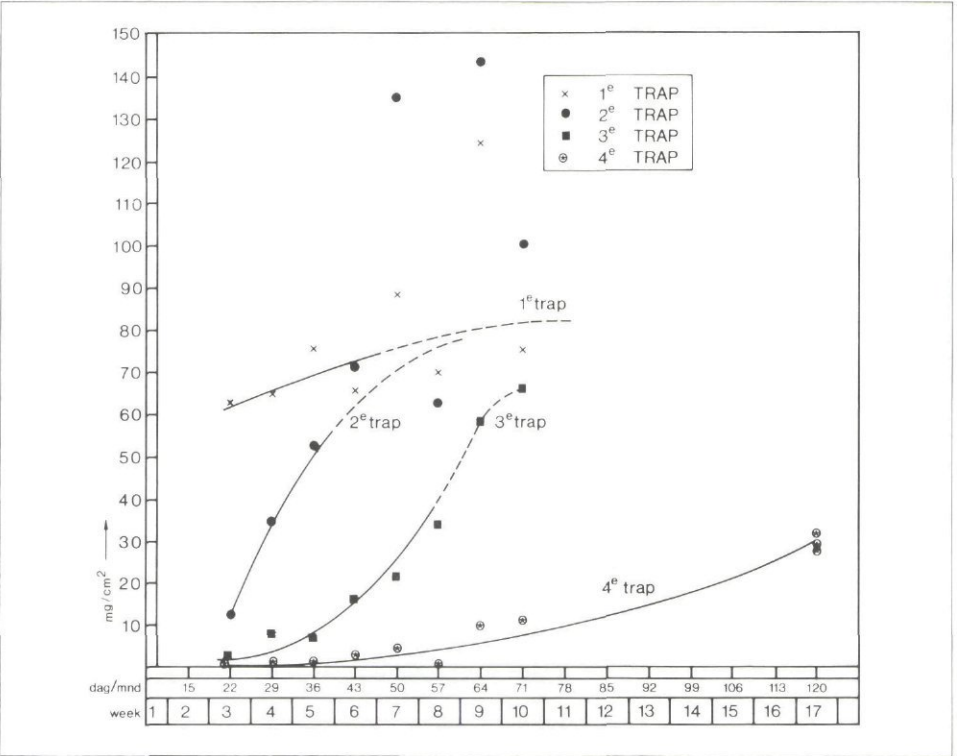
De testplaatjes werden telkens na circa één week verwijderd en gewogen, waaruit de begroeiing (biomassa) kon worden bepaald in natte toestand.

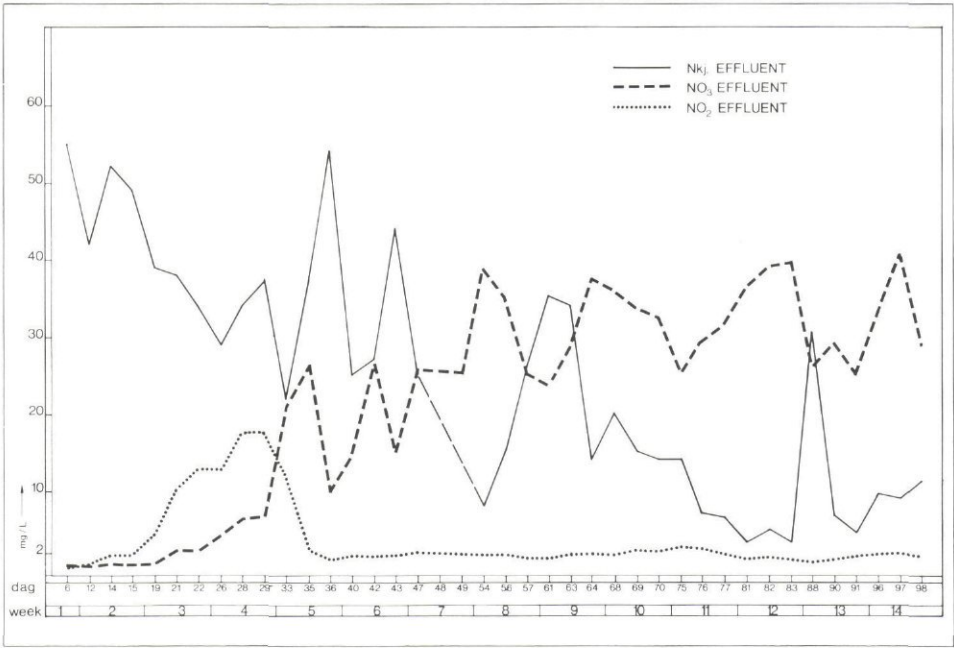
Tenslotte zijn de pH en de temperatuur van het behandelde afvalwater continu gemeten met zelfregistrerende apparatuur en werden zuurstof- en zwavelwaterstofgehalten



Afb. 7 - Zuiveringsrendementen.

Afb. 8 - Snelheid van begroeiing van de rotormedia.





Afb. 9 - Stikstofbalans.

bepaald in de verschillende trappen met behulp van respectievelijk een draagbare zuurstofmeter en 'proefbuisjes'.

Bemonstering

In het processchema zijn de posities aangegeven waar bemonstering plaatsvond. Tevens wordt aangegeven waar incidenteel en waar regelmatig – met een frequentie van driemaal per week – werd bemonsterd. Met uitzondering van de bemonstering van het slib was er sprake van '24-uurs' bemonstering.

Voor de bemonstering van het influent, de afloop van het proef-oxydatiebed en de effluënten werd gebruik gemaakt van regelbare membraanpompen.

De vier trappen van de biorotor-proefinstallatie werden bemonsterd met behulp van een vierkanaals slangenpomp. Daar de aanvoer op een constant debiet werd gehouden, was de bemonstering derhalve volume-proportioneel.

Van het slib van de nabezinktanks werden verzamelmonsters over 22 uur genomen.

In algemene zin dient er op te worden gewezen, dat enige voorzichtigheid ten aanzien van de interpretatie van de resultaten dient te worden betracht, daar er betrekkelijk geringe hoeveelheden monsters werden verzameld. Bovendien werden de monsters tijdens de monsterneming niet geconserveerd.

Waarnemingen

Omwille van de omvang van voorliggend artikel, zal worden volstaan met de presentatie van de meest relevante waarnemingen en wel zoveel mogelijk in de vorm van tabellen en

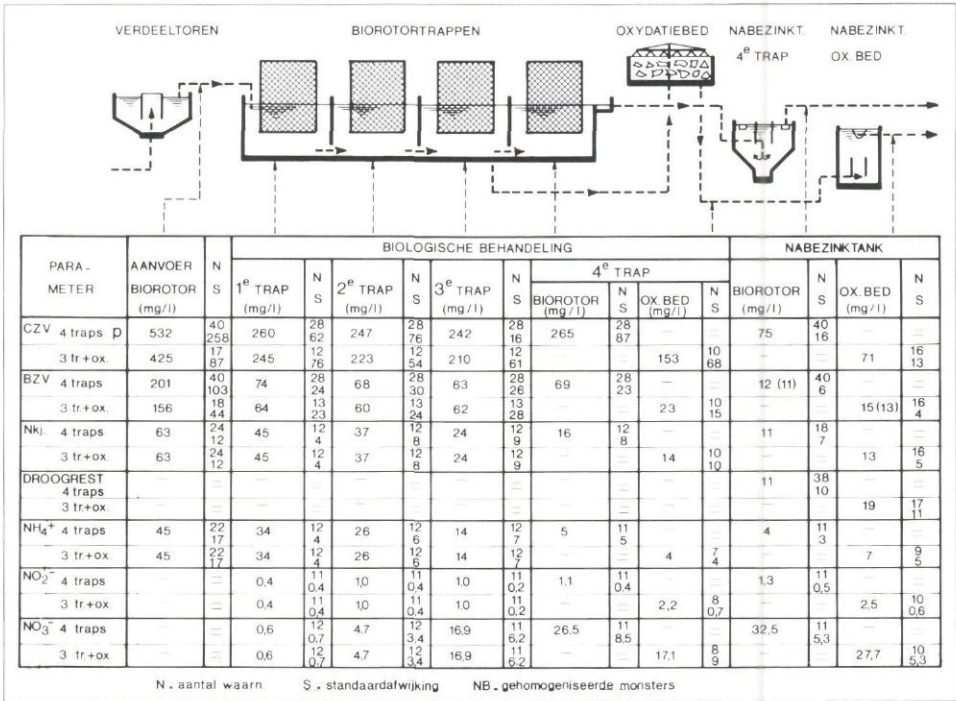
grafische voorstellingen. Aandacht zal worden besteed aan het op gang komen van de zuiveringsprocessen, het zuiveren van het afvalwater, de slibprocessen en enige additionele zaken.

Opstarten

Op 27 mei 1981 werd de biorotor-proefinstallatie opgestart en werden, de gebruikelijke parameters bepaald en werd de begroeiing van de biorotortrappen gevolgd.

Uit afb. 7, waarin de percentages verwijderde

Afb. 10 - Proefinstallatie.



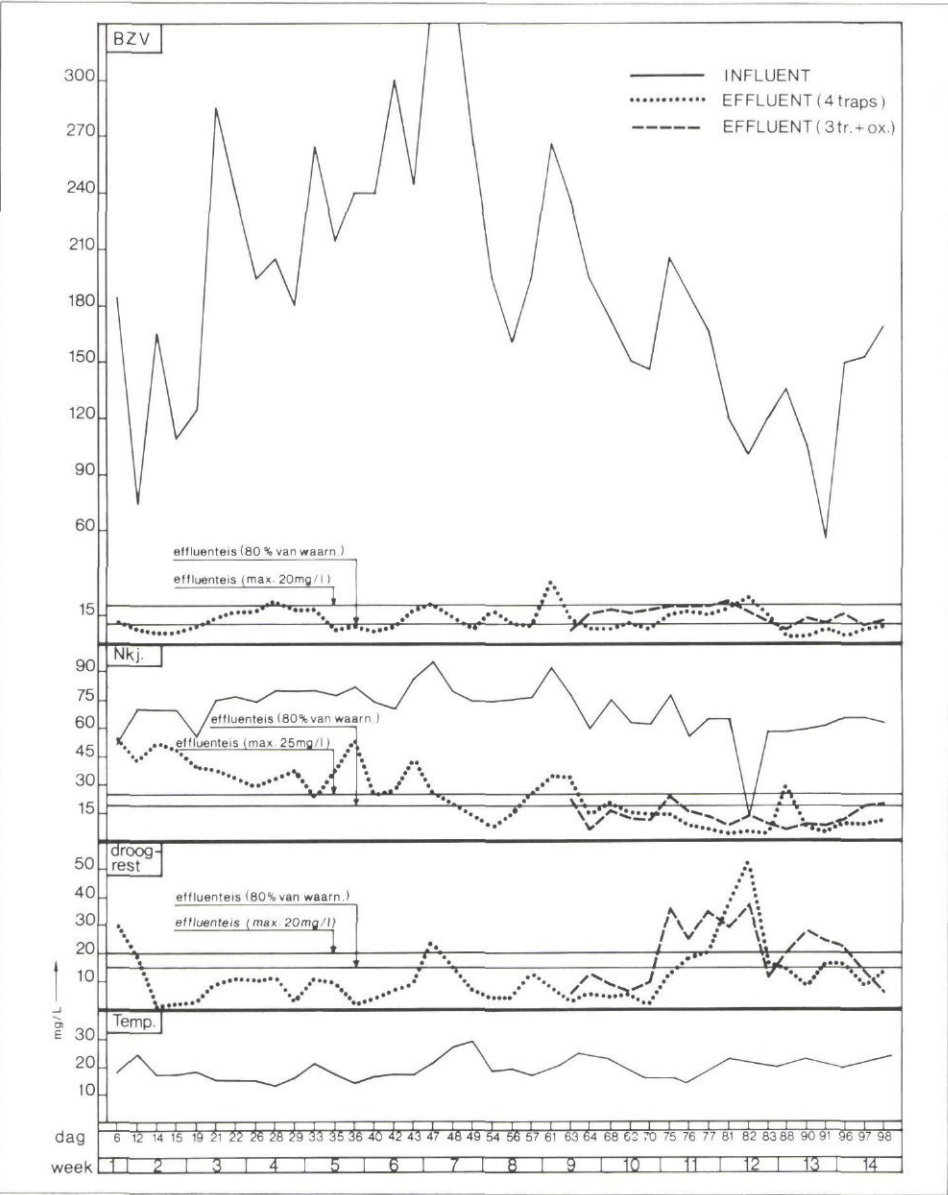
BZV en Kjeldahlstikstof worden weer-gegeven van de beide proefopstellingen (4-trapssysteem en 3-trapssysteem met daarachter gelegen oxydatiebed), valt ten aanzien van het 4-trapssysteem op te maken, dat de BZV-afbraak na circa 1 week bijna volledig op gang is gekomen. De begroeiing van de eerste trap, die het grootste aandeel heeft in BZV-afbraak, lijkt dit, getuige afb. 8, te bevestigen.

Voorts kan uit afb. 7 worden opgemaakt, dat na 7 à 9 weken de nitrificatie op een redelijk stabiel peil is gekomen. De begroeiings-diagrammen (afb. 8) van de tweede, derde en vierde trap en de stikstofbalans (afb. 9) lijken deze gedachte te ondersteunen. Uit de 'stikstofbalans' blijkt, dat het nitrietgehalte van de afloop van de vierde trap aanvankelijk oploopt en na circa vier weken weer begint te dalen. Gelijk met deze daling stijgt het nitraatgehalte overeenkomstig de verwachtingen (afb. 9).

Tenslotte dient te worden vermeld, dat in de opstartfase gedurende drie dagen het ruwe afvalwater, zonder dat dit een zeefinstallatie passeerde, naar de eerste trap van de biorotor-installatie werd gevoerd. Deze – door storingen – noodzakelijke actie onderstreepte de noodzaak van een zeefinstallatie, daar de op dat moment al redelijk begroeide pakketten verstopt dreigden te raken.

Zuiveringsresultaten

Voor de werking van de proefinstallatie in de periode van 27 mei tot 27 augustus 1981 voor het viertrapssysteem en van 3 juli tot 27 augustus voor het drietrapsysteem met



Afb. 11 - Waarnemingen influent en effluent alsmede luchttemperatuur.

als vierde trap een oxydatiebed, wordt kortheidshalve verwezen naar de tabel in afb. 10 en de grafieken in afb. 11. In de tabellen zijn de analysesresultaten van de gehomogeniseerde monsters vermeld, alsmede het aantal waarnemingen in de proefperiode en de standaardafwijkingen van de verkregen resultaten. Verder dient te worden opgemerkt, dat in de tabel uitsluitend gegevens over de nitrificatie zijn opgenomen die zijn verkregen, nadat de proefinstallatie circa 8 weken in bedrijf was geweest en de nitrificatie redelijk op gang was gekomen.

De grafiek in afb. 11 vermeldt naast de individuele waarnemingen tevens de eisen die de waterkwaliteitsbeheerder heeft gesteld aan de NV Luchthaven Schiphol.

Wanneer de resultaten van de beide proefopstellingen worden getoetst aan de

effluenteisen, dan zouden zowel het viertrapsbiorotorsysteem als het drietrapsbiorotorsysteem met oxydatiebed niet geheel geschikt zijn om aan de eisen te voldoen.

Daar het hier een proefopstelling betrof, dienen de resultaten uiteraard met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd. Overigens kan een verklaring voor het slechter functioneren van het drietraps-systeem met oxydatiebed worden gevonden in het ontbreken van een tussenbezinking tussen de derde biorotortrap en het oxydatiebed. Hierdoor werden betrekkelijk grote hoeveelheden ongeminaliseerd slib op het oxydatiebed gebracht. Om hogere concentraties BZV en Kjeldahlstikstof in het effluent te voorkomen, bleek een tussenbezinktank eveneens noodzakelijk te zijn om de dreigende verstopping van het oxydatiebed te voorkomen.

Gezien de beperkte tijd werden de effecten van een tussenbezinking niet onderzocht. Naar verwachting zal dit effluentkwaliteit zonder meer verbeteren.

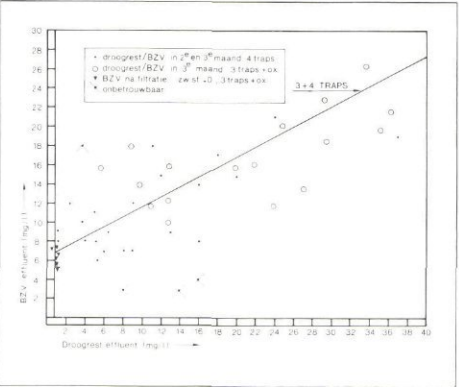
Een verdere mogelijkheid om de kwaliteit van het effluent van zowel het viertraps- als het drietrapsstelsel met oxydatiebed te verbeteren (voor zover dit in de praktijk nog noodzakelijk mocht blijken) kan worden gezocht in bijvoorbeeld de filtratie van het effluent. Tussen de droogrest en het BZV-gehalte van het effluent bleek een relatie te bestaan, die in afb. 12 wordt weergegeven. Na filtratie op laboratoriumschaal door een zwartband-filter bleek het effluent in alle gevallen nog slechts een BZV-gehalte te bevatten van 5 à 7 mg/l.

Ten aanzien van de gevoeligheid van biorotoren voor piekbelastingen kan worden opgemerkt, dat hierover een zeker optimisme gerechtvaardigd lijkt. Afgezien van de wisselingen in de aanvoer, die in afb. 10 door middel van standaardafwijkingen worden aangegeven, werd het viertrapsstelsel gedurende een tweetal dagen ongeveer driemaal zo hoog belast als normaal zonder dat dit tot een aanzienlijke verlaging van het rendement leidde.

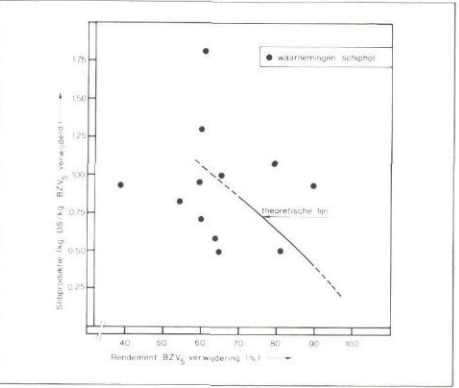
Slib

Zowel de viertrapsrotor-proefopstelling als

Afb. 12 - Relatie tussen BZV en droogrest in het effluent van de proefopstelling.



Afb. 13 - Slibproductie.



TABEL I.

	na bezinking in maatcilinders			
	4-traps biorotorsysteem		3-trapssysteem met oxydatiebed	
	vóór filtratie	na filtratie	vóór filtratie	na filtratie
gemiddelde BZV (mg/l) (10 monsters)	11,5	8	13,5	9

de drietrapsopstelling met oxydatiebed produceerden een op zich goed bezinkbaar slib, met een grove dradige structuur. Naast dit grof gestructureerde slib bevond zich in de waterfase na bezinking nog een fractie fijn slib, die naar verwachting verantwoordelijk was voor de in afb. 12 weergegeven 'rest-BZV'. Om dit nader te onderzoeken werden in de laatste week van de proefperioden totaal een tiental monsters (2 monsters per dag) uit de vierde trap en van de afloop van het oxydatiebed genomen. Deze monsters werden bezonken in een maatcilinder van 1 liter gedurende een half uur en gedecanteerd. De gedecanteerde monsters werden op het gehalte aan BZV onderzocht vóór en na filtratie. De resultaten daarvan zijn in tabel I weergegeven.

Voorts werden tegen het einde van de proefperiode de slibindices van de diverse slibsoorten bepaald. In tabel II worden de resultaten hiervan weergegeven.

TABEL II.

	slibindex	
2 ^e trap	40 à 75	gemiddeld ±50
3 ^e trap	54 à 59	gemiddeld ±55
4 ^e trap	31 à 68	gemiddeld ±50
oxydatiebed	30 à 86	gemiddeld ±55

Hoewel – behoudens de lichtere fractie – het slib van zowel de vierde biorotortrap als van het oxydatiebed uitstekend bezonk, traden er toch nog enige praktische problemen op. Het slib van de vierde biorotortrap toonde een duidelijke neiging om in het nabezinktankje te gaan opdrijven en wel na een verblijftijd van 1½ à 2 uur. Hoogstwaarschijnlijk trad dit effect op als gevolg van de denitrificatie van het effluent door het nog goed rotbare slib (korte slibleeftijd). Ook bij proeven in een bezinkkolom van 2,5 meter ging het slib reproduceerbaar na 1½ uur opdrijven. In de geïmproviseerde nabezinktank achter het oxydatiebed en ook in de bezinkkolom trad dit effect in veel mindere mate op met het slib uit het oxydatiebed, dat verdergaand gemineraliseerd was. Pas na 18 à 24 uur ging het slib opdrijven. Ten aanzien van de slibproductie van het

viertrapsrotorsysteem wordt verwezen naar afb. 13, waarin de slibproductie in kilogrammen droge stof per kilogram verwijderde BZV wordt weergegeven als functie van de procentuele BZV-verwijdering. In grote lijnen lijkt deze slibproductie de uit de literatuur verkregen lijnen te volgen. Door omstandigheden bleek het niet mogelijk voldoende inzicht te krijgen in de slibproductie van drietrapsysteem met oxydatiebed. Daar een tussenbezinktank in de praktijk een noodzaak lijkt te zijn, worden deze gegevens ook als onvoldoende interessant beschouwd.

Additionele waarnemingen

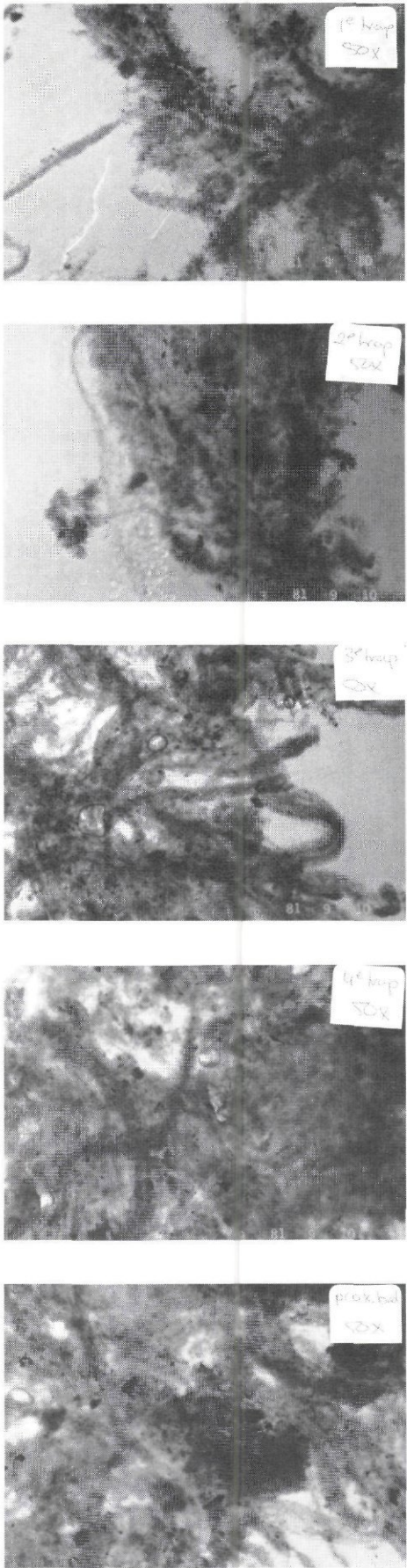
Zeefinrichting

Gedurende twee van de ruim drie maanden heeft een zeefinstallatie met zeefopeningen van 0,5 mm en een capaciteit van circa 70 m³/h ongestoord en zonder onderhoud het ruwe afvalwater (na passeren van de olie- en vetvanger) ontdaan van grovere bestanddelen die anders de biorotoren zouden hebben kunnen verstopen. Per dag werd door deze roterende zeef gemiddeld 5,5 liter zeefgoed verwijderd met een drogestofgehalte van 15 à 20% uit een afvalwaterstroom van circa 40 m³/h (hydraulische belasting van de zeef). In de resterende tijd werd met redelijk succes een zeefbocht met zeefopeningen van 1 mm en daarna weer, met goede resultaten, een roterende zeef met openingen van 1,5 mm toegepast. De laatstgenoemde verwijderde uit de afvalwaterstroom van circa 40 m³/h een hoeveelheid zeefgoed van circa 1 liter per dag met dezelfde drogestofgehaltes.

Begroeiing

Voor de mate en de snelheid van de begroeiing van de individuele trappen wordt verwezen naar afb. 8. In afb. 6 wordt de begroeiing van de 1^e en 4^e trap zichtbaar gemaakt d.m.v. close-up foto's. De opnamen in afb. 14 zijn gemaakt van onder een microscoop gelegd slib van de vier trappen en het proefoxydatiebed. Aan het einde van de proefperiode werden de gehalten aan drogestof van het slib op de rotoren van de 1^e, 2^e, 3^e en 4^e trap bepaald. Deze bedroegen resp. 4,9 , 4,8 , 6,3 en 8,4%.

Afb. 14 - Microscopische opnamen slib van de vier trappen en het proefoxydatiebed (50x vergroot).



TABEL III.

	zuurstofgehalte				
	influent	1 ^e trap	2 ^e trap	3 ^e trap	4 ^e trap
gemiddeld gehalte	4,5 mg/l	0,8 mg/l	2,4 mg/l	2,7 mg/l	2,9 mg/l
standaardafwijking	0,1 mg/l	0,4 mg/l	0,6 mg/l	0,8 mg/l	0,9 mg/l

Zuurstof

Wekelijks werd in het influent en in het afvalwater van de vier trappen het zuurstofgehalte gemeten.

In tabel III worden de resultaten van deze metingen weergegeven. Opgemerkt dient te worden dat alleen de waarnemingen in bewerking zijn genomen, nadat het systeem 6 weken in bedrijf was.

De hoge zuurstofgehalten in het influent vallen o.i. toe te schrijven aan beluchting door overstorten en behandeling van het influent in de roterende zeef.

pH

De zuurgraad van het afvalwater in de vierde trap bleek volgens een zelfregistrerende pH-meter gedurende de proefperiode een constante waarde van $7,4 \pm 0,2$ pH te bezitten.

Temperatuur

Gedurende de proefperiode zijn zowel de luchttemperatuur als de temperatuur van het afvalwater in de vierde trap geregistreerd. De gemiddelde luchttemperatuur wordt weergegeven in afb. 11.

De afvalwatertemperatuur was in de proefperiode tenminste 14 °C aan het eind van de nacht en ten hoogste 23 °C overdag.

H₂S

In verband met eventuele stank en stankbeperkingen werden zwavelwaterstofmetingen verricht direct boven het wateroppervlak in de biorotortrappen. In de lucht boven de eerste trap werden concentraties waargenomen van 1 tot 2 ppb H₂S; in de overige trappen bleek met de voorhanden zijnde apparatuur H₂S niet aantoonbaar.

Zintuigelijke waarnemingen bevestigden een en ander; de eerste trap verspreidde een lichte afvalwatergeur, de overige trappen verspreidden geen geur van enige betekenis.

Verantwoording

Dank aan NOVA (Pamco Nederland BV/ W en S Engineering BV), Passavant BV en Dorr Oliver voor het ter beschikking stellen van de voor de proefinstallatie noodzakelijk installaties en apparatuur.

Bijzondere dank aan Ron Bakkum en

Hans Geerdink (medewerkers van de NV Luchthaven Schiphol) voor hun inzet de proefinstallatie draaiende te houden en voor hun vindingrijkheid.



KIWA-kwaliteitsverklaringen

Overzicht van wijzigingen in het derde kwartaal van 1982 van de lijst van fabrieken die gerechtigd zijn tot het voeren van KIWA-kwaliteitsverklaringen.

I KIWA-KEURMERKOVEREENKOMSTEN

10. Closets

a. Closetcombinaties, bestaande uit closetpot met aangebouwde stortbak en bijbehorende vlotterkraan volgens Kwaliteitseisen nr. 43, 1^e herziening.

Vervallen is: 13. Pozzi Ginori Industrie Ceramiche S.p.A. te Milaan, Italië (69).

b. *Closetpotten*, volgens Kwaliteitseisen nr. 42, 1^e herziening.

Vervallen is: 8. Pozzi Ginori Industrie Ceramiche S.p.A. te Milaan, Italië (69).

13. Fittingen, koppelingen en onderdelen voor soldeer- en schroefverbindingen

Fittingen, koppelingen en onderdelen voor soldeer- en schroefverbindingen volgens Kwaliteitseisen nr. 50, 1^e herziening.

Toevoegen: 12. Mosonmagyaróvári Fémserelvénygyár (Mofém) te Mosonmagyaróvár, Hongarije (73).

15. Fittingen van Ongeplasteerde PVC

Fittingen van ongeplasteerde PVC volgens Kwaliteitseisen nr. 54.

Wijzigen: 5. Armosig te La Celle-Saint Cloud, Frankrijk (94).

17. Gietijzeren buizen en hulpstukken

Gietijzeren buizen en hulpstukken volgens de Nederlandse (ISO-)normen, zowel die met een speciale asfaltering als de in steenkoolteer gedompelde.

b. Hulpstukken

Toevoegen: 12. VEB Magdeburger Werke 'Karl Marx', Armaturenkombinat te Magdeburg, Oost-Duitsland (2).

20. Koperen pijpen

a. *Koperen pijpen* volgens Kwaliteitseisen nr. 57. Vervallen is: 4. Visseries et Trefileries Réunies S.A. te Haren, België.

b. *Koperen pijpen* voorzien van een uitwendige afwerklaag volgens Kwaliteitseisen nr. 41. Toevoegen: 5. Trefimétaux G.P. te Parijs, fabriek de Givet, Frankrijk (16).

27. Mengkranen

Mengkranen volgens Kwaliteitseisen nr. 9.

Toevoegen: 28. KAJA-Sanitär-Armaturen te Hemer, West-Duitsland (92).

Vervallen is: 15. Armaturenwerke Karl Seidl, GmbH te Kufstein, Oostenrijk (39).

29. Rubberartikelen

a. *Ring van styreen-butadiëenrubber volgens Kwaliteitseisen nr. 46, 2^e herziening.*

Vervallen zijn: 1. N.V. Bergougnan Benelux te Evergem-Rabot, België.

5. Forsheda Gummifabrik A.B. te Forsheda, Zweden.

6. Forsheda France S.A. te Rochefort sur Mer, Frankrijk.

b. *Ring van natuurrubber volgens*

Kwaliteitseisen nr. 61.

Vervallen is: 2. N.V. Bergougnan Benelux te Evergem-Rabot, België.

c. *Rubberringen volgens NEN 7103*

(Kwaliteitseisen nr. 82).

Toevoegen: 2. N.V. Bergougnan Benelux te Evergem-Rabot, België.

3. Forsheda Gummifabrik A.B. te Forsheda, Zweden.

4. Forsheda France S.A. te Rochefort sur Mer, Frankrijk.

30. Schuimstraalmondstukken

Schuimstraalmondstukken volgens Kwaliteitseisen nr. 26.

Vervallen is: 4. Armaturenwerke Karl Seidl, GmbH te Kufstein, Oostenrijk (39).

34. Stopkranen

a. Stopkranen $\frac{3}{8}$ " ... 1" volgens Kwaliteitseisen nr. 12.

Toevoegen: 9. Mosonmagyaróvári Fémserelvénygyár (Mofém) te Mosonmagyaróvár, Hongarije (73).

36. Stopkranen (rechte)

Rechte stopkranen voor water in nominale maten van $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{2}$ " en $\frac{3}{4}$ " voor montage in leidingen in muren volgens Kwaliteitseisen nr. 33.

Vervallen is: 1. Armaturenwerke Karl Seidl GmbH te Kufstein, Oostenrijk (39).

39a. Stopkranen nabij toestellen

Stopkranen nabij toestellen volgens

Kwaliteitseisen nr. 83.

Toevoegen: 3. Siral S.p.A. te Lumezzane, Italië (93).

41. Stortbakken (laaggeplaatste)

Laaggeplaatste stortbakken volgens

Kwaliteitseisen nr. 60.

Vervallen zijn: 5. Jozef Mohr GmbH te Keulen, West-Duitsland (3).

7. Abu-Plast Kunststoffbetriebe GmbH te Rödental, West-Duitsland (83).

42. Stortbakken

Stortbakken volgens Kwaliteitseisen nr. 81.

Toevoegen: 3. Jozef Mohr GmbH te Keulen, West-Duitsland (3).

4. Villeroy & Boch, Keramische Werke KGI te Mettlach, West-Duitsland (76).

5. Abu-Plast Kunststoffbetriebe GmbH te Rödental, West-Duitsland (83).

● *vervolg in H₂O nr. 23 d.d. 11 november 1982.*