

De afvalwaterproduktie door strand- en kampeertereinbezoekers in Oostelijk Flevoland

In Oostelijk Flevoland wordt op een aantal plaatsen het afvalwater dat ontstaat op terreinen, ingericht voor strand- en verblijfsrecreatie gereinigd met behulp van vloeivelden ingeplant met biezen of riet [1]. Teneinde de belasting van deze velden en de mate van zuivering te kunnen vaststellen is het noodzakelijk een inzicht te hebben in de afvalwaterproduktie van strand- en kampeertereinbezoekers. Door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders is daartoe gedurende een aantal jaren op een tweetal stranden aan het Veluwemeer en een daarbij

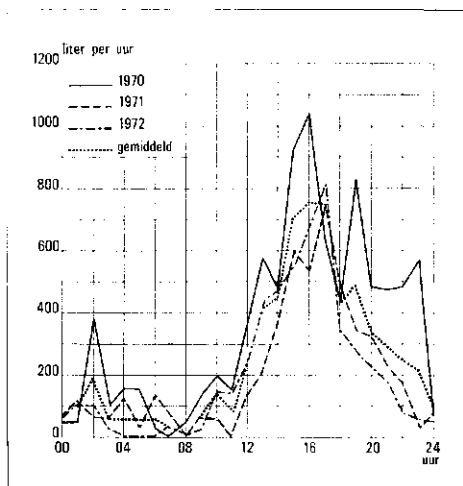


T. KOK
Wetenschappelijke afdeling
Rijksdienst voor de
IJsselmeerpolders



J. DE JONG
Wetenschappelijke afdeling
Rijksdienst voor de
IJsselmeerpolders

gelegen kampeerterein (afb. 1) een onderzoek naar zowel de hoeveelheid als de samenstelling van het geproduceerde afvalwater ingesteld.



Afb. 2 - De gemiddelde afvalwaterproduktie per uur van een etmaal tijdens de onderzoeksperioden in 1970, 1971 en 1972, alsmede het gemiddelde over de drie onderzoeksperioden.

Op de stranden zijn 23 toiletgebouwtjes geplaatst. Elk toiletgebouw is voorzien van twee closets met waterspoeling. In het centrum van het noordelijke strand is een groot toiletgebouw geplaatst met 6 closets, 4 douches en 8 wasbakken. Alle voorzieningen zijn op een riolering aangesloten. Op deze riolering zijn bovendien twee restaurants en een tussen de beide stranden gelegen kleine jachthaven aangesloten. Op het kampeerterein zijn 8 toiletgebouwen

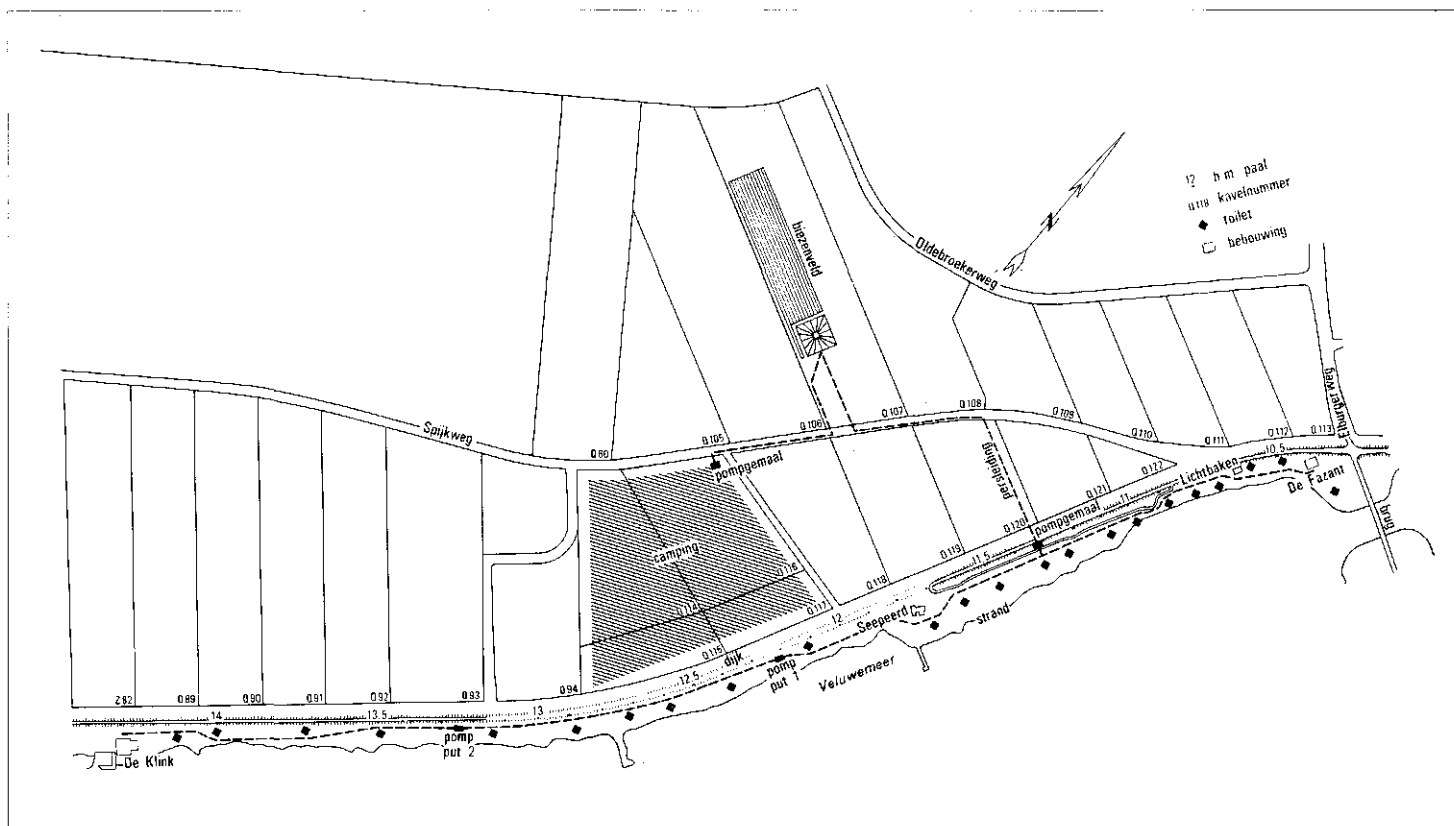
met totaal 112 closets, 32 douches, 16 urinoirs en 22 wasbakken, 2 lavets en 8 groentewasbakken geplaatst. Daarnaast zijn de receptie, de kampwinkel, de kantine en een kleuterbad op een riolering aangesloten. Het afvalwater van dagrecreanten op de stranden en van de kampeerders wordt via afzonderlijke persleidingen naar een biezenveld gebracht en daar gereinigd.

De afvalwaterproduktie op de stranden

Door in 1970, 1971 en 1972 in de maanden juli en augustus gedurende perioden van 25, 32 en respectievelijk 41 dagen zowel het aantal bezoekers van de stranden als de afvalwaterproduktie vast te stellen is het mogelijk een beeld te vormen van de dagelijks per recreant geloosde hoeveelheid afvalwater.

In afb. 2 is voor de verschillende onderzoeksperioden de gemiddelde verdeling van de afvalwaterproduktie over een etmaal weergegeven. Bovendien is de lijn die als gemiddelde van de drie onderzoeksperioden kan worden berekend in de figuur opgenomen. Het blijkt dat rond vier uur 's middags de afvalwaterproduktie maximaal is. Naast de verdeling van afvalwaterproduktie over de dag is de totale dagelijks geloosde hoeveelheid afvalwater bepaald. In tabel I zijn naast de totale hoeveelheid geloosd afvalwater in de onder-

Afb. 1 - De situering van de stranden en de camping aan het Veluwemeer in Oostelijk Flevoland.



zoekperiodes in 1970, 1971 en 1972 ook de daaruit berekende gemiddelde dagaanvoeren en de per strandbezoeker gemiddeld dagelijks geloosde hoeveelheid afvalwater gegeven.

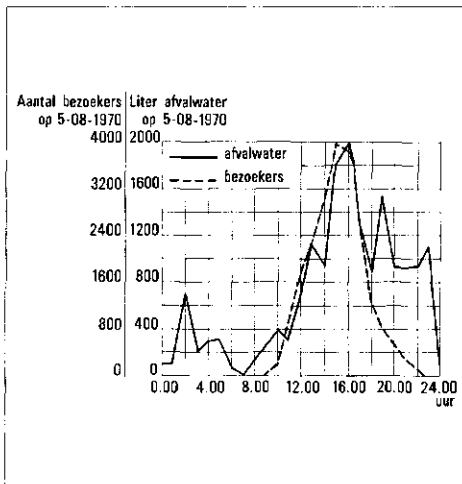
TABEL I - De totale aanvoer van afvalwater vanaf de beide stranden in de onderzoeksperiodes in 1970, 1971 en 1972 en de daaruit berekende gemiddelde dagaanvoer en gemiddelde lozing per strandbezoeker per dag.

Jaar	m ³ totaal aanvoer	aantal dagen	m ³ dagaanvoer	l/bezoeker dag
1907	282	25	11.3	2.2.
1971	177	32	5.5	0.8.
1972	200	41	4.9	0.7.
				1.2 (gemiddeld)

Zowel uit figuur 2 als tabel I blijkt dat in 1970 de afvalwaterproductie hoger was dan in de jaren 1971 en 1972. De oorzaak hiervan is niet terug te voeren op een verminderd strandbezoek in de laatste twee onderzoeksjaren. In tegendeel, er is eerder sprake van enige stijging van het dagelijkse aantal bezoekers op de stranden. Het dagelijks aantal strandbezoekers bedroeg gemiddeld tijdens de onderzoeksperiode in 1970: 5350, tijdens de periode in 1971: 6700 en in 1972: 6370 [2, 3].

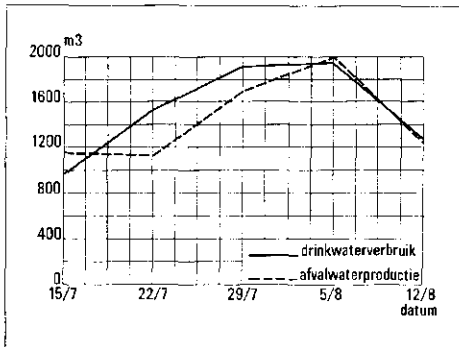
Op het noordelijk strand nabij de brug nabij Elburg is de verdeling van de bezoekerintensiteit over de dag bepaald en van deze verdeling is gebruik gemaakt om voor dagen met een ongeveer gelijk aantal bezoekers het bezoek op een bepaald uur van de dag te berekenen. Als bezoeker wordt in dit verband beschouwd elke persoon die het strand bezoekt, ongeacht de tijd, die hij er verblijft.

Het blijkt dat de verdeling van de afvalwaterproductie over de dag nauw samenhangt met het aantal bezoekers op de verschillende uren van de dag. Voor één bepaalde dag (5 augustus 1970) is dit weergegeven in afb. 3. Afgezien van enige (afval)waterproductie tijdens de nachturen loopt de afvalwaterproductie synchroon met het bezoekersverloop. Aan het einde van de dag duurt de productie nog wat voort. Dit kan het gevolg zijn van vertragingen in het rioleringsstelsel en een nog voortdurende productie van afvalwater vanuit beide restaurants en de jachthaven. Uit afb. 3 blijkt dat het strandbezoek het grootst is tussen 15 en 16 uur, terwijl de uit deze figuur berekende gemiddelde verblijfsduur ongeveer 3 uur is. Dit is korter dan door Ter Haar in 1965 is gevonden [7]. Het verschil berust op verschillen in waarnemingsmethoden. Ter Haar komt tot de verblijfsduur via interviews met strandbezoekers, waarbij bezoekers die zeer kort op het strand verblijven afvallen, terwijl bij



Afb. 3 - De samenhang tussen de verdeling van de afvalwaterproductie over de dag en het verloop van het aantal strandbezoekers op diezelfde dag (5 augustus 1970).

Afb. 4 - Verloop van het drinkwaterverbruik op de camping en de productie van afvalwater in m³.



het hier beschreven onderzoek iedere persoon die het strand opgaat als 'dag-recreant' wordt geteld. Omdat geen correcties zijn aangebracht voor de aanvoer van afvalwater vanuit de beide restaurants en de jachthaven zijn de

Spontane wilgengroei Zuigerplaspark.



in tabel I genoemde hoeveelheden afvalwater iets te hoog. De in tabel I gegeven waarden zijn gemiddelden over de totale onderzoeksperiodes. Teneinde een indruk van de variaties in de productie te kunnen geven is in tabel II de afvalwaterproductie per dagrecreant per dag voor kortere tijdsintervallen (weekeinden, 5 werkdagen) gegeven. Uit deze tabel blijkt dat in de loop van 1970 een aanzienlijke daling van de afvalwaterproductie optreedt. Deze daling is niet gekoppeld aan het aantal bezoekers en is evenmin toe te schrijven aan onvoldoende sanitaire voorzieningen. In 1970-1972 was 1 toilet per 300 strandbezoekers (bij het grootste bezoek) beschikbaar. Er is geen duidelijke verklaring voor deze daling te geven.

Uit gegevens over het drinkwatergebruik blijkt dat dit verbruik op de stranden, — de toiletten worden met leidingwater gespoeld —, zeer gering is. Per toiletgebouwtje is in 1970 minder dan 25 m³ water verbruikt in de periode 1 mei — 1 oktober 1970.

Over de afvalwaterproductie van strandbezoekers kan het volgende worden geconcludeerd.

De gemiddelde afvalwaterproductie per strandbezoeker per dag bedraagt, gebaseerd op de onderzoeksuitkomsten van 1970, 1971 en 1972: 1,2 l per dag. Om voldoende veiligheid in te bouwen bij het ontwerpen van riet- of biezenvelden gaat men daar uit van een productie van 2,5 l per strandbezoeker per dag.

De afvalwaterproductie op een kampeerterrein

In de periode 1967 - 1971 is gedurende de vakantietijd in de zomer 59 maal het totaal drinkwaterverbruik per dag op een kampeerterrein in Oostelijk Flevoland gemeten

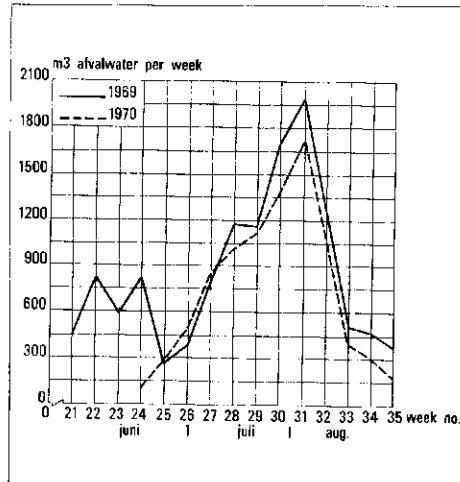
TABEL II - De berekende afvalwaterproduktie per dagrecreant per dag voor tijdsintervallen van weekeinden en 5 werkdagen in 1970, 1971 en 1972.

Dagen	Data 1970	Aantal bezoekers	Afvalwater in liters per persoon/dag
werkdagen	21 - 24/7	11.420	3.1
weekeinde	25 en 26/7	4.564	5.9
werkdagen	27 - 31/7	29.738	2.2
weekeinde	1 en 2/8	26.309	2.5
werkdagen	3 - 7/8	44.141	1.6
weekeinde	8 en 9/8	6.430	1.7
werkdagen	10 - 14/8	11.236	0.5
1971			
werkdagen	5 - 9/7	40.552	0.9
weekeinde	10 en 11/7	31.780	0.8
werkdagen	12 - 16/7	29.363	0.8
weekeinde	17 en 18/7	6.551	0.7
werkdagen	19 - 23/7	29.414	1.1
weekeinde	24 en 25/7	11.445	0.9
werkdagen	26 - 30/7	25.208	0.7
weekeinde	31/7 en 1/8	20.511	0.7
werkdagen	2 - 5/8	19.506	0.7
1972			
werkdagen	4 - 7/7	20.477	1.0
weekeinde	8 en 9/7	5.074	1.3
werkdagen	10 - 14/7	47.974	0.9
weekeinde	15 en 16/7	27.316	0.8
werkdagen	17 - 21/7	59.594	0.8
weekeinde	22 en 23/7	27.756	0.6
werkdagen	24 - 28/7	12.447	0.3
weekeinde	29 en 30/7	6.440	0.5
werkdagen	31/7 - 4/8	12.152	0.8
weekeinde	5 en 6/8	9.629	0.3
werkdagen	7 - 11/8	22.449	0.7
weekeinde	12 en 13/8	9.721	0.8

TABEL III - De samenstelling van door dag- en verblijfsrecreanten geloosd afvalwater alsmede de lozingsomvang.

Bron van het afvalwater	hoeveelheid l/persoon dag	MPN per ml.	N-kjeldahl	mg/liter P-totaal	BOD ₅ ²⁰
Dagrecreatie (strand)	1	24.000	21	2.4	58
Verblijfsrecreatie (camping)	70	248.000	105	16.1	410
1 i.e.	100	250.000-800.000	80-130	9-38	540

Recreatie aan het Veluwemeer.



Afb. 5 - Wekelijkse afvalwaterproduktie in m³ op de Rivieracamping in 1969.

terwijl ook het aantal bezoekers is vastgesteld. Daarnaast is in de periode van 16 juli tot 12 augustus 1969 de dagelijkse hoeveelheid afvalwater, het drinkwaterverbruik en het aantal bezoekers bepaald. In laatstgenoemde periode blijkt het drinkwaterverbruik 83 liter/dag en de afvalwaterproduktie 75 l/dag, of 90 % van het drinkwaterverbruik. Er blijkt een duidelijk verband tussen de afvalwaterproduktie en het drinkwaterverbruik te bestaan (afb. 4). Wanneer alle 59 waarnemingen in de jaren 1967 - 1971 in beschouwing worden genomen blijkt het gemiddeld drinkwater-

verbruik 75 liter per bezoeker per dag te bedragen, zodat de afvalwaterproduktie circa 70 liter per bezoeker per dag zal zijn. Uit afb. 5 blijkt, dat de afvalwaterproduktie op het kampeerterrain een duidelijk seizoengebonden karakter vertoont. In deze figuur is de wekelijkse aanvoer van afvalwater vanaf het kampeerterrain op het vloeiveld op Q 107 in 1969 en 1970 weergegeven. Uit de waarnemingen blijkt tevens, dat op het kampeerterrain de verdeling van de afvalwaterproduktie over de dag vergelijkbaar is met de verdeling over de dag, zoals deze voor huishoudelijk afvalwater bekend is [4].

De samenstelling van het afvalwater

Door middel van steekmonsters is een indruk verkregen van de samenstelling van het afvalwater. Het afvalwater is afkomstig zowel van het kampeerterrain als van het strand. In tabel III zijn zowel de hoeveelheid afvalwater die per recreant wordt geloosd als de samenstelling ervan weergegeven, zodat men een beeld kan krijgen van de vervuilingsswaarde en de af te voeren hoeveelheden.

Ter vergelijking is in deze tabel tevens de standaardlozingsomvang voor 1 inwonerequivalent opgenomen [8, 9].

Uit tabel III blijkt, zij het met enig voorbehoud ten aanzien van de samenstelling van het door strandbezoekers geproduceerde afvalwater dat slechts op de analyse van 1 monster berust, dat zowel de hoeveelheid als de vervuilingsswaarde van het afvalwater van strandbezoekers zeer gering is. De door verblijfsrecreanten geproduceerde hoeveelheid afvalwater is aanzienlijk minder dan de lozing voor 1 i.e., terwijl de BOD₅²⁰ ook lager is dan de waarde die voor 1 i.e. wordt gehanteerd. De gegevens voor de verblijfsrecreatie zijn gebaseerd op de analyses van 43 monsters.

Het lijkt zinvol de hier gevonden waarden te vergelijken met de door Van Oostrum [5] en Van den Herik [6] gegeven waarden en daarbij onderscheid te maken tussen de hydraulische- en de BOD-belasting. Het is niet duidelijk of de aan de literatuur ontleende grondslagen berusten op schattingen of op onderzoek. Daarnaast kan de belasting, uitgedrukt in i.e. volgens de formule:

$$\text{aantal i.e.} = \frac{Q}{180} (2.5 \cdot \text{BOD}_{5^{20}} + 4.57 N)$$

worden berekend (Uitvoeringsbesl. Verontreiniging Rijkswateren, 5 nov. 1970 D3a). In tabel IV zijn de verschillende in de literatuur gegeven waarden en de bij dit onderzoek gevonden resultaten voor lozingsomvang en vervuilingsswaarde naast elkaar gezet.

Met name ten aanzien van dagrecreanten



Om zich te ontspannen zoekt de mens de natuur op.

TABEL IV - Een vergelijking van literatuurgegevens over lozingsomvang en vervuilingswaarde van huishoudelijk afvalwater met de resultaten van het R.I.J.P.-onderzoek.

Bron	Strandbezoekers (dagrecreanten)			Kampeeders (verblijfsrecreanten)		
	hoe- veelheid (l/dag)	BOD lozing t.o.v. 1 i.e. (54 g/dag)	Aantal i.e. vlg. Rijks- formule	hoe- veelheid	BOD lozing t.o.v. 1 i.e. (54 g/dag)	Aantal i.e. vlg. Rijks- formule
v. Oostrum [5]	20	0.2	—	50	0.5	—
v. d. Herik [6]	20	0.2	—	100	1	—
R.I.J.P.	1.2	0.001	0.0013	70	0.6	0.5

(= strandbezoekers) maar ook, hoewel in mindere mate, ten aanzien van de verblijfsrecreanten (= kampeeders) blijken de onderzoeksresultaten aanzienlijk af te wijken van de in de literatuur genoemde waarden. Op grond van de onderzoeksresultaten lijkt het zinvol de te hanteren ontwerpnormen voor afvalwaterzuiveringsinstallaties ten behoeve van recreatieve voorzieningen kritisch te beschouwen. Met name ten aanzien van strandbezoekers verdient het aanbeveling de te hanteren waarden te herzien. Voor de situatie in Flevoland gaat men thans uit van de volgende waarden:

	hoeveelheid mg BOD ₅ ²⁰ /l	
Strandbezoekers	2.5 l/dag	540
Kampeeders	75 l/dag	540

Het verdient aanbeveling deze waarden ook voor andere situaties te hanteren teneinde te grote overdimensionering in installaties en leidingen te voorkomen.

Samenvatting

Teneinde de belasting en werking van een in Oostelijk Flevoland aangelegd vloeiveld voor de reiniging van afvalwater afkomstig uit een voor dag- en verblijfsrecreatie ingericht gebied vast te kunnen stellen, is zowel de

hoeveelheid als de vervuilingswaarde van het door de recreanten geloosde afvalwater bepaald. Het blijkt dat zowel de hoeveelheid als de vervuilingswaarde van het afvalwater dat door de dag- en verblijfsrecreanten wordt geproduceerd minder is dan in de literatuur wordt aangenomen. Dit geldt met name ten aanzien van de dagrecreanten (strandbezoekers), zodat het wenselijk lijkt de in de literatuur genoemde grondslagen voor de dimensionering met enig voorbehoud toe te passen. Het verdient aanbeveling de te kiezen uitgangspunten voor het ontwerpen van voorzieningen voor transport en reiniging van afvalwater van stranden en kampeerterrainen zorgvuldig te overwegen.

Literatuur

1. T. Kok, H₂O, 7, (24), 537 - 544, (1974).
2. H. A. Bruning, J. Boekee. R.I.J.P. 1972.
3. J. Boekee, pers. meded.
4. A. C. J. Koot. *Inzameling van afvalwater*, Delft, 1972.
5. H. J. v. Oostrum. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 12 (2) 39 (1972).
6. G. A. v. d. Herik. *Recreatievoorzieningen* (1), 6 (1974).
7. E. ter Haar. R.I.J.P. *Flevobericht* 58 (1968).
8. R.I.J.P. dossier.
9. A. C. J. Koot. *5e Vakantiecursus afvalwaterzuivering*. Delft, 1970.

Slibontwatering met behulp van een centrifuge zonder toevoeging van polyelektrolyten te Zutphen

Op de rwzi te Zutphen, oxydatiesloot, type Carrousel, 100.000 i.e. in beheer bij het Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland, worden op het ogenblik slibontwateringsproeven uitgevoerd.

Teneinde de afzet in de landbouw te handhaven, doch het volume sterk te reduceren is tot doel gesteld het aëroob gemineraliseerde slib te ontwateren tot 7 à 8 % DS, zonder dat hierbij polyelektrolyten worden toegevoegd.

Op grond van vorig jaar op kleine schaal uitgevoerde proeven bleek de Alfa Laval ATM-centrifuge mogelijkheden te bieden. Sinds januari 1975 worden testseries uitgevoerd met behulp van bovengenoemde centrifuge op produktieschaal.

De voorlopige resultaten van proeven uitgevoerd met retourslib wijzen uit, dat bij een effectieve capaciteit van 10 - 13 m³/h, afhankelijk van de instelling, een droge stofgehalte van 8 - 10 % kan worden bereikt, waarbij het rendement op 85 - 90 % ligt. De testen worden zowel met retourslib als met slib uit het circuit en slib uit de indikker genomen.

Het proefprogramma is opgezet en wordt gecoördineerd en begeleid door het Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen BV, dat dit bericht aan de redactie toezond.

Colloquium inzake afvalwaterheffingen in Nederland

op 6 en 7 mei 1975 te Utrecht

De Int. Werkgroep voor Industriële Milieubescherming houdt op 6 en 7 mei a.s. in het Jaarbeurs Congrescentrum een colloquium inzake afvalwaterheffingen in Nederland.

De I.U.A. is een internationale groepering van instituten, die met technische adviezen, ontwikkelingswerk en onderzoek daadwerkelijk industriële milieuvraagstukken helpt oplossen. Het doel van de I.U.A. is de activiteiten van haar deelnemers te stimuleren door het uitwisselen van kennis en ervaring.

De I.U.A. organiseert dit colloquium in Nederland, omdat de toepassing van afvalwaterheffingen in Nederland het verst gevorderd is. Een analyse van het Nederlandse systeem van afvalwaterheffingen is na 4 jaar praktijkervaring zinvol, mede omdat hiervoor in het buitenland grote belangstelling bestaat.

Nadere inlichtingen: Krachtwerktuigen, Amersfoort.