

## Enige mededelingen over afvalwaterzuivering in Zwitserland (2)\*

Een bijzondere bespreking verdient de ARA te Arosa. Als toeristencentrum, waarbij in het bijzonder gedacht moet worden aan wintersport, varieert het aantal personen, waarvan het afvalwater moet worden behandeld, zeer sterk. Maximum en minimum belasting verhouden zich als 6 : 1. De betrekkelijk kleine installatie diende daarom, met uitzondering van het rooster en de zandvang, in twee eenheden gebouwd te worden. Een andere moeilijkheid bestaat in de ligging van Arosa op 1.618 m boven de zeespiegel. De temperatuur is daarom dan niet alleen gedurende ca. de helft van het jaar beneden het vriespunt met uiteraard af en toe strenge vorstperiodes, doch bovendien is de sneeuwval er bijzonder rijklijk. Tijdens ons bezoek viel in de nacht van 7 op 8 mei jl. ongeveer 20 cm sneeuw. De foto van afb. 15 is op 8 mei 1973 genomen. Een en ander noodzaakte de ontwerpers van deze ARA o.a. de inrichting te overdekken

\*) Het eerste deel van dit artikel is gepubliceerd in *H<sub>2</sub>O* (6) 1973, nr. 24, pag. 657 - 662.

chemische conditionering en filterpersen bij de verwerking van slib van installaties die groter zijn dan 50.000 i.e. (afb. 4).

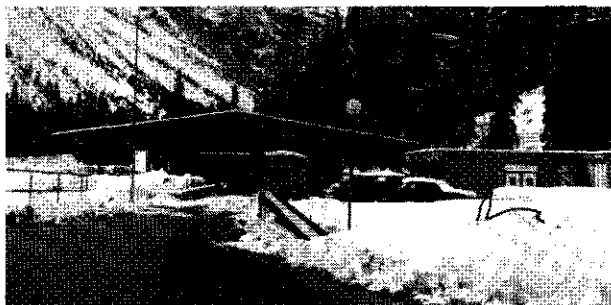
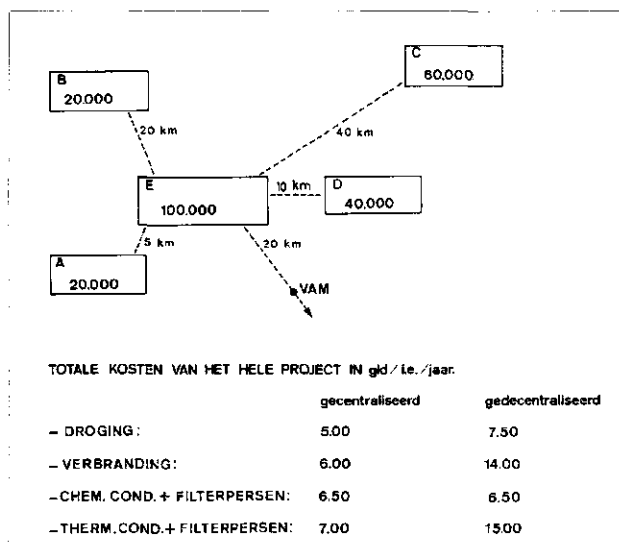
### 7.3. Gedeeltelijk gedecentraliseerde verwerking

Bij de gedeeltelijk gedecentraliseerde verwerking blijkt dat droging, verbranding en thermische conditionering duurder zijn dan bij een gecentraliseerde verwerking; alleen de chemische conditionering plus filterpersen bleek goedkoper te zijn, nl. ca. f 6,—/i.e./jaar. Hierbij wordt het slib van A, B, D en E in E en het slib van C ter plaatse verwerkt.

### 7.4. Nabeschuiving van het rekenvoorbeeld

Uit het rekenvoorbeeld kan geconcludeerd worden dat centralisatie van de slibverwerking economisch verantwoord is. De goedkoopste oplossing is, eveneens bij de gehanteerde

Afb. 8 - Rekenvoorbeeld.



Afb. 15 - ARA Arosa op 8 mei 1973.

(zie afb. 16 en 17). Voorts diende gezorgd te worden voor verwarming van de loopranden van de slijkruimers. Een derde bijzonderheid van deze instalatie is, dat zij ook verwerkt de keukenafval van de hotels van Arosa. Deze worden in een hamermolen behandeld en vervolgens verder

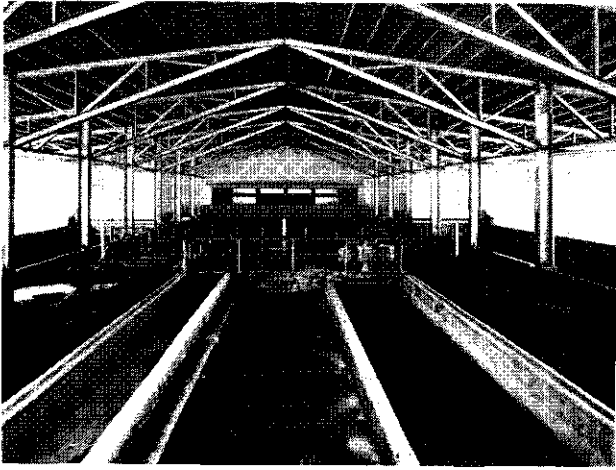
uitgangspunten, mechanische voorontwatering en droging.

Als de uitgangspunten worden verlaten en het ontwaterde slib in eigen gebied kan worden gedumpt, dan kan blijken dat een gedeeltelijk gecentraliseerde verwerking van het slib met behulp van chemische conditionering en filterpersen de goedkoopste oplossing is.

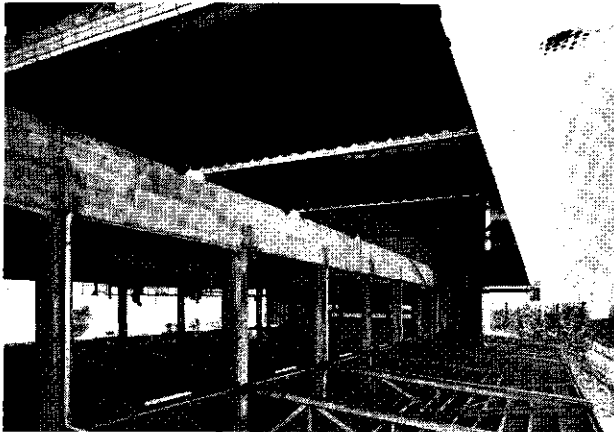
## 8. Conclusies

- De kosten van de slibverwerkingen zullen in belangrijke mate de keus van het verwerkingsysteem en de beslissing tot centralisatie bepalen.
- In de praktijk zullen naast de economische, de technologische, technische en milieuhygiënische aspecten de keuze van verwerking bepalen.
- De voordelen van een gecentraliseerde verwerking kunnen, naast het kostenvoordeel, liggen op het gebied van de bedrijfsvoering en de flexibiliteit van de verwerking.
- Bij centralisatie van de slibverwerking neemt het transport van het te verwerken product een belangrijke plaats in. Als transportmethoden kunnen persleidingen en as-transport in aanmerking komen.
- Bij grote transportafstanden blijkt het transport per as vaak voordeliger te zijn.
- De plaats van de centrale slibverwerking is bij voorkeur op een zuiveringsinstallatie gesitueerd.
- De kosten van afvoer en aflevering van het uiteindelijke product beïnvloeden de kosten van de totale slibverwerking.
- Uit het rekenvoorbeeld is gebleken dat een centrale slibverwerking bij de genoemde uitgangspunten economisch verantwoord is.

(De schrijver is veel dank verschuldigd aan ir. F. B. Veldkamp bij het totstandkomen van deze bijdrage).



Afb. 16 - ARA Arosa, overdekte zandvang en voorbezinktanks.



Afb. 17 - ARA Arosa, overdekte aëratietanks en nabezinktanks (tedig).

vermalen en gehomogeniseerd, waarna zij in de primaire gistingstank worden gepompt. Tenslotte verdient vermelding, dat de ARA te Arosa de enige van de bezochte installaties was, die op eigen terrein een regenwaterbassin had. Dergelijke bassins worden wel meer in Zwitserland toegepast, doch worden voorgeschakeld bij een nooduitlaat. Na de bui wordt de inhoud van een regenwaterbassin met het bezinksel via de riolering naar de zuiveringsinstallatie gevoerd.

In tabel 1 zijn de belangrijkste gegevens betreffende de bezochte ARA's (met uitzondering van die te Jona) samengevat. Gezien het bovenstaande kan het commentaar op deze tabel beperkt blijven tot enkele opmerkingen.

In de eerste plaats zij er op gewezen, dat in Zwitserland als dagelijkse B.Z.V. als regel aangenomen wordt 75 gr. per i.e. Voor de herleiding van capaciteiten en aanlegkosten per i.e. tot Nederlandse normen dienen de betrokken cijfers van de tabel te worden vermenigvuldigd resp. met 1.4 en met 0.7. Verblijftijden en oppervlaktebelastingen voor de behandeling van de d.w.a. zijn meestal van ongeveer dezelfde orde van grootte als in Nederland, doch voor het bezinken van regenwateraanvoer worden de bassins naar onze opvatting zeer hoog belast. Dit geldt alleen voor de voorbezinking. In enkele gevallen wordt bij grote aanvoer een belangrijk deel van het rioolwater na passage van rooster en zandvang direct afgevoerd. Veelal wordt ook een gedeelte van het voorbezonden afvalwater bij regen onmiddellijk geloosd (Genève). Een vergelijking met de praktijk in Nederland over de regenwaterbehandeling is echter moeilijk. In de eerste plaats is het waterverbruik per hoofd en per dag in Zwitserland belangrijk hoger dan bij ons. Voor de bezochte inrichtingen bedraagt

dit gemiddeld 370 l, met een maximum van 800 l (Genève) en een minimum van 280 l (Lausanne). Voorts zal in het algemeen de helling en dus de snelheid in de riolen in Zwitserland groter zijn dan bij dan ons, waardoor bij regen betrekkelijk weinig extra slijkhoeveelheden worden afgevoerd. Een andere consequentie van de grotere vervallen is, dat de statische berging in de riolen kleiner is.

Voor de nabezinking geldt bovenstaande opmerking betreffende de belasting niet.

De belasting van de aëratietanks (A.T.'s) blijkt nogal te variëren en wel — uitgedrukt in grammen B.O.D./m<sup>3</sup>/dag op basis van 75 gr. B.O.D./i.e./dag — van 1.500 (Zofingen, Baden en Lausanne) tot 3.250 (Thun). Wellicht dat de oorzaak hiervan gezocht moet worden in de verschillende eisen van de kantonale diensten voor de milieubescherming en/of de lokale omstandigheden.

De aanlegkosten van de A.R.A.'s lopen eveneens vrij sterk uiteen, waarbij kennelijk niet alleen de omvang, doch ook de gecompliceerdheid van de bouw (bijv. Thalwill) een rol speelt. In het algemeen liggen deze kosten per i.e. op een vrij wat hoger niveau dan in Nederland. Een uitschieter schijnt de installatie Aire te Genève te vormen door het hoge bedrag per i.e. (Zw.fr. 400,—). Hierbij dient evenwel bedacht te worden, dat in deze kosten zijn begrepen die van de aanleg van een zeer omvangrijk net van transportriolen met 12 ondergemalen en een hoofdrioolgemaal, waardoor vrijwel het gehele kanton Genève wordt ontwaterd. Ofschoon naar schatting meer dan de helft van dit rioleringsgebied volgens het gescheiden stelsel is gerioleerd, heeft het hoofdpompstation — St. Jean — een zeer grote capaciteit, namelijk 19.4 m<sup>3</sup>/s met een uitbreidingsmogelijkheid tot 24.4 m<sup>3</sup>/s. Het rioolwater wordt gepompt in een reservoir in het gemaal, van waaruit het onder natuurlijk verhang naar Aire vloeit. De statische opvoerhoogte bedraagt 11.7 m. Het geïnstalleerde vermogen is 5.000 PK. De hoofdafmetingen van het gebouw zijn lengte 23 m, breedte 17.5 m en hoogte 27 m. De variabele kosten van Aire, inclusief die van het gemaal St. Jean, bedragen ca. Zw.fr. 5 per i.e. per jaar. Van de andere installatie zijn slechts van Bern deze kosten bekend, namelijk Zw.fr. 4/i.e./jaar. Daarvan bedraagt de loonpost rond 40 %, terwijl energie en water daarvan slechts 6,5 % vergen. De ontvangsten te Bern bedragen rond Zw.fr. 2 mio per jaar. Hiervan werden in 1972 Zw.fr. 1.5 mio verkregen uit een rioolbelasting van Bern en bijna Zw.fr. 470.000 van de aangesloten buurgemeenten.

In het reisprogramma waren verder opgenomen bezoeken aan enige industriële inrichtingen. Als voorbeeld van de gang van zaken bij de oplossing van deze problemen door de industrie dient een beschrijving van hetgeen aan de hand is bij het bekende Zwitserse concern Ciba-Geigy. Deze firma heeft in Zwitserland 10 productiebedrijven en drie inrich-

Afb. 18 - ARA Genève (Aire); midden achter dienstgebouw; midden links gebouw voor de slijkbehandeling met verlaadstation voor de filterkoek, rechts daarvan de gistingstanks en indickers; in het midden de aëratietanks met daarboven de voorbezinktanks en daaronder de nabezinkbassins.



	Schaffhausen („Röti“)	Weinfelden (Mittelthurgau)	Arosa	Bosikon- Hinwil	Zürich (Werdt-Hözlil)	Thalwil	Regio Baden	Zofingen	Bern	Thun	Lausanne	Genève (Aire)
<b>Capaciteit</b>												
inwoners	67.000		min. 5.500	11.250		40.000	75.000	120.000	233.000	121.000	220.000	400.000
industrie (i.e.)	26.000		max. 32.000	3.750	?	?	50.000	?	?	65.000	?	?
totaal i.e.	93.000	80.000		15.000	400.000	40.000	125.000	120.000	233.000	186.000	220.000	400.000
d.w.a. (l/s)	800	1.390	150	120	3.350	350	1.000	3.250	2.800	1.290	1.700	5.500
r.w.a. (l/s)	3.000	7.200	300	300	14.400	1.050	1.670 biol. 5.000 mech.	16.000	8.400	2.580	7.800	16.000
<b>Voorbezinking</b>												
vorm	rechthoekig	rond	rechthoekig	afwezig	2 rond	rechthoekig	rechthoekig	rechthoekig	rond	rechthoekig	rechthoekig	rechthoekig
aantal	3.800	3.000	556	—	28 rechthoekig 30	2	4	4	2	4	3	8
nuttige inhoud (m <sup>3</sup> )					14.800	1.920	5.120	4.880	24.000	7.000	6.540	24.000
verbliftijd (h)												
d.w.a.	1.32	1.6	1.10	—	1.25	1.5	1.25	1.5	8.5	1.5	1	1.2
r.w.a.	0.35	0.8	0.55	—	0.3	0.5	0.3	0.3	2.85	0.75	0.22	0.4
opp.vl. belasting (m/h)												
d.w.a.	2.6	1.4	2.56	—	1.3	1.85	1.41	2.0	0.93	2.16	2.0	2.7
r.w.a.	9.7	2.7	5.12	—	5.2	5.55	5.6	10	2.8	4.32	4.5	8.1
<b>Biologische zuivering</b>												
systeem	belucht sifb drukluht	belucht sifb drukluht	belucht sifb drukluht	belucht sifb air-lifts	belucht sifb inka	belucht sifb inka	belucht sifb inka	belucht sifb 2-traps	oxydatie- bedden	belucht sifb simplex	belucht sifb drukluht	belucht sifb drukluht
inhoud bel.tanks												
totaal in m <sup>3</sup>	2.852	3.600	944	432+432=864	8.850	1.750	5.740	1.500+4.500 1)	18.000 2)	4.050	11.500	11.600
per i.e. in l.	30	45	min. 30	27	33.5	43.5	46	50	75 2)	23	50	53
luchttoevoer capaciteit in l/i.e./h	180	550	130	—	432	150—500	max. 500	?	?	—	max. 600	max. 600
geïnstalleerd vermogen voor de beluchting totaal in kW	280	?	?	100	?	?	?	?	?	?	1.360	1.240
per i.e. in W	30	?	?	3	?	?	?	?	?	?	60	30
<b>Nabezinking</b>												
vorm	rond	rond	rechthoekig	rechthoekig	rechthoekig	rechthoekig	rechthoekig	rechthoekig	rond	rechthoekig	rond	rechthoekig
aantal	2	3	2	2	4	6	7	1+2	2	2	2	8
inhoud in m <sup>3</sup>	7.680	5.100	1.308	3.230	20.700	2.700	9.360	13.000	14.000	7.000	8.000	30.000
verbliftijd (h)												
d.w.a.	2.7	2.7	2.44	4.15	2.9	2.5	2.5	?	5.0	3	min. 1.35	1.5
r.w.a.	1.3	1.35	1.64	1.7	1.1	1.25	1.3	?	1.7	2		
opp.belasting (m/h)												
d.w.a.	1.5	0.9	1.24	0.86	1.05	1.25	1.09	?	0.7	1.2	max. 2.6	1.5
r.w.a.	3.0	1.8	1.85	2.15	2.62							
<b>Slijkbehandeling</b>												
gisting	2-traps	2-traps	2-traps	geen	2-traps	2-traps	2-traps	—	2-traps	2-traps	—	2-traps
inhoud totaal (m <sup>3</sup> )	5.700	5.600	1.800	—	23.500	2.730	3.200	—	12.000	5.000	—	12.900
inhoud per i.e. (l)	60	70	60	—	47	68	25.5	—	51.5	27	—	32
mineralisatie	—	—	—	ja inh. 642 m <sup>3</sup>	—	—	—	ja inh. 864 m <sup>3</sup>	—	—	—	—
pasteurisatie	—	—	—	ja	ja	—	—	—	—	ja	—	—
Ontwatering	decanteer- centrifuges	ja indiker 200 m <sup>3</sup>	filterpers	—	Porteous process	decanteer- centrifuges	—	vacuümfilter	Starcosa- centrifuges	ged. droog- bedden	filterpers fluid solids oven	Porteous process met huisvuil dump
verbranding	dump	—	—	—	—	landbouw	—	ringoven dump	landbouw	—	—	—
afvoer naar	1.000	600	300	—	10.000	230	landbouw 2.500	—	3.500	2.000	—	?
inhoud gasometer in m <sup>3</sup>												
<b>Aanlegkosten in Zw.fr.</b>												
totaal in mio	19.6	12.5	7.7	4	31.5	11	16	?	30.5	29	?	160 2)
per i.e.	210	155	225	125	78.5	275	128	?	130	156	?	400 2)
<b>Aantal personeelsleden</b>	5	?	4	1	20	4	6	?	17	7	?	39
<b>Aantal samenwerkende gemeenten</b>	4	11	—	2	—	3	6	7	8	19	13	kantonaal

1) inhoud resp. van 1e en 2e beluchtingstrap; 2) resp. totaal aantal m<sup>3</sup> oxydatiebed materiaal en liters materiaal i.e.; 3) incl. de kosten van de aanvoerriolen; het rioleringsgebied bestrijkt vrijwel het gehele kanton.

tingen voor routine onderzoek en voor spuurwerk. Laatstgenoemde zijn met betrekking tot het vervuiliingsprobleem van ondergeschikt belang. Twee grote produktiebedrijven (Kaisten en Monthey) hebben een eigen zuiveringsinstallatie in combinatie met enige omliggende gemeenten. Een analoge oplossing is in voorbereiding voor de werken Stein en Wehr. terwijl deze voor de fabrieken Grenzach en Schweizerhalle (aansluiting op de omvangrijke zuiveringsinstallatie „Rhein”, Baselland) in aanbouw is. Het wachten is nu nog op de aanleg van twee grote zuiveringsinstallaties, die het afvalwater van de stad Basel en omgeving zullen zuiveren. Hierop zullen de fabrieken te Huningue, Klybeck en Rosental worden aangesloten. Ook enige andere grote bedrijven met analoge produktieprogramma als Ciba-Geigy, t.w. Hoffmann-La Roche en Sandoz, kunnen dan op een fatsoenlijke wijze hun vloeibare afval kwijt.

De moeilijkheid is hier evenwel, dat op Zwitsers gebied geen plaats kan worden gevonden voor deze installaties. Deze zullen resp. in Frankrijk in de Elzas nabij St. Louis la Chaussée (aanlegkosten incl. transportleidingen destijds f 145 mio) en in Baden-Württemberg bij Haltingen (kosten als boven f 100 mio) moeten worden gebouwd. Hierop zullen dan tevens worden aangesloten de gemeenten St. Louis, Huningue, Neuf en Blotzheim in de Elzas (verenigd in het Syndicat pour l'assainissement frontalière) en zeven gemeenten in Baden (Wiese Verband Sitz Lorach) alsmede zes woonkernen in het Kanton Basel Land. In het jaar 2000 rekent men op de aansluiting van bijna 1 mio inwoners plus de industriële i.e.'s. In bovengenoemde investeringen zal Ciba-Geigy voor ca. Zw.fr. 40 mio moeten participeren.

Het spreekt vanzelf, dat de realisatie van een dergelijk ingewikkeld internationaal probleem niet van een leien dakje loopt. Het is ook duidelijk, dat de moeilijkheden in hoofdzaak op financieel terrein liggen, met name de kostenverdeling, ofschoon ook oppositie tegen een voorgestelde vestigingsplaats mede verdragend werkt. Het is te hopen, dat vóór de in het Gewässerschutzgesetz genoemde fatale datum van medio 1982 ook voor Basel en omgeving de sanering zijn beslag zal hebben verkregen.

Zowel in de ARA te Kaisten, waarop ook de gemeenten Kaisten en Laufenburg met resp. 1.350 en 2.300 inwoners zijn aangesloten, als in die te Monthey, gecombineerd met de gelijknamige gemeente, ondergaat het z.g. chemische afvalwater, dat gescheiden van het andere afvalwater en van koelwater en de neerslag wordt aangevoerd een voorbehandeling. Deze bestaat uit een neutralisatie gevolgd door egalisatie en berging, dit laatste ter bevordering van een zo gelijkmatig mogelijke belasting van de eigenlijke zuiveringsinstallatie, ook gedurende de weekeinden.

De aanlegkosten van de ARA's te Kaisten en Monthey bedragen resp. Zw.fr. 11 en 21 mio, waarvan het overgrote deel van Ciba-Geigy afkomstig is. De capaciteit van de installatie Kaisten zal op grond hiervan op ongeveer de helft van die te Monthey kunnen worden gesteld. De behandeling van het afvalwater geschiedt in deze inrichtingen op vrijwel analoge wijze.

Van de ARA te Monthey is het volgende bekend. Neerslag en koelwater worden afzonderlijk via een vijver direct naar de Rhône afgevoerd. Het huishoudelijke afvalwater passeert een zandvang en een bezinkbassin en stroomt vervolgens naar een beluchtingstank (inhoud 11.500 m<sup>3</sup>) voorzien van acht puntbeluchters (Ø = 3.9 m). Belucht slib wordt afgezet in vier rechthoekige bassins (inhoud totaal 4.800 m<sup>3</sup>) na passage van een viertal putten (inhoud totaal 1.000 m<sup>3</sup>), waarin meegesleurde luchtbelletjes uit het slibwater mengsel kunnen ontsnappen. Dit effluent gaat eveneens via de vijver naar de rivier. De bovenbedoelde voorbehandeling van het afvalwater, dat ontstaat bij de fabricage van de produkten van diverse aard, bestaat in de eerste plaats uit een automatisch werkende neutralisatie in twee achter elkaar geschakelde tanks, elk met een inhoud van 150 m<sup>3</sup> en vervolgens in een verwijdering van de bezinkbare zwevende delen in een tank met een nuttige inhoud van 1.000 m<sup>3</sup>. Via

een tweetal opstuw- en egalisatiebassins, elk met een inhoud van 3.500 m<sup>3</sup> vloeit dit water naar de bovenomschreven oxydatief-biologische afdeling.

De bedrijfskosten te Monthey belopen Zw.fr. 3.3 mio per jaar, hetgeen thans overeenkomt met 78 Rappen per m<sup>3</sup>. Hierbij moet in aanmerking worden genomen, dat de installatie momenteel slechts voor 50 % is belast.

Uit deze gegevens kan nu de volgende tabel worden samengesteld.

TABEL 2 - Gegevens betreffende de zuiveringsinstallatie van Ciba-Geigy te Monthey.

Hoeveelheid afvalwater in m <sup>3</sup> per jaar	thans 4.4 mio	toekomst 8.8 mio
per 5-daagse werkweek	17.600	35.200
per 7 weekdagen	14.300	28.600
per uur (7 x 24 h per week)	600	1.200
Verblijftijd in uren in		
voorbezinking (alleen chemisch afv.water)	1.7	0.85
aërietanks (totale hoeveelheid afv.water)	20	10
nabezinking (totale hoeveelheid afv.water)	8	4

Het primaire en secundaire slijk wordt ingedikt in 2 indickers (inhoud 2 x 540 m<sup>3</sup>) en daarna in een filterpers (220 m<sup>3</sup> filterend oppervlak) ontwaterd. De filterkoek wordt verbrand in een etageoven, waarbij hete lucht uit de ernaast gelegen verbrandingsinstallatie voor vast vuil het verbrandingsproces ondersteunt.

Tenslotte nog enige medelingen over de opvattingen in Zwitserland over de bestrijding van de eutrofiëring. Het probleem wordt voldoende bekend verondersteld. Er blijken nu in Zwitserland twee zienswijze over de techniek van deze bestrijding tegenover elkaar te staan. Zelfs dit onderdeel van deze techniek moet blijkbaar onder het juk van de polarisatie door. De toevoeging van het neerslagmiddel (meestal ferrizouten) aan de inhoud van de aërietank, een werkwijze, die bekend staat als de simultaan-precipitatie (S.P.), wordt als regel in Zwitserland toegepast. Volgen *Pierre Wildi*, het Hoofd van de kantonale „Gewässerschutz-abteilung” in Zürich, zijn er in Zwitserland 61 ARA's, die defosfateren volgens deze methode. Slechts één zuiveringsinstallatie namelijk die van de gemeente Jona voegt het ferrizout toe aan het effluent van de nabezinktank. Men spreekt dan van post precipitatie (P.P.) Deze methode wordt met name voorgestaan door Prof. *K. Wuhrmann*, hoogleraar aan de E.T.H. en verbonden aan de EAWAG.

De ARA te Jona heeft een capaciteit van 12.500 i.e., doch is nog slechts voor ca. 50 % belast. De bouwkosten hebben bedragen rond f 700.000,—, d.i. rond f 560,— per i.e. De installatie bestaat uit een grof rooster met vermalingsinrichting van het roostergoed, een beluchte olie- en zandvang, een rechthoekige voorbezinking, een gecombineerde beluchtings- bezinktank (type aero-accelator) en een cyclator. In de cyclator wordt na toevoeging van het neerslagmiddel (ferrizout en kalk) het effluent van de aero-accelator geflocculeerd en vervolgens bezonken. Het geheel een duidelijk voorbeeld van een post precipitatie.

Het surplus slib van de A.T. wordt gemineraliseerd en na menging met primair slijk en met het precipitaat van de cyclator na indikking en conditionering in een filterpers ontwaterd. Voorts zijn nog — gedeeltelijk overdekte — slijdroogbedden aanwezig, terwijl uiteraard de tunnelverbindingen tussen de verschillende onderdelen van deze ARA in perfecte uitvoering niet ontbreken.

Tabel 3 bevat de belangrijkste gegevens van de ARA te Jona.

Voor de excursisten heeft Prof. *Wuhrmann* een beschouwing gegeven over het eutrofiëeringsprobleem, waarbij de voordelen van het P.P. proces naar voren werden gebracht. Het lijkt geen twijfel, dat met P.P. een betere defosfatering

TABEL 3 - Gegevens betreffende de ARA te Jona.

		Voor- bezinking	Aero- accelerator	cyclator
Belasting in m <sup>3</sup> /h d.w.a.		450	450	450
idem, idem r.w.a. (max.)		1.800	900	900
<b>Bezinkruimten</b>				
inhoud in m <sup>3</sup>		700	1.000	767
verblijftijd in h d.w.a.		1.56	2.2	1.7
idem, idem r.w.a. (min.)		0.39	1.1	0.85
oppervlakte belasting in m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h d.w.a.		1.6	1.4	1.6
idem, idem r.w.a.		6.4	2.8	3.2
<b>Verblijftijd in h aero-accelator resp. cyclator (beluchtungs- resp. flocculatietijd)</b>				
idem, idem d.w.a.			1.56	0.23
idem, idem r.w.a.			0.8	0.12

kan worden bereikt dan met S.P. Te Jona genomen proeven gaven als resultaat een totale fosfor-verwijdering van gemiddeld 87.7 % bij toepassing van P.P. en van 71.2 % als gevolg van de S.P. Het gemiddelde fosforgehalte van het effluent was resp. 0.77 en 1.84 mg/l. Ook de verlaging van het gehalte aan organische koolstof en organische stikstof viel bij de P.P.-methode ietwat gunstiger uit dan bij de S.P. Hiertegenover staat, dat de P.P. bepaald duurder is dan de S.P. De aanwezigheid en het bedrijf van de extra bezinktank met flocculatieinrichting werken uiteraard kostenverhogend. Volgens *Wuhrmann* bedragen de jaarlijkse kosten voor Jona op basis van de volledige belasting van 12.500 i.e. voor P.P. met kalk en ferrizouten en die voor S.P. (alleen ijzerzouten) resp. Zw.fr. 43.38 en 39.95 per i.e. en per jaar. Het verschil wordt in hoofdzaak bepaald door de post rente en afschrijving. Daarbij is evenwel uitgegaan van de bijzonder lage rentevoet van 4 %; als afschrijving is 20 jaar aangehouden. Gaat men echter uit van een rentevoet van 6 % en dezelfde afschrijvingstermijn dan worden bovengenoemde cijfers resp. 47.38 en 42.88.

Het gaat er dan tenslotte om of dit kostenverschil, dat voor een grote inrichting met ietwat soberder uitvoering en slijkbehandeling, nog iets zal afnemen, wordt gecompenseerd door de voordelen van de P.P. Tot deze voordelen mag dan bovendien gerekend worden, dat wanneer een belucht slijbinrichting ontregelt raakt, de gescheiden behandeling, eventueel door verhoging van de chemicaliën, corrigerend kan werken. Bij verwijdering van bedorven belucht slijb uit de aëratietank kan bovendien het precipitaat uit de tertiaire bezinktank als entmateriaal worden benut.

Bij dergelijke overwegingen zal ook moeten worden betrokken de vraag in hoeverre het zinvol is de defosfatering te perfectioneren zolang de fosforaanvoer in dichtbevolkte en intensief in cultuur gebrachte gebieden door uitspoeling uit de bodem nog een reële bedreiging van het oppervlaktewater vormt. In deze gebieden biedt zelfs een volledige verwijdering van fosforverbindingen nog geen volledige garantie tegen eutrofiëringsverschijnselen.

Het is niet voor tegenspraak vatbaar, dat defosfatering in het arsenaal van de middelen ter bestrijding van waterverontrei-

ning niet kan worden gemist. Of en in hoeverre dit wapen moet worden gehanteerd zal afhangen van de plaatselijke omstandigheden. Ook hier blijkt opnieuw duidelijk hoe misleidend en zelfs gevaarlijk het is tot in details normen te stellen.

**Literatuur**

1. A. Jost, *25 Jahre Verband Schweizerischer Abwasserfachleute*, Schw. Bauzeitung, (87) 1969, H. 25.
2. R. Vrijburg, *Slibbehandeling bij de rioolwaterzuiveringsinstallaties te Wädwil en Thalwil*, H<sub>2</sub>O (2) 1969, p. 386.
3. J. J. Hopmans, *Het systeem Attisholz*, H<sub>2</sub>O (5) 1972, p. 148.
4. R. Karper en J. Verhaagen, *Slibdrooginstallaties volgens het Seiler-Koppers systeem in Zwitserland*, Mededeling nr. 4 van de Slib-Commissie N.V.A. H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 370.
5. G. S. Bos en E. L. C. Koster, *Verbanding van slijb*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 264.
6. H. Peters, *Excursie naar Zwitserland, Zuiveringstechnische aspecten*, H<sub>2</sub>O (2) 1969, p. 190.
7. R. Karper, A. B. van der Lee, T. Teeuwen en J. Verhaagen, *Kunstmatige slijbverwerkingsinstallaties in Zwitserland*, H<sub>2</sub>O (3), 1970, p. 100.
8. R. Braun (EAWAG), *Der heutige Stand der Schlamm- und Müllkompostierung, Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie*, Band 13, 1966, p. 226.
9. J. L. Blanc, *Sewage Purification; general position in Switzerland with special reference to Geneva. Paper presented at a meeting of the Scottish Branch of the Inst. f. Sewage Purification*, 9 febr. 1966.
10. J. J. Hopmans, *Sanering van de Rijn buiten Nederland, Zuivering van afvalwater bij Basel*, Financieel Dagblad 22/23 november 1970.
11. Ciba-Geigy Werk Kaisten A.G. uitg. Ciba-Geigy.
12. *Chemie und Umwelt*, uitg. Ciba-Geigy, herfst 1972.
13. F. Knaup en V. Juzi, *Funktionsbeschrieb und Inbetrieb- und Abnahmeversuche der Kläranlage (= Gemeinschaftskläranlage Kaisten)*, Chem. Rundschau (24) 1971, nr. 44.
14. P. Leentvaar, *Het probleem van de eutrofiëring*, H<sub>2</sub>O (3) 1970, p. 100.
15. H. L. Golterman, *Mogelijke gevolgen van de fosfaateutrofiëring van het oppervlaktewater*, H<sub>2</sub>O (3) 1970, p. 209.
16. H. L. Golterman, *Over de fosfaatverwijdering uit rioolwater*, reisverslag van een bezoek aan Prof. E. A. Thomas, Zürich, H<sub>2</sub>O (3) 1970, p. 616.
17. J. J. Hopmans, *Internationaal overleg nodig om eutrofiëring van oppervlaktewater tegen te gaan*, Financieel Dagblad 28 maart 1973.
18. J. Pöpel, *Die Fosfatentfernung als dritte Stufe der Abwasserreinigung*, H<sub>2</sub>O (3) 1970, p. 410.
19. H. Dirkwager en R. Karper, *Fosfaatverwijdering uit afvalwater. Fosfaatverwijdering uit rioolwater in Zwitserland*, H<sub>2</sub>O (4) 1971, p. 79.
20. K. Wuhrmann, *Ueber die dritte Stufe der biologischen Kläranlagen, Seife, Oele, Fette, Wachse*, (98) 1972, 8. p. 203.
21. K. Wuhrmann & H. Leidner, *Tests carried out at the Jona Wastewater Purification Plant*, EAWAG News, 1, jan. 1973.
22. R. Gächter, *Phosphorus Losses from the Soil and the Implications for Water Pollution*, EAWAG News, 1, jan. 1973.
23. R. Gächter & O. J. Furrer, *Der Beitrag der Landwirtschaft zur Eutrophierung der Gewässer in der Schweiz*, Schw. Zeitschr. f. Hydrologie (34) 1970 41-70.
24. E. A. Thomas & H. Rai, *Betriebsverfahren mit Fosfatelimination bei 10 Kommunalen Kläranlagen im Kanton Zürich 1969*, Gas - Eaux - Eaux usées 50° Année 1970, nr. 7.