

Telling en groottebepaling van zwevende deeltjes in water

Inleiding

De verwijdering van zwevende bestanddelen, die in oppervlaktewater aanwezig zijn of bij grondwater na beluchting worden gevormd, is één van de belangrijkste doelstellingen bij de zuivering van het water tot drinkwater. De processen, die hiervoor worden toegepast zijn bezinking, microzeving, koagulatie, duinfiltratie, snelfiltratie en langzame zandfiltratie. Om deze processen te kunnen ontrollen is het nodig de beschikking te hebben over goede analyse-technieken



J. VAN PUFFELEN
Duinwaterleiding van
's-Gravenhage



H. L. BARREVELD
Duinwaterleiding van
's-Gravenhage



J. C. J. F. TACX
Duinwaterleiding van
's-Gravenhage
Student TH Eindhoven

De bepaling van de zwevende bestanddelen. De meest algemene analyse hiervoor is die voor de droge massa van zwevende stof.

Hiervoor worden de zwevende bestanddelen op het laboratorium afgefilterd over een voorgewogen filtreerpapier en na drogen bij ongeveer 110 °C gewogen. Het gehalte aan zwevende stof blijkt in de praktijk maar zelden bruikbaar om de bovengenoemde processen goed te kunnen volgen, hoewel natuurlijk altijd wel een indicatie wordt verkregen voor het totale effect van de zuiveringsstap bijvoorbeeld bij bezinking en snelfiltratie. De bezwaren van een bepaling voor de droge massa aan zwevende bestanddelen zijn de volgende.

1. Bij de genoemde processen gaat het niet om de droge massa, maar meer om het volume en de volumieke massa van de zwevende bestanddelen. De bepaling is dus niet specifiek genoeg.
2. De bepaling is moeilijk te automatiseren en continu uit te voeren, hetgeen voor een procesbewaking nodig is.
3. De bepaling is niet gevoelig genoeg,

hetgeen vooral voor betrekkelijk schoon water blijkt bijvoorbeeld na langzame zandfiltratie. Variaties in het proces blijken lang niet altijd terug te voeren te zijn op verschillen in het zwevende stofgehalte.

Met de introductie van troebelheidsmetingen werden eerdergenoemde bezwaren deels opgeheven. Met name leidde de mogelijkheid van een automatische, continue meting en registratie van de troebelheidsmeting tot toepassing op grote schaal in de drinkwatersector. Was er ruim tien jaar geleden nog geen enkele troebelheidsmeter bij de waterleidingbedrijven te vinden, nu zijn er honderden. Bij de Duinwaterleiding van 's-Gravenhage zijn er bijvoorbeeld zeven troebelheidsmeters opgesteld in het zuiveringsproces, alle van het fabrikaat Sigrist. Ondanks deze stormachtige ontwikkeling moet worden gesteld, dat aan een troebelheidsmeting ook bezwaren kleven. Deze zijn terug te voeren op het indirecte karakter van de meting namelijk de door de zwevende deeltjes veroorzaakte lichtstrooiing.

Hoewel het soms wel mogelijk is om aan de hand van troebelheidsmetingen een indicatie te geven over aantallen deeltjes en deeltjesgrootte-verdelingen [1] is in het algemeen de relatie voor water-soorten in de praktijk te gecompliceerd. De uitkomst van de troebelheidsmeting hangt verder sterk af van de wijze van meting bijvoorbeeld van de meethoek, van de instralingshoek en van de golfenlengte van het ingestraalde licht. Om de uitkomsten enigszins onderling te kunnen vergelijken is een sterke nationale en internationale standaardisatie nodig. Ook de ijking en de eenheden moeten worden gestandaardiseerd. Deze standaardisaties zijn gaande. Bij het in samenwerking met het KIWA uitgevoerde onderzoek naar de mogelijkheden van putinfiltratie in het diepere duinzandpakket is gebleken, dat de troebelheid uitgedrukt in FTU onvoldoende informatie geeft over de putverstoppende eigenschappen van het water. De put (DIP), waarin Haags drinkwater wordt geïnfiltrerd, verstopt vrijwel niet en de put (CIP), waarin gekoaguleerd rivierwater wordt geïnfiltrerd verstopte ondanks geringe verschillen in troebelheid van het water in het begin van de proeven snel (na 1-3 maanden). Pas na de introductie van een gevoelige membraanfiltertest (0,45 µm) voor de verstoppende eigenschappen van het te infiltreren water, de bepaling van de zogenaamde Modified Fouling Index (MFI), kon het koagulatie-proces zodanig worden

verbeterd, dat ook het gekoaguleerde rivierwater slechts geringe verstopping bij de putinfiltratie te zien gaf. Bij deze procesverbetering daalde de troebelheid van het water slechts zeer weinig of niet. Ook bij het onderzoek naar hyperfiltratie is men bij het KIWA op soortgelijke problemen gestuit.

Troebelheidsmeting blijkt dus vooral bij lage waarden niet gevoelig en specifiek genoeg te zijn bij bepaalde toepassingen van het water. Al het voorgaande heeft ertoe geleid, dat er een blijvende belangstelling is voor een directe telling en een groottebepaling van zwevende deeltjes in water. Toen bij een bezoek aan de tentoonstelling 'Het Instrument' bleek, dat er voor deze analyse-techniek diverse nieuwe apparaten in de handel waren, is bij de Duinwaterleiding besloten een nadere evaluatie uit te voeren.

2. Keuze van het apparaat

De keuze van het apparaat is betrekkelijk arbitrair geschied. Een aantal jaren geleden was al eens onderzocht of de zogenaamde Coulter Counter een mogelijkheid inhield. De ervaringen met een dergelijk apparaat bij het RID en bij het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland waren echter niet hoopgevend. De Coulter Counter detecteert deeltjes door de verandering in elektrische weerstand van de vloeistof tussen twee elektroden. Voorafgaande aan de eigenlijke meting moet een sterke elektrolyt aan het monster water worden toegevoegd. Dit levert het gevaar op, dat de deeltjes in grootte en in aantal veranderen, zodat de meting niet representatief meer is. Het apparaat leent zich bovendien moeilijk voor een automatische, continue meting. Ook Tate en Trussell [2, 3] komen tot deze conclusies. In hun artikel [2] beschrijven ze tevens een aantal andere apparaten die door hen zijn onderzocht namelijk van Spectrex Corp. en van Royco Instruments. Ook het gebruik van een microscoop behoort bij niet al te geringe aantallen deeltjes in principe tot de mogelijkheden. Wat betreft het verkrijgen van een gedetailleerde informatie over grootte en vorm van de deeltjes kan eigenlijk geen apparaat het tegen een gewone microscoop opnemen, maar gezien de benodigde meettijd en het ontbreken van automatiseringsmogelijkheden komt een microscoop voor procesregeling en -bewaking niet in aanmerking. Op grond van een aantal selectiecriteria, waarvan de meeste in het voorgaande zijn vermeld, komen de genoemde auteurs tot de keuze van een HIAC Model PC-320 van Pacific Scientific,

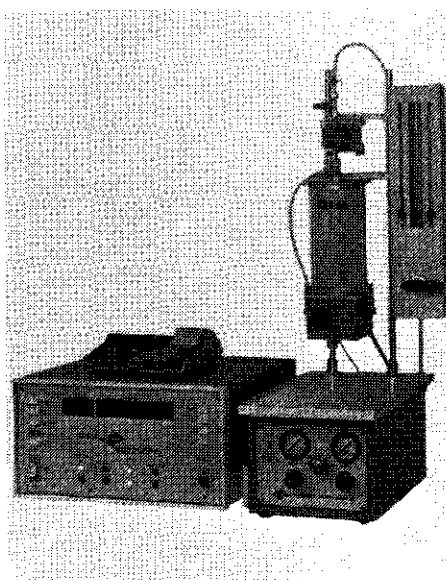
Montclair te Californië. Met dit apparaat zijn door hen veelbelovende resultaten verkregen, die ook door andere onderzoekers [4] zijn bevestigd. Na een geslaagde demonstratie van het betreffende apparaat door de importeur bij het KIWA te Nieuwegein is besloten de toepasbaarheid ervan nader te onderzoeken. In het volgende zal van dit onderzoek een voorlopige indruk worden gegeven.

3. Beschrijving van de HIAC PC-320

De deeltjesgrootte-analysator van Pacific Scientific: de HIAC PC-320 wordt in de Verenigde Staten op vrij grote schaal gebruikt voor de controle van onder andere hydraulische vloeistoffen en intraveneuze oplossingen op de aanwezigheid van ongewenste zwevende deeltjes [2]. Ook in Nederland is dit het geval. Toepassingen op andere gebieden zijn schaars. Het principe van de meting berust op een lichtblokkering door de deeltjes.

De deeltjes in het water stromen door een kanaal langs een venster van exact bekende grootte (A). Een bundel licht wordt door de vloeistof ingestraald loodrecht op de stromingsrichting van het water en valt door het venster op een fotodiode. Het signaal van de fotodiode wordt versterkt en op $-10V$ gehouden, als er geen deeltje voor het venster aanwezig is. Als een deeltje met geprojecteerd oppervlak a het venster passeert, wordt het licht gedeeltelijk geblokkeerd. De mate van blokkering is a/A , zodat de amplitude van de door het deeltje veroorzaakte puls $a/A \cdot 10V$ is. De deeltjesgrootte wordt opgegeven als de middellijn van een bol met een gelijk geprojecteerd oppervlak a. In hoeverre deeltjes worden gemeten die het licht niet volledig blokkeren maar doorlaten, bijvoorbeeld bacteriën, is niet geheel duidelijk.

De afmetingen van de eigenlijke meetcel zijn $150 \times 150 \times 2.500 \mu\text{m}$. De meetcel is ingebouwd in een sensor, die als losse eenheid te verkrijgen is. De keuze van de sensor wordt bepaald door het gewenste meetgebied. Gekozen is voor



Afb. 1 - De HIAC-deeltjesanalysator, model PC-320.

een meetgebied van $2,5-150 \mu\text{m}$. In principe zijn sensoren verkrijgbaar, die vanaf $1 \mu\text{m}$ kunnen meten. Tevens kan worden gekozen uit een zes- of twaalfkanaalsmeting, waarvan het zeskanaalsysteem is genomen. Dit betekent, dat volledig naar eigen keuze het meetgebied in zes opeenvolgende meetgebiedjes is ingedeeld.

In afbeelding 1 is de gebruikte opstelling weergegeven met uitzondering van de afgebeelde calculator. De sensor is recht boven het meetflesje te zien. Vanuit het meetflesje wordt een aan de rechterzijde instelbaar volume water door de sensor gepompt en gemeten. De elektronische verwerking vindt in het kastje links plaats. Het aantal deeltjes wordt per ingesteld kanaal digitaal zichtbaar gemaakt. Met een calculator is het naar behoefte mogelijk het resultaat op een papierrol te laten typen en rekenkundige bewerkingen ermee uit te laten voeren.

Ook is het mogelijk de sensor continu te doorstromen met het te onderzoeken water en zo proceswaterstromen te monitoren.

4. Ontwikkeling van de meetmethode

4.1. Uitvoering

De meting van het aantal deeltjes en de grootte daarvan in monsters water is zeer eenvoudig en snel. Na het instellen van het gewenste meetvolume, meestal 10, 20 of 50 ml, wordt de pomp aangezet, die het ingestelde volume water door de sensor pompt en erna automatisch wordt uitgeschakeld. Direct daarna kunnen de aantallen deeltjes per meetkanaal worden afgelezen en genoteerd. De gehele meting duurt enkele minuten.

4.2. Ijking

De afgeleverde sensor van de deeltjes-analysator is in het laboratorium van de fabrikant geijkt met latex-bolletjes met een uniforme middellijn. Voor deze ijking zijn vier verschillende grootten genomen namelijk 15, 20, 40 en $80 \mu\text{m}$. Een controle is uitgevoerd met stuifmeelkorrels van ongeveer $11 \mu\text{m}$ middellijn. Bij meting bleken deze ongeveer $13 \mu\text{m}$ groot te zijn. Gezien deze redelijke overeenkomst is besloten voorlopig een verdere tijd aan de ijking van de grootte en van het aantal te besteden. Bij een definitieve invoering van de meetmethode is dit natuurlijk wel nodig. Er zal dan gebruik worden gemaakt van standaardsuspensies van het Amerikaanse National Bureau of Standards (NBS).

4.3. Keuze van meetflesje

Reeds bij de eerste metingen bleek de bijzondere gevoeligheid voor contaminatie. De keuze voor het juiste type meetflesje was het eerste punt van onderzoek. Alvorens de flesjes in gebruik kunnen worden genomen moeten ze een langdurig reinigingsprocedure ondergaan onder andere met zoutzuur in een ultrasoon bad. Een voortdurende controle op contaminatie met behulp van een 'blanco' monster water is strikt nodig. Als 'blanco' is gebruikt het filtraat van de langzame zandfilters te Scheveningen. Dit water bleek een relatief laag en constant aantal deeltjes te bevatten namelijk ongeveer één deeltje per ml in het

TABEL I - Invloed van de keuze van het meetflesje en het wel of niet roeren tijdens de meting op het aantal deeltjes in het filtraat van een langzaam zandfilter (5 stuks van elk type, gemiddelde van drie metingen).

	Glazen kolven (250 ml) met slijpstuk		Glazen kolven (250 ml) zonder slijpstuk		Bruin glazen flesjes (100 ml)		PVC potjes met stop (150 ml)		Pyrex glazen (200 ml) flesjes met schroefdop	
	zonder roeren	met roeren	zonder roeren	met roeren	zonder roeren	met roeren	zonder roeren	met roeren	zonder roeren	met roeren
Totaal aantal deeltjes van 5-150 μm per ml filtraat	7	10	2	10	4	9	4	8	1,05	1,15
	10	13	3	6	5	9	3	7	0,75	0,90
	4	10	4	20	14	16	2	10	0,70	0,80
	7	10	7	8	5	9	2	9	0,80	0,85
	8	15	4	5	2	2	8	20	0,90	1,05

TABEL II - Aantal deeltjes, troebelheid en gehalte aan zwevende stof van water na de verschillende stappen van de zuivering van de Duinwaterleiding (augustus 1979).

Zuiveringsstappen Duinwaterleiding	Totaal aantal deeltjes per ml (3-150 µm)	Troebelheid FTU	Zwevende stof mg/l
Plaats Afgedamde Maas	15.100	3,3	4,5
Filtraat Bergambacht	370	0,35	0,7
Duinpan 4.1	14.500	—	—
Na infiltratie	770	—	1,6
Na poederkooldosering	46.500	3,1	6,2
Na filtraat Scheveningen	93	0,05	0,24
Drinkingwater	1,6	0,03	0,15

totale meetgebied. In tabel I staan enkele resultaten weergegeven. Pyrex glazen flesjes van 200 ml met een schroefdop van kunststof bleken te voldoen aan de eis van zeer geringe aantallen deeltjes met en zonder roeren dupliceerbaar te kunnen neten. De overige meetflesjes laten in afhankelijkheid van het roeren met hetzelfde water veel grotere aantallen deeltjes zien.

4.4. *Dupliceerbaarheid*

De dupliceerbaarheid van de meting is met verschillende watersoorten onderzocht. In tabel I is voor het filtraat van langzame zandfilters de dupliceerbaarheid bij gebruik van verschillende meetflesjes af te lezen. In afbeelding

2 is een resultaat weergegeven van het aantal deeltjes in een filtraat van één van de snelfilters te Scheveningen. De uitkomst is het gemiddelde van acht metingen in één meetflesje. Met de stippellijn is de spreiding in de uitkomsten aangeduid. Dit snelfiltraat bevat ongeveer 20 deeltjes per ml verdeeld over de in het blokdiagram aangegeven grootten. Deeltjes groter dan 80 µm komen in dit water niet voor. Geconcludeerd is, dat de dupliceerbaarheid van de uitgevoerde meting voldoende is. Alle metingen zijn verder steeds in drievoud verricht.

4.5. *Houdbaarheid van de monsters water*

Monsters water ten behoeve van de deeltjes-analysator zijn niet zodanig te bewaren,

dat het aantal deeltjes onveranderd blijft. Bewaren in licht of donker, wel of niet in de koelkast, stilstaand of geschud, ultrasoon getrild of niet maakte niet uit. Na elke bewaarperiode bleken de uitkomsten sterk te zijn veranderd. Alle metingen zijn daarom steeds binnen enkele minuten na de monsternamen in de pyrex glazen flesjes verricht. De apparatuur moet daarvoor ter plaatse worden opgesteld. Het is duidelijk, dat dit gegeven sterk pleit voor een continue doorstroming van de sensor met het te onderzoeken water. Dus voor het gebruik van de deeltjesanalysator als monitor en niet als laboratorium-instrument.

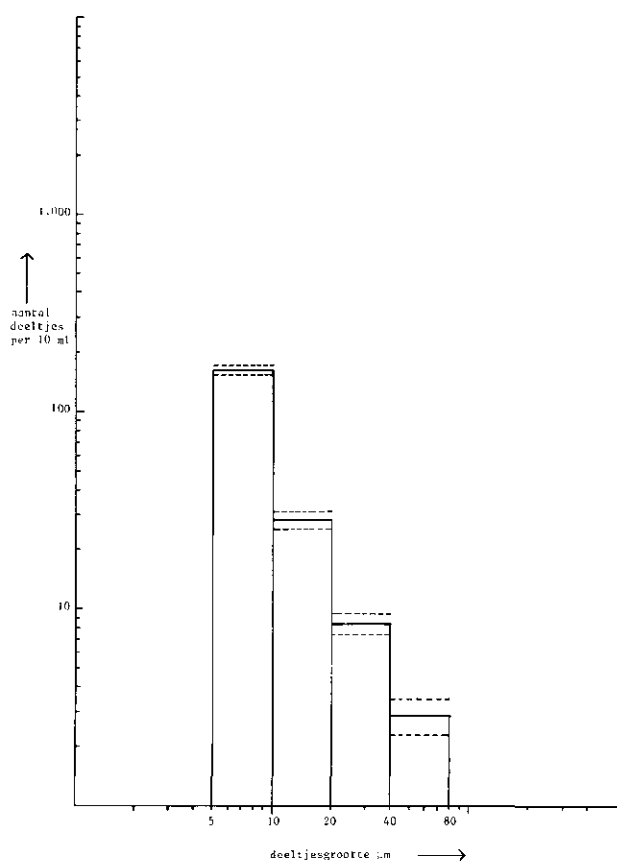
4.6. *Meetgrenzen*

Het maximum aantal te tellen deeltjes is één per tien meetcel-volumina. Omgerekend betekent dit maximaal 2.000 deeltjes per ml. Bij grotere aantallen is verdunning noodzakelijk met het risico, dat het aantal en de grootte-verdeling wordt beïnvloed. De ondergrens wordt bepaald door het voorkomen van deeltjes in 'blanco' water. Minder dan 0,5 deeltje per ml is in geen enkele watersoort gemeten. De apparatuur dient trillingsvrij te worden opgesteld en een redelijke constante spanningsbron te bezitten. Bij trillingen en variaties in de netspanning treden schijntellingen op. De onderste analysegrens van de deeltjes-grootte wordt bepaald door de ruis van het elektronisch gedeelte. Deze grens is ongeveer 3 µm. De instelling van de zes meetkanalen kan naar behoeven worden gevarieerd tussen 3 µm en 150 µm. De in het vervolg gegeven grootte-verdelingen hangen sterk af van de gekozen meetkanalen namelijk smalle bij kleine deeltjes en bredere bij grotere deeltjes.

5. *Enkele resultaten*

In tabel II staan enkele resultaten vermeld van metingen van deeltjes voor, tijdens

afb. 2 - De spreidingsbreedte van het aantal deeltjes in de opeenvolgende meetgebieden bij meting in drievoud van filtraat van snelfilter 34 op het pompstation te Scheveningen.



TABEL III - Totaal aantal deeltjes in de filtraten van 14 langzame zandfilters op het pompstation te Scheveningen (van 3-150 µm per ml gemiddelde van 3-9 metingen op 14, 15 en 16 augustus 1979).

Langzaam zandfilter	Aantal deeltjes per ml	Langzaam zandfilter	Aantal deeltjes per ml
1	1,3	5b	1,0
2	1,7	7a	1,8
3a	1,3	7b	1,9
3b	2,8	8a	1,3
4a	1,9	8b	1,3
4b	1,0	9a	1,2
5a	3,0	9b	2,1

TABEL II - Aantal deeltjes, troebelheid en gehalte aan zwevende stof van water na de verschillende stappen van de zuivering van de Duinwaterleiding (augustus 1979).

Zuiveringsstappen Duinwaterleiding	Totaal aantal deeltjes per ml (3-150 µm)	Troebelheid FTU	Zwevende stof mg/l
Plaats Afgedamde Maas	15.100	3,3	4,5
Filtraat Bergambacht	370	0,35	0,7
Duinpan 4.1	14.500	—	—
Na infiltratie	770	—	1,6
Na poederkooldosering	46.500	3,1	6,2
Na filtraat Scheveningen	93	0,05	0,24
Drinkingwater	1,6	0,03	0,15

totale meetgebied. In tabel I staan enkele resultaten weergegeven. Pyrex glazen flesjes van 200 ml met een schroefdop van kunststof bleken te voldoen aan de eis van zeer geringe aantallen deeltjes met en zonder roeren dupliceerbaar te kunnen neten. De overige meetflesjes laten in afhankelijkheid van het roeren met hetzelfde water veel grotere aantallen deeltjes zien.

4.4. *Dupliceerbaarheid*

De dupliceerbaarheid van de meting is met verschillende watersoorten onderzocht. In tabel I is voor het filtraat van langzame zandfilters de dupliceerbaarheid bij gebruik van verschillende meetflesjes af te lezen. In afbeelding

2 is een resultaat weergegeven van het aantal deeltjes in een filtraat van één van de snelfilters te Scheveningen. De uitkomst is het gemiddelde van acht metingen in één meetflesje. Met de stippellijn is de spreiding in de uitkomsten aangeduid. Dit snelfiltraat bevat ongeveer 20 deeltjes per ml verdeeld over de in het blokdiagram aangegeven grootten. Deeltjes groter dan 80 µm komen in dit water niet voor. Geconcludeerd is, dat de dupliceerbaarheid van de uitgevoerde meting voldoende is. Alle metingen zijn verder steeds in drievoud verricht.

4.5. *Houdbaarheid van de monsters water*

Monsters water ten behoeve van de deeltjes-analysator zijn niet zodanig te bewaren,

dat het aantal deeltjes onveranderd blijft. Bewaren in licht of donker, wel of niet in de koelkast, stilstaand of geschud, ultrasoon getrild of niet maakte niet uit. Na elke bewaarperiode bleken de uitkomsten sterk te zijn veranderd. Alle metingen zijn daarom steeds binnen enkele minuten na de monsternamen in de pyrex glazen flesjes verricht. De apparatuur moet daarvoor ter plaatse worden opgesteld. Het is duidelijk, dat dit gegeven sterk pleit voor een continue doorstroming van de sensor met het te onderzoeken water. Dus voor het gebruik van de deeltjesanalysator als monitor en niet als laboratorium-instrument.

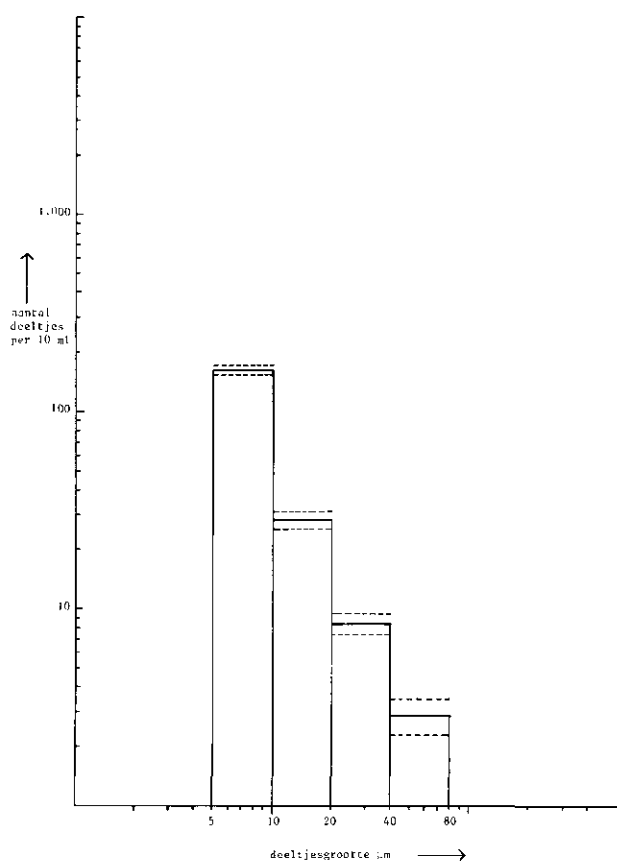
4.6. *Meetgrenzen*

Het maximum aantal te tellen deeltjes is één per tien meetcel-volumina. Omgerekend betekent dit maximaal 2.000 deeltjes per ml. Bij grotere aantallen is verdunning noodzakelijk met het risico, dat het aantal en de grootte-verdeling wordt beïnvloed. De ondergrens wordt bepaald door het voorkomen van deeltjes in 'blanco' water. Minder dan 0,5 deeltje per ml is in geen enkele watersoort gemeten. De apparatuur dient trillingsvrij te worden opgesteld en een redelijke constante spanningsbron te bezitten. Bij trillingen en variaties in de netspanning treden schijntellingen op. De onderste analysegrens van de deeltjes-grootte wordt bepaald door de ruis van het elektronisch gedeelte. Deze grens is ongeveer 3 µm. De instelling van de zes meetkanalen kan naar behoeven worden gevarieerd tussen 3 µm en 150 µm. De in het vervolg gegeven grootte-verdelingen hangen sterk af van de gekozen meetkanalen namelijk smalle bij kleine deeltjes en bredere bij grotere deeltjes.

5. *Enkele resultaten*

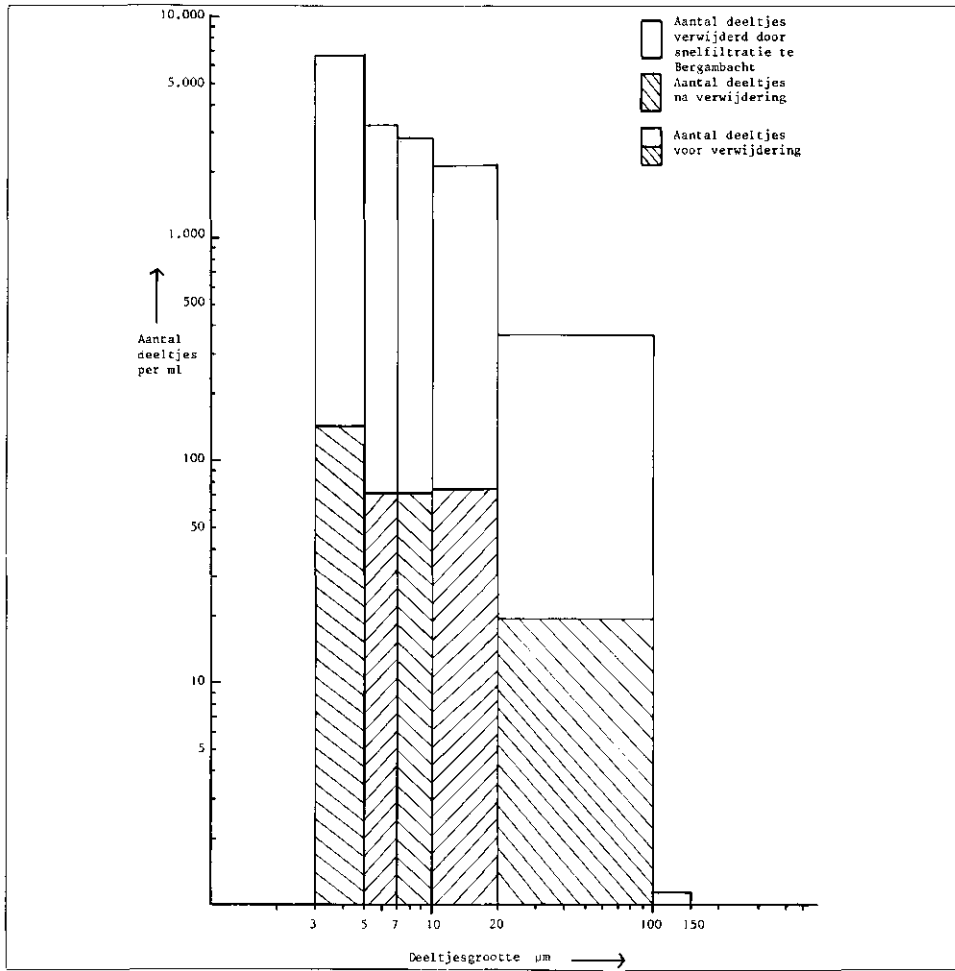
In tabel II staan enkele resultaten vermeld van metingen van deeltjes voor, tijdens

afb. 2 - De spreidingsbreedte van het aantal deeltjes in de opeenvolgende meetgebieden bij meting in drievoud van filtraat van snelfilter 34 op het pompstation te Scheveningen.

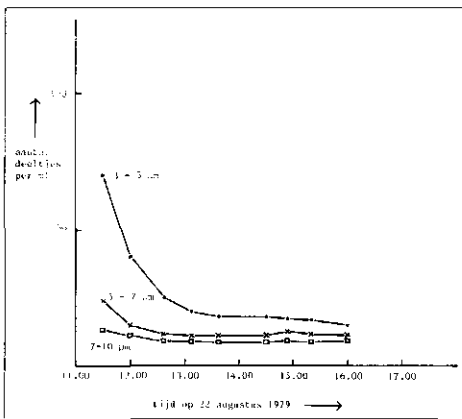


TABEL III - Totaal aantal deeltjes in de filtraten van 14 langzame zandfilters op het pompstation te Scheveningen (van 3-150 µm per ml gemiddelde van 3-9 metingen op 14, 15 en 16 augustus 1979).

Langzaam zandfilter	Aantal deeltjes per ml	Langzaam zandfilter	Aantal deeltjes per ml
1	1,3	5b	1,0
2	1,7	7a	1,8
3a	1,3	7b	1,9
3b	2,8	8a	1,3
4a	1,9	8b	1,3
4b	1,0	9a	1,2
5a	3,0	9b	2,1



Afb. 3 - Aantal en grootte-verdeling van de deeltjes in het water vóór en na de snelfilters te Bergambacht.



Afb. 4 - Het aantal deeltjes in drie meetgebieden na een spoeling van snelfilter 23 op het pompstation te Scheveningen (22 augustus 1979).

en na de zuivering van Maaswater bij de Duinwaterleiding. Voor zover beschikbaar zijn ook enkele gegevens vermeld voor de troebelheid en het gehalte aan zwevende stof van dezelfde watersoorten. Opvallend is de veel grotere gevoeligheid van de deeltjestelling. De zuiveringseffecten van de filtratiestappen komen geprononceerder tot uiting.

filtratiestappen op het pompstation te Scheveningen na de infiltratie en de poederkooldosering. De snelfilters verwijderen daar aan zwevende stof 96 %, aan troebelheid 98 % en aan deeltjes zelfs 99,8 % van de beginwaarden. De langzame zandfilters halveren dan nog ongeveer het gehalte aan zwevende stof en de troebelheid, maar het aantal deeltjes wordt nog eens met 98 % gereduceerd.

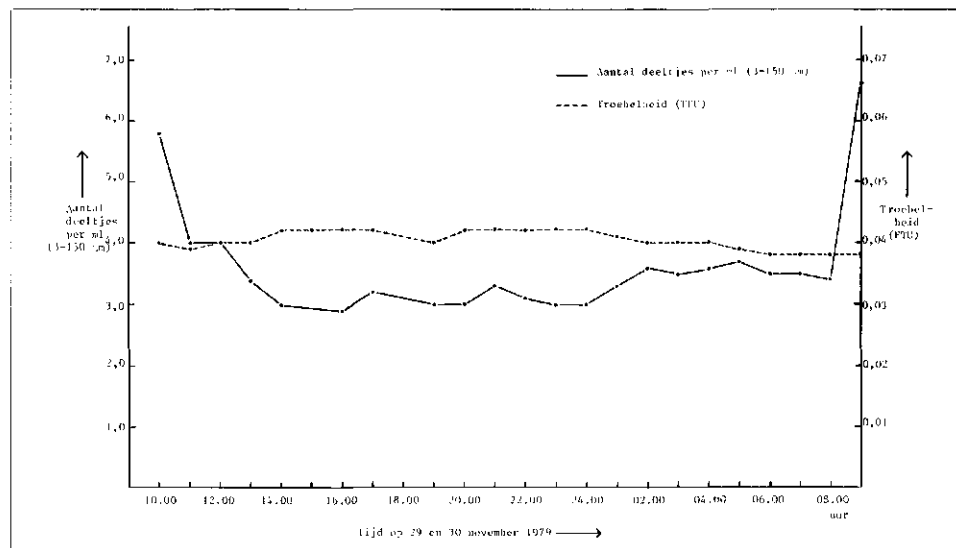
In afbeelding 3 is de grootte-verdeling van de deeltjes in het water van de Afgedamde Maas en in dit water na filtratie in het filterbedrijf te Bergambacht als blokdiagram weergegeven. Procentueel gezien verandert de grootte-verdeling niet veel. Vóór filtratie heeft 97 % van de getelde deeltjes een grootte van 3-20 µm en na filtratie 95 %. Of met andere woorden de filters verwijderen de kleinere deeltjes relatief even goed als de grotere, hetgeen toch wel verrassend is. Dit kan worden gezien als een aanwijzing voor het mechanisme van het filtratieproces. Dit mechanisme is kennelijk onafhankelijk van de deeltjes-grootte, althans binnen het onderzochte gebied van 3-150 µm.

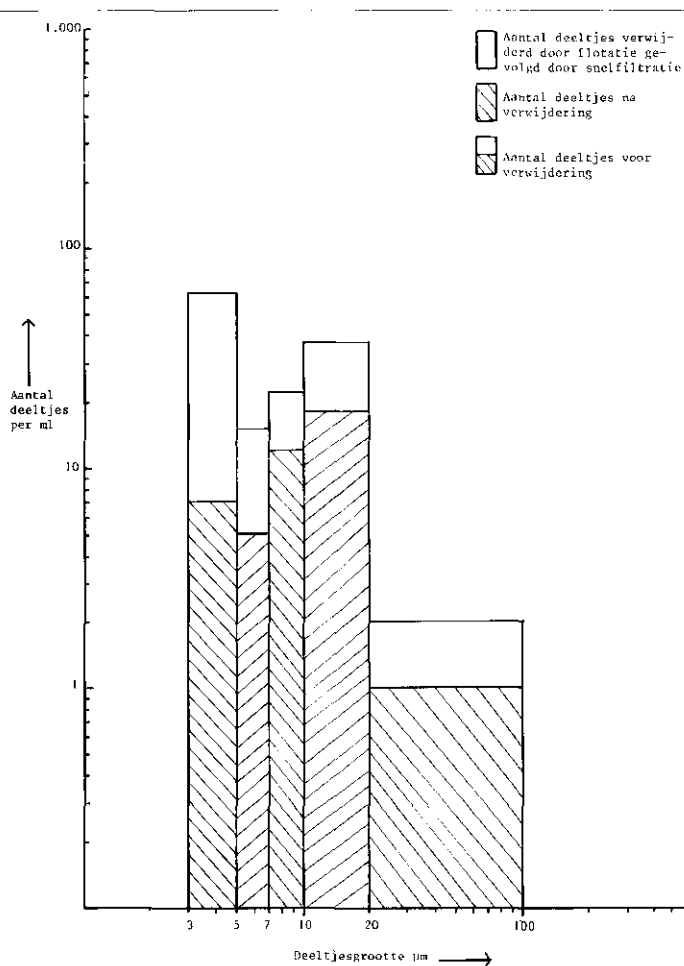
Een zelfde verschijnsel is ook bij de snelfilters en de langzame zandfilters te Scheveningen geconstateerd. In de aanvoer voor de snelfilters heeft 97 % van de deeltjes een middellijn van 3-20 µm, in het snelfiltraat 99,5 % en in het filtraat van de langzame zandfilters 94 %. Bij deze gegevens moet de restrictie worden vermeld, dat gezien de blokdiagrammen voor de grootte-verdelingen er nog vele deeltjes kleiner dan 3 µm in het water aanwezig moeten zijn.

De snelfilters en de langzame zandfilters te Scheveningen zijn aan een wat uitge-

De filters te Bergambacht verwijderen de zwevende stof voor 85 %, de troebelheid voor 89 %, maar het aantal deeltjes tussen 3-150 µm voor zelfs 98 %. Nog duidelijker is dit voor de beide

Afb. 5 - Het aantal deeltjes van 3-150 µm en de troebelheid van het filtraat van snelfilter 15 over 24 uur (29 en 30 november 1979).





afb. 6 - Aantal en grootte-verdeling van de deeltjes in het water na flotatie en na snelfiltratie in de roefinstallatie op het pompstation te Brakel.

reider onderzoek onderworpen. In afbeelding 4 is het verloop van het aantal deeltjes in drie kanalen direct na het poelen van een snelfilter weergegeven. In absolute zin daalt het aantal kleinste deeltjes het meest, maar de verdeling aan de grootte verandert slechts gering door de filtratie. Na ongeveer anderhalf uur wordt een constant aantal deeltjes verkregen in het filtraat. De troebelheidsmetingen geven een vergelijkbaar verloop te zien.

Bij de metingen van het aantal deeltjes in de filtraten bleek veelvuldig, dat het aantal deeltjes over de werkdag laag bleef, terwijl de troebelheid nagenoeg gelijk bleef. De procentuele verdeling van de deeltjes over de meetkanalen bleef daarbij constant. In afbeelding 5 is een voorbeeld van het verloop over 24 uur van het aantal deeltjes en de troebelheid aan één snelfilter weergegeven. Na de daling van het aantal deeltjes tussen 0 uur en 14 uur volgt een relatief constante periode en een scherpe toename tussen 14 en 19 uur. Hoewel het snelfilter zelf niet is gespoeld op dat moment lijkt er een verband te zijn tussen het spoelen en het

optreden van dit verschijnsel. Een verklaring is misschien de licht verhoogde filtratiesnelheid of trillingen in het filtergebouw.

Omdat de filtraten van de langzame filters een verschillende kwaliteit in bacterieel opzicht vertoonden, is onderzocht of dit mogelijk gerelateerd kon worden aan verschillen in deeltjes zowel wat aantal als wat grootte betreft.

Bacteriën zelf kunnen gezien hun grootte niet worden geteld. In tabel III staan enkele resultaten weergegeven. De langzame zandfilters 3b en 5a geven hogere aantallen te zien dan de overige filters. Langzaam zandfilter 9b, dat bacterieel minder goed filtraat leverde dan alle overige filters, viel niet op in aantal deeltjes. Wel was bij filter 9b de variatie over de drie meetdagen het grootst namelijk 1,5, 2,7 en 2,0. De deeltjesgrootte-verdeling was in de filtraten niet erg variërend.

Meestal werd meer dan de helft van het aantal in het meetkanaal van 3-5 µm gemeten. Alle gemeten deeltjes zijn kleiner dan 20 µm en tussen 10 en 20 µm komen relatief weinig deeltjes voor. Ook deze gegevens wijzen erop, dat er in het water

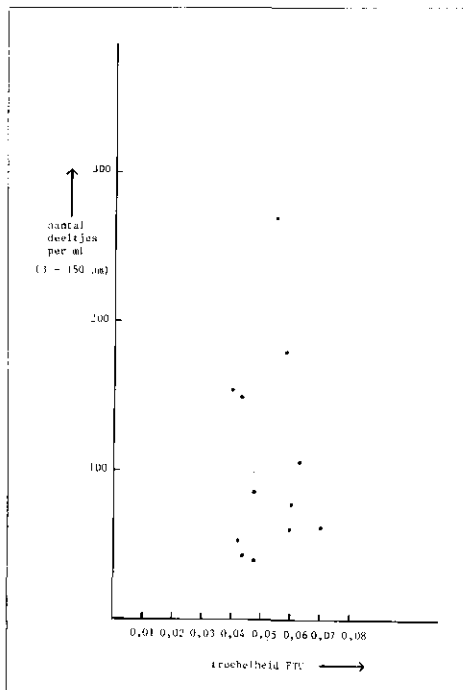
nog vele deeltjes kleiner dan 3 µm aanwezig moeten zijn, die niet meegeteld kunnen worden.

Voor diepinfiltratie wordt te Scheveningen ongeveer 50 m³/uur van het uit Bergambacht aangevoerde rivierwater in een vlokkendekenapparaat gekoaguleerd en daarna twee keer gefiltreerd. Dit dubbelfiltraat wordt in een proefput (de CIP) gebracht. Vóór 1978 vertoonde deze put snelle verstopping, die sinds mei 1978 vermeden kan worden door de MFI-waarde laag te houden. De vraag is of deze waarde correspondeert met lage aantallen deeltjes in het meetgebied van 3-150 µm.

Op 29 augustus werd in het dubbelfiltraat gemiddeld 5,5 deeltjes per ml gemeten bij een MFI van 4,1 en op 30 augustus 2,8 deeltje per ml bij een MFI van 3,7. Op de eerste dag waren de filters kort voor de meting gespoeld. Deze getallen liggen hoger dan die voor drinkwater (1,6 deeltje per ml), maar verhoudingsgewijs minder hoog dan op grond van de MFI-waarde van drinkwater van 0,4 mocht worden verwacht. De proefput, die met drinkwater wordt gevoed (de DIP) heeft al sinds 1973 geen verstopping meer te zien gegeven. De eerste gegevens geven het vermoeden, dat een deeltjesanalyse van water ten behoeve van de diepinfiltratie een zinvolle aanvulling biedt om verstoppingeigenschappen te karakteriseren. Er lijkt geen directe relatie te zijn tussen het aantal deeltjes en de MFI-waarde. Op zich is dit niet zo verwonderlijk, omdat bij de MFI-methode, waarbij over een membraanfilter van 0,45 µm wordt gefiltreerd, ook deeltjes kleiner dan 3 µm een rol kunnen spelen. Welke grootte van deeltjes relevant is voor putverstopping is nog een open vraag.

In afbeelding 6 staan enkele resultaten weergegeven van een meting van de deeltjesgrootte-verdeling van het effluent en het filtraat van de proefinstallatie voor flotatie op het pompstation van de Duinwaterleiding te Brakel. In deze afbeelding valt de afwijkende deeltjesgrootte-verdeling ten opzichte van de voorgaande op. Deeltjes tussen 7-20 µm worden door het flotatieproces in vergelijking met deeltjes van andere grootte minder goed verwijderd (vergelijk afbeelding 3 met afbeelding 6). Of dit samenhangt met bepaalde algensoorten is een punt van nader onderzoek.

Een belangrijke vraag is of het aantal deeltjes tussen 3-150 µm in correlatie staat tot de troebelheid. Volgens Beard en Tanaka [5] verlopen troebelheid en aantal deeltjes in grote lijnen parallel maar er is geen correlatie binnen een niet



Afb. 7 - Relatie tussen het aantal deeltjes van 3-150 μm en de troebelheid van filtraten van snelfilters op het pompstation te Scheveningen (augustus 1979).

al te groot meetgebied. Voor het filtraat van de snelfilters te Scheveningen is in afbeelding 7 de troebelheid uitgezet tegen het aantal deeltjes. Inderdaad lijkt er geen correlatie tussen beide grootheden te bestaan, althans voor dit water en in het betrokken meetgebied.

6. Slot

De in het voorgaande weergegeven meetresultaten beogen slechts een indruk te geven van de toepasbaarheid van een deeltjesanalysator bij de waterzuivering. Te stellen valt, dat telling en groottebepaling van kleine zwevende deeltjes in water met het gebruikte apparaat en mogelijk ook met andere, een zinvolle uitbreiding is van de analyse-technieken om zuiveringsprocessen te volgen. Telling van het aantal deeltjes is een aanzienlijk gevoeliger en specifiekere techniek dan meting van de troebelheid vooral in filtraten van snelfilters en langzame zandfilters. De grootte-verdeling van de deeltjes kan mogelijk meer inzicht verschaffen in het mechanisme van de verwijdering. Een bezwaar is, dat de deeltjes kleiner dan 3 μm aan de aandacht ontsnappen. Met een sensor, die vanaf 1 μm deeltjesgrootte kan meten, wordt dit bezwaar, zoals uit K1WA-onderzoek is gebleken, niet of slechts gedeeltelijk opgeheven. Een ondergrens van de grootte van deeltjes in water is niet bekend. Een deeltjesanalysator heeft nog andere

toepassingsmogelijkheden bijvoorbeeld algentellingen, grootte-verdeling van poeders en dergelijke. Het is onder andere mogelijk gebleken de grootte-verdeling van de voor de waterzuivering geleverde poederkool snel vast te stellen.

Literatuur

1. Yang, K. C. and Hagg, R. *Estimation of Particle Distribution from Turbidimetric Measurements*. Anal. Chem. 51, (1979), 758-763.
2. Tate, C. H. and Trussell, R. R. *The Use of Particle Counting in Development Plant Design Criteria*. JAWWA 70, (1978), 691-698.
3. Tate, C. H., Montgomery, J. M. en Trussell, R. R. *Optimization of Turbidity Removal by Use of Particle Counting for Developing Plant Design Criteria*. Proceedings of the AWWA Technology Conference, December 1976, San Diego, California.
4. Monsevizt, J. T. and Rexing, D. J. *Evaluation of Particle Counting in a Filtration Water Treatment Plant*. Report of the southern Nevada Water System.
5. Beard, J. D. and Tanaka, Th. S. *A Comparison of Particle Counting and Nephelometry in Evaluating Filtration Plant Performance*. Report of the Metropolitan Water Dist. of So. California.



Corrosiefilm van de Europese Federatie Corrosie nu met Nederlandse tekst

De Werkgroep Corrosie-Onderwijs van de Europese Federatie Corrosie is gestart met de productie van 5 films over corrosiebestrijding. De eerste van deze films, met de Engelse titel 'Prevention of corrosion by design' is in mei 1978 gereedgekomen. Behalve de Engelse is er nu ook een Nederlandse versie beschikbaar onder de titel: 'Ontwerp en Corrosiebestrijding'. De Engelse en de Nederlandse versie zijn opgenomen in de filmotheek van het Technisch Film Centrum, Arnhemseweg 17, 6881 NB Velp, tel. (085) 629188, onder de bestelnummers 5024 en 5025. De tweede film: 'Corrosion prevention by coatings' wordt in de loop van dit jaar verwacht.

Cursus ketelwaterbehandeling van krachtwerkhuizen

Vanwege de grote belangstelling die voor deze cursus blijkt te bestaan, zal deze dit najaar nog 2 x worden georganiseerd. Nadere informatie, uitvoerig programma met aanmeldingskaart, wordt U op verzoek toegezonden door de Vereniging Krachtwerkhuizen, Postbus 165, 3800 AD Amersfoort, tel. 033 - 17245 (toestel 126).



Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterbehandeling en Waterkwaliteitsbeheer

Jaarverslag 1979

1. Algemeen

Voor het eerst in het 21-jarig bestaan van de vereniging wordt verslag gedaan van de verenigingsactiviteiten in de vorm van een jaarverslag. Tot nu toe werd verantwoording van de werkzaamheden afgelegd in de ledenvergaderingen en door middel van mededelingen van de verschillende commissies en programmagroepen.

De in het verslagjaar gewijzigde statuten, noodzakelijk als gevolg van het in werking treden van Boek 2 van het Nieuw Burgerlijk Wetboek, schrijven een verslag over het vorige verenigingsjaar voor.

Naast de statutenwijziging zijn een aantal andere gebeurtenissen het vermelden waard. Er is een begin gemaakt met de integratie van de regionale secties in de vereniging. Het bestuur is daartoe uitgebreid met een vertegenwoordiger van het Landelijk Overlegorgaan van de secties en er is een werkgroep ingesteld, die de verschillende aspecten van een volledige integratie bestudeert.

In 1979 zijn aan de eerste geslaagden van de cursus Hoger NVA-diploma Waterkwaliteitsbeheer en Techniek Afvalwaterbehandeling diploma's uitgereikt tijdens de in het najaar gehouden algemene ledenvergadering. In dezelfde vergadering is aan de heren G. Lettinga, K. C. Pette, R. de Vletter en E. Wind de NVA-prijs uitgereikt voor hun artikel in H_2O , getiteld 'Anaerobe zuivering bietsuiker afvalwater op semi-technische schaal'. Het verslagjaar kenmerkte zich door het toenemen van de activiteiten van de verschillende programmagroepen en commissies, waarmee de enige jaren geleden ingevoerde wijziging van de verenigingsstructuur duidelijke gestalte heeft gekregen. Voorts mogen de internationale contacten en activiteiten niet onvermeld blijven. Met name kunnen genoemd worden de kandidaatstelling van Nederland voor het IAWPR-congres in 1984 en de geslaagde studiereis van 30 leden naar Noord-Amerika.

Ter informatie aan de huidige leden en voor werving van nieuwe leden is in 1979 een brochure uitgegeven, waarin de doelstelling en de activiteiten van de vereniging zijn opgenomen.

2. Leden en bestuur

2.1. Leden

Er zijn 3 ledenvergaderingen gehouden. Naast de gebruikelijke voorjaars- en najaarsledenvergadering was een derde ledenvergadering noodzakelijk in verband met het vaststellen van de gewijzigde statuten. In de voorjaarsvergadering, gehouden op 16 mei te Utrecht