

Pro en contra laboratoriumapparatuur

1. Beperking van het onderwerp

In het onderwerp zijn de volgende beperkingen aangebracht:

- De te bespreken apparatuur betreft in hoofdzaak instrumenten ten behoeve van het fysisch-chemisch onderzoek. Aan die voor bacteriologisch, biologisch en virologisch onderzoek wordt in dit kader geen aandacht besteed.
- Vervolgens worden die apparaten buiten beschouwing gelaten, welke in het algemeen minder dan enkele duizenden guldens kosten. Dit is overigens een willekeurige



DRS. J. C. SYBRANDI
Stichting Waterlaboratorium
Zwolle en Waterleiding Mij
'Overijssel'

grens, die hoofdzakelijk op praktische gronden is aangenomen.

- Het laboratoriumonderzoek, waarover wordt gesproken, is beperkt tot de sector water. Hieronder beschouw ik oppervlaktewater, grondwater, drinkwater, zwemwater, huishoudelijk afvalwater, bedrijfswater en bedrijfsafvalwater, alsmede water en slib in diverse stadia van zuivering.

2. Laboratoriumonderzoek

Verschillende waterschappen en andere instellingen hebben reeds jaren lang een meer of minder intensieve controle uitgeoefend op de kwaliteit van het oppervlaktewater en afvalwater. Toch is het de wetgever geweest die in 1970 door middel van de wet verontreiniging oppervlaktewateren de grote stoot heeft gegeven tot de totstandkoming van een uitgebreid programma van fysisch-chemisch laboratoriumonderzoek in deze sector.

Het huidige onderzoek betreft in hoofdzaak:

- een het gehele land omspannend net van bemonsteringspunten ten behoeve van het kwaliteitsbeheer van het oppervlaktewater;
- controle op de werking van rioolwaterzuiveringsinrichtingen;
- vaststelling van de vervuilingswaarde van allerlei soorten afvalwater.

Op het gebied van de drinkwatervoorziening heeft een decennium eerder eveneens een snelle groei van het laboratoriumonderzoek plaatsgevonden, nadat in 1960 het waterleidingbesluit van kracht was geworden.

De in dit artikel verwerkte materie is niet alleen afkomstig van de in 1972 opgerichte Stichting Waterlaboratorium Zwolle,

waarin het zuiveringschap West-Overijssel en de Waterleiding Maatschappij Overijssel participeren, maar ook van het daarbuiten vallende, van 1931 daterende drinkwaterlaboratorium.

In 1974 zijn op deze beide laboratoria samen 14.500 monsters onderzocht en 71.000 bepalingen verricht. De personeelsbezetting bestond gemiddeld uit 17 man. De totale laboratoriumkosten bedroegen ongeveer f 1.000.000,—.

3. Factoren, welke een rol spelen bij het gebruik van laboratoriumapparatuur

a. Grote productie

Het aantal bepalingen dat op een dag kan worden verricht zal bij toepassing van geschikte apparatuur in veel gevallen aanzienlijk worden vergroot. Dit is vooral van belang, wanneer regelmatig grote series monsters moeten worden geanalyseerd.

Een voorbeeld hiervan is de bepaling van het biochemisch zuurstofverbruik met behulp van een zuurstofmeter.

b. Korte analysetijd

Verschillende laboratoriumbepalingen kosten vrij veel tijd. Dit geldt met name voor die bepalingen, waarbij een destructie of extractie noodzakelijk is. Dit is onder andere het geval bij de bepaling van de zware metalen, welke vroeger uit de waterige oplossing moesten worden geëxtraheerd. Met behulp van atomaire absorptietechnieken is het nu mogelijk binnen een minuut een bepaling te verrichten.

c. Grote reproduceerbaarheid

Het is bepaald geen uitzondering dat de standaardafwijking van een chemische bepaling minder dan 1 % bedraagt. Deze afwijking is in de praktijk van de wateranalyse vaak veel groter, bijv. wanneer de concentraties zeer laag zijn, wanneer het monster veel van een andere verbinding bevat (zoals natriumchloride in zeewater), wanneer de analyse extra bewerkingen omvat, of wanneer het eindpunt van een meting moeilijk is vast te stellen. Door mechanisering van allerlei handelingen is het mogelijk de onnauwkeurigheid tengevolge van het menselijke handelen tot een minimum te beperken. Het kost in zulke gevallen weinig moeite de bepalingen desgewenst in duplo uit te voeren, waardoor de kans op fouten nog verder wordt verkleind. Dit kan onder meer van belang zijn indien de uitkomst wordt gebruikt voor het vaststellen van de heffing. Typische voorbeelden zijn de analyse-automat en de auto-analyzer. Deze kunnen worden beschouwd als een puur mechanisch werkende analist.

d. Lagere meetgrens

Met veel instrumentele methoden is het mogelijk belangrijk lagere concentraties te meten dan met de klassieke methoden. Een sprekend voorbeeld is de bepaling van bestrijdingsmiddelen met behulp van de gaschromatograaf.

e. Storingsgevoeligheid

Watermonsters bevatten in het algemeen een grote verscheidenheid aan opgeloste stoffen. Dit kan in bepaalde omstandigheden de bepaling van één van die stoffen belangrijk bemoeilijken. Dit komt met name nogal eens voor bij de ion-gevoelige elektroden [1, 2, 3]. Deze meettechniek staat eigenlijk nog in de kinderschoenen. Elke verbetering op dit gebied wordt met belangstelling tegemoet gezien.

f. Voorschriften

Voor het verrichten van routinebepalingen zijn betrouwbare voorschriften nodig. Deze moeten zijn aangepast aan het instrument dat hierbij wordt gebruikt. Grote moeilijkheden ontstaan, wanneer wél de apparatuur, maar niet de voorschriften voor de betreffende bepalingen aan de verwachtingen van de koper voldoen. Door een leverancier zijn wel eens buitenlandse voorschriften ter beschikking gesteld, die bij toepassing in ons land niet bruikbaar bleken. Het is voorgekomen dat het voorschrift wel voor standaardoplossingen te gebruiken was, maar dat het door tijdgebrek nog niet was afgestemd op monsters uit de praktijk.

g. Wettelijk voorschrift

In het uitvoeringsbesluit van de wet verontreiniging oppervlaktewateren worden vier analysevoorschriften vermeld. Voor de bepalingen van het chemisch zuurstofverbruik en het zuurstofgehalte wordt verwezen naar de normbladen. De voorschriften voor de bepalingen van het biochemisch zuurstofverbruik en van totaal Kjeldahl stikstof worden uitvoerig in de tekst beschreven [4]. De voorschriften berusten alle op de klassieke werkwijze. Hierin is, voor zover de resultaten dienen als grondslag voor het vaststellen van de heffing, geen ruimte gelaten voor toepassing van andere bepalingmethoden. Hierdoor wordt het toepassingsgebied van moderne apparatuur in belangrijke mate beperkt. Het verdient naar mijn mening aanbeveling bovengenoemde voorschriften uit de wet en het uitvoeringsbesluit te lichten en deze uitsluitend in de normbladen op te nemen. Voorts lijkt mij dat het op de weg ligt van de betreffende normcommissies, voor wier werk ik hoge waardering heb, om zorgvuldig na te gaan in welke gevallen alternatieve bepalingmethoden kunnen

worden toegelaten. Dit werk is naar mijn mening dermate veelomvattend, dat hierbij niet alleen de normcommissies, maar ook alle afvalwateronderzoekende laboratoria zullen moeten worden ingeschakeld. Betrouwbaar gebleken alternatieven zullen zo snel mogelijk in de normbladen dienen te worden opgenomen.

h. Kosten

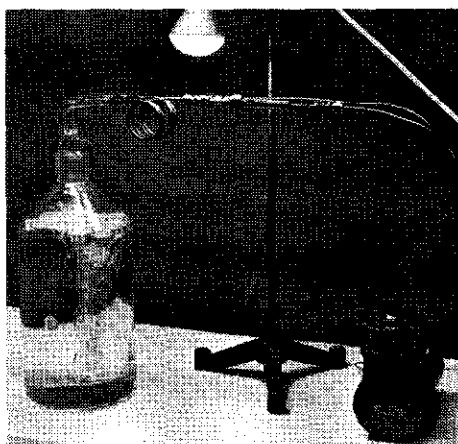
Instrumenten zijn in het algemeen kostbaar. Indien een instrument evenwel voor meer dan één bepaling kan worden toegepast, komen de verhoudingen direct heel anders te liggen. Dit is ook het geval indien het apparaat zowel voor kwantitatief als voor kwalitatief onderzoek kan worden gebruikt. Eén van de meest bekende voorbeelden is de spectrofotometer.

Bij de aanschaf van een instrument kan de eventueel te bereiken besparing op de personeelskosten doorslaggevend zijn. Overigens is de omvang van de besparing moeilijk te schatten. Hierbij speelt het 'wishful thinking' een niet te onderschatten rol. Bovendien zal in twijfelgevallen een besparing op het aantal personeelsleden in een tijd van grote werkeloosheid naar mijn mening anders worden gewogen dan in tijden van schaarste op de arbeidsmarkt. Het komt vaak voor dat een laboratorium duidelijk behoefte heeft aan een bepaald instrument, doch dat de hoeveelheid werk voor dat instrument te gering is. De kans is dan groot dat de beslissing om het apparaat aan te schaffen voor onbepaalde tijd wordt uitgesteld. Het verdient in dergelijke gevallen aanbeveling na te gaan of door samenwerking met andere laboratoria door één der partijen toch tot aanschaf kan worden overgegaan. Samenwerking tussen laboratoria van zuiveringswaterschappen enerzijds en laboratoria van waterleidingbedrijven, provinciale en rijks-waterstaat, keuringsdiensten van waren en andere instellingen anderzijds, verdient in het algemeen meer aandacht dan tot nu toe het geval is geweest.

De vorm, waarin de eventuele samenwerking tot stand komt, dient zeer duidelijk te worden geregeld. In het geval van ons laboratorium is de stichtingsvorm gekozen.

i. Bijkomende voorzieningen

De informatie van de zijde van de leverancier inzake de noodzaak van bijkomende voorzieningen, zoals afzuiging, temperatuurregeling, spanningsstabilisatie, geluidsisolatie e.d. heeft in het verleden wel eens te wensen overgelaten. Wanneer van een instrument een maximum aan nauwkeurigheid wordt gevraagd, zal in veel gevallen opstelling in een ruimte van constante temperatuur van essentiële betekenis zijn. Indien achteraf blijkt dat de afzuiging niet



Afb. 1 - Apparaat van Grob voor het uitblazen en aan actieve kool adsorberen van vluchtige organische verbindingen.

aan de eisen voldoet, moeten veelal noodmaatregelen worden getroffen. Deze kunnen duurder zijn dan het apparaat zelf.

Ik acht het van belang om apparatuur, waarbij moet worden afgezogen en welke niet in een zuurkast kan worden geplaatst, in een afzonderlijke ruimte op te stellen om de normale afzuiging van de grote laboratoriumzaal niet te verstoren.

j. Beperking van chemicaliën en afvalstoffen

Bij het chemisch onderzoek worden nogal wat milieu-onvriendelijke chemicaliën verbruikt.

Naar mijn mening kan het laboratorium van een dienst, welke nauw bij het milieubeheer is betrokken, het zich niet permitteren bovengenoemde afvalstoffen door de gootsteen te spoelen. Deze afvalstoffen moeten in containers worden verzameld. Ideaal zou zijn de chemicaliën zoveel mogelijk terug te winnen. Dit kan of zelf worden gedaan of worden uitbesteed. De hoeveelheid laboratoriumafval is aanzienlijk geringer bij gebruik van apparatuur, waarmee slechts enkele milliliters of nog minder van een monster worden geanalyseerd in plaats van de gebruikelijke 100 of 250 milliliter. Een verrassend eenvoudig voorbeeld hiervan is het apparaat van de Zwitserse chemicus Grob [5, 6], zie afb. 1. Dit apparaat bestaat uit een absoluut olie-vrije pomp, een glazen fles en een rondpompcircuit, waarin een filter met actieve kool is opgenomen. De pomp blaast circa 0,5 liter lucht door een hoeveelheid van 5 liter water. De lucht neemt een klein gedeelte van de vluchtige componenten mee en deze worden aan de actieve kool geadsorbeerd. De geadsorbeerde verbindingen worden met enkele druppels zwavelkoolstof uit de actieve kool gespoeld en vervolgens m.b.v. een gaschromatograaf gescheiden.

Voorheen was het nodig een hoeveelheid van

50 liter water te extraheren. Daarvoor was steeds 2,5 liter ultrazuivere cyclohexaan nodig, dat eerst nog enige malen verder moest worden gezuiverd door middel van uitvriezen en overdestilleren.

k. Ruimtebesparing

De destructie van organisch materiaal moet in een zuurkast worden uitgevoerd. Men kan niet veel meer dan 6 tot 12 destructies in één zuurkast tegelijk verrichten. Deze kast is daarmee circa 4 uur lang geblokkeerd voor andere werkzaamheden.

Voor grote series zal een blokdestructor hoogst waarschijnlijk een belangrijk hulpmiddel blijken te zijn. Hierin kunnen tegelijkertijd 20 of 40 monsters worden gedestruerd.

l. Deskundigheid

Bij uitbreiding van de laboratoriuminventaris met een nieuw instrument doen zich aanvankelijk nog wel eens moeilijkheden voor. Deze kunnen enerzijds worden toegeschreven aan kinderziekten van het betreffende instrument en anderzijds aan onvoldoende bekendheid van het bedienend personeel met het nieuwe apparaat. In veel gevallen verzorgen de leveranciers of verkopers tegenwoordig instructiedagen, waarop het personeel vertrouwd wordt gemaakt met de nieuwe apparatuur. Desondanks kan het voorkomen dat de bediening van zo'n instrument hoger gekwalificeerd personeel vraagt dan het laboratorium ter beschikking heeft.

m. Nieuwe begrippen

Er zijn in de laatste jaren instrumenten op de markt gekomen voor de bepaling van het totaal organisch koolstofgehalte, TOC en het totaal zuurstofverbruik, TOD. Deze begrippen zijn in feite door de ontwikkeling van de analysetechniek tot stand gekomen. Deze nieuwe begrippen worden of niet of slechts onvolledig door oude bekende begrippen zoals BZV en CZV gedekt. Het wekt dan ook geen verwondering dat de afvalwatertechnoloog hier in eerste instantie enigszins gereserveerd tegenover staat. Wellicht ten overvloede wordt erop gewezen dat het zowel voor de koper als voor de verkoper van groot belang is onderling een goede verstandhouding op te bouwen. Daarom is het noodzakelijk een maximum aan openheid te betrachten, enerzijds van de zijde van de klant bij het kenbaar maken van zijn wensen en eisen en anderzijds van de kant van de verkoper bij diens informatie over zowel de mogelijkheden als de beperkingen van het instrument. Voorts zij opgemerkt, dat de keuze van een bepaald merk vaak meer wordt beïnvloed door de naam van de firma inzake de service welke na de verkoop wordt geboden

dan door de prijs of de kwaliteit van het instrument.

4. Praktijk en verwachting

De ervaringen en inzichten van een laboratorium hangen voor een belangrijk deel samen met de aard en de omvang van de werkzaamheden.

Uitgaande van verschillende in het onderzoekprogramma opgenomen bepalingen worden in dit hoofdstuk overwegingen genoemd, welke een rol hebben gespeeld bij de keuze van de apparatuur.

a. Zuurstof

Het zuurstofgehalte aan het begin en aan het einde van de 5 dagen durende BZV-proef wordt bij ons bepaald met behulp van een zuurstofmeter, zie afb. 2.

De electrode van deze meter past precies op de BZV-flessen. De electrode is uitgerust met een eigen roerinrichting. Gebleken is dat dit essentieel is voor het verkrijgen van betrouwbare resultaten.

De zuurstofmeter heeft ook goede diensten bewezen bij gebruik in het veld.

Ook diverse andere laboratoria hebben inmiddels goede ervaringen met zuurstofmeters opgedaan.

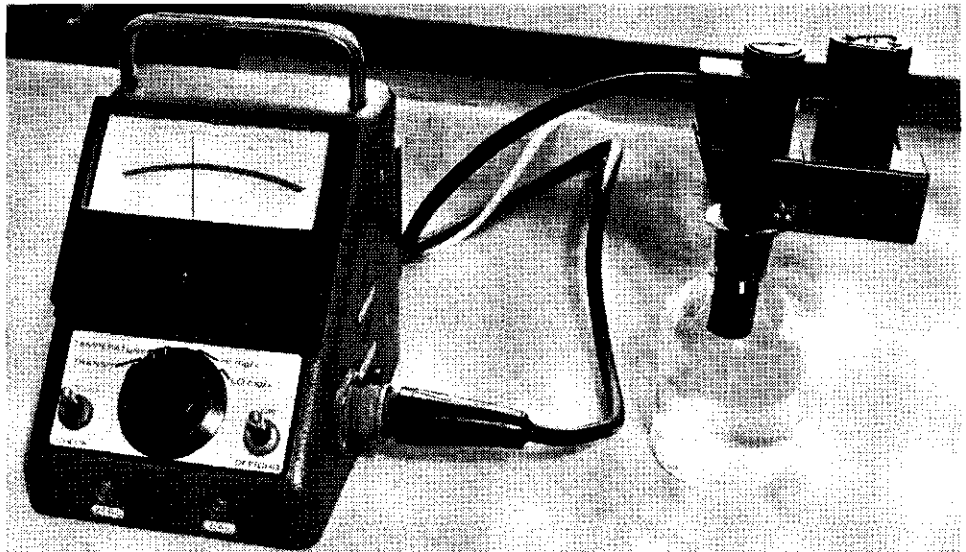
b. BZV, BOD

De bepaling van het biochemisch zuurstofverbruik wordt uitgevoerd in een kleine kamer voorzien van een temperatuurregelaar.

Apparatuur voor de BZV-bepaling, zoals een ademhalingsmeter, komt voor de grote series die wij dagelijks moeten verwerken niet in aanmerking. Er bestaat overigens wel behoefte aan apparatuur waarmee de tijd van 5 dagen zou kunnen worden bekort. Er schijnt een soort enzym-electrode te bestaan, waarmee de biologische activiteit snel kan worden gemeten. Zover ik weet zijn deze enzym-electroden echter nog niet op de Nederlandse markt gebracht. Uit praktische overwegingen zou ik momenteel de voorkeur geven aan een BZV-bepaling welke 7 dagen duurt in plaats van 5 dagen. De duur van 7 dagen is in Zweden gangbaar. De International Standard Organisation heeft over de duur van de BZV-bepaling nog geen beslissing genomen.

c. CZV, COD

Een jaar of twee, drie geleden hebben wij geprobeerd de CZV-bepaling met behulp van een auto-analyzer uit te voeren. Toen is gebleken, dat de uitkomsten belangrijk lager waren dan die verkregen volgens de klassieke methode. Wegens tijdgebrek is dit onderzoek niet voortgezet. Ik weet echter, dat collega's nog met onderzoekingen in deze richting bezig zijn. Verwacht wordt dat deze en andere appara-



Afb. 2 - Zuurstofmeter met electrode.

tuur voor de CZV-bepaling over niet al te lange tijd ruimere toepassing zullen vinden.

d. TOD

Met de TOD-meter kan het totaal zuurstofverbruik worden gemeten [7]. Bij deze bepaling wordt de organische stof geheel verbrand bij een temperatuur van 900 °C, maar de oxidatie van de anorganische stoffen is niet volledig.

Van de TOD-bepaling bestaat geen handmethode. De uitkomsten van de TOD-bepaling liggen in de regel 10 tot 30 % hoger dan die van de COD-bepaling, zie afb. 3. Het begrip TOD heeft overigens een even betrekkelijke waarde als het begrip COD, omdat de oxidatie in geen van beide gevallen volledig is.

Aantrekkelijk is dat met de TOD-meter ongeveer 10 bepalingen per uur kunnen worden verricht. Volgens berichten van een leverancier is de TOD-apparatuur kort geleden belangrijk verbeterd.

Ik verwacht dat de TOD-apparatuur op korte termijn sterk in de belangstelling zal komen te staan, omdat deze momenteel één van de weinige mogelijkheden biedt om snel informatie over het zuurstofverbruik

in het algemeen te verkrijgen.

e. TOC

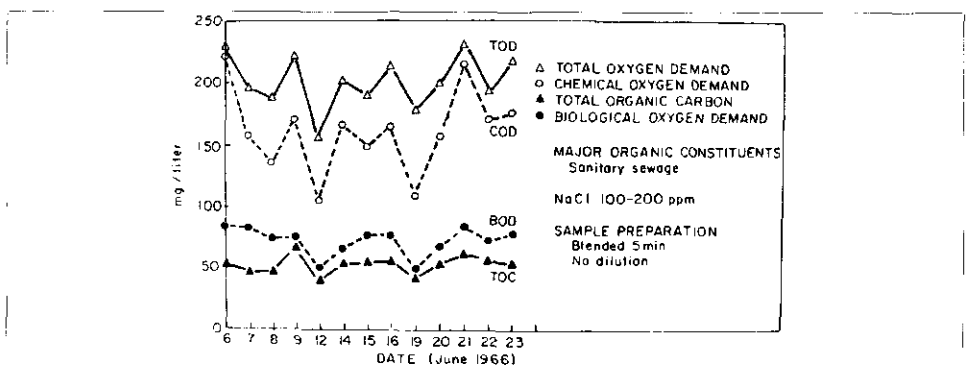
De bepaling van het totaal organisch koolstofgehalte, TOC, is op vrijwel dezelfde wijze tot stand gekomen als de TOD-bepaling. De uitkomsten van de TOC-bepaling liggen volgens de literatuur, zie afb. 3, in dezelfde orde van grootte als de BOD-waarden. Deze overeenkomst is echter toevallig. Theoretisch bestaat er geen verband tussen deze begrippen.

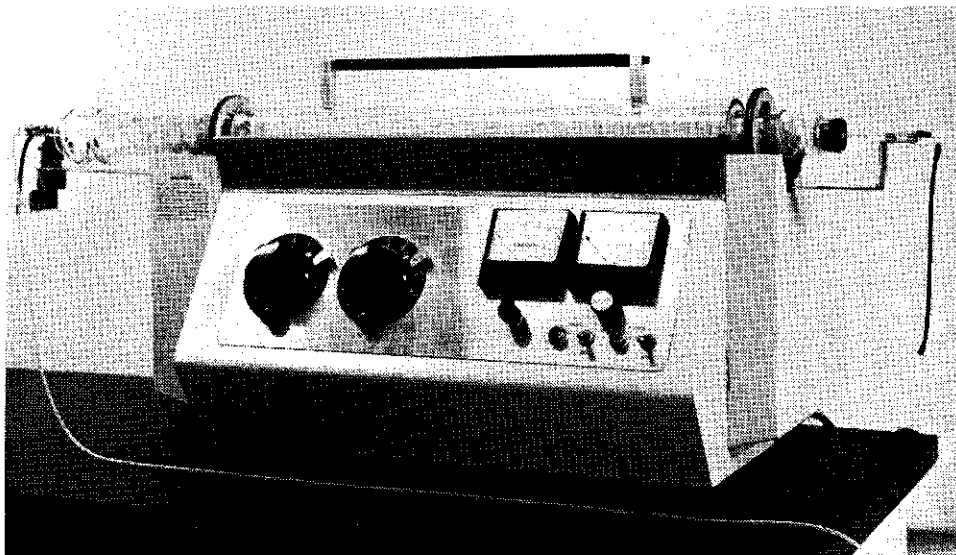
De TOC-meter wordt momenteel al op verschillende laboratoria toegepast met name bij het onderzoek van oppervlaktewater.

f. Totaal Kjeldahl stikstof

Een belangrijk deel van de totaal Kjeldahl stikstofbepalingen wordt door ons al ruim 3 jaar met succes uitgevoerd op de auto-analyzer. Deze analyse-automaat is uitgerust met een continue destructor, zie afb.4. Hiermede is niet alleen de normale analyse, maar ook de omslachtige destructietrap geheel gemechaniseerd. Deze methode is geschikt voor concentraties tussen ca. 10 en 100 mg stikstof per liter. Dit betekent dat de methode kan worden toegepast op

Afb. 3 - Gegevens over TOD, COD, BOD en TOC van een serie monsters voorbezonken afvalwater [8].





Afb. 4 - Continu werkende destructor [9].

influenten en een gedeelte van de effluenten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Met dit instrument kunnen per dag zo'n 50 analyses in duplo oftewel rond 100 bepalingen worden uitgevoerd. Gebleken is, dat de reproduceerbaarheid van deze werkwijze groter is dan die welke met de klassieke methode wordt bereikt.

Een voordeel van analyse-automaten is, dat hiermee naar schatting wel 20 verschillende bepalingen kunnen worden uitgevoerd. Er zijn apparaten ontwikkeld waarop 6, 12 en zelfs 20 bepalingen gelijktijdig kunnen worden verricht.

Ons laboratorium beschikt over twee tweekanaals-auto-analyzers. Op de eerste wordt naast de totaal Kjeldahl stikstofbepaling ook de totaal fosfaatbepaling, waarvoor eveneens een destructie noodzakelijk is, verricht. In de loop van dit jaar is een tweede auto-analyzer aangeschaft. Deze wordt gebruikt voor de bepaling van ammonium en de som van nitriet en nitraat. Het aantal gemechaniseerde bepalingen zal in de toekomst verder worden uitgebreid. Uit een oogpunt van flexibiliteit geven wij, althans voorlopig, de voorkeur aan meerdere auto-analyzers welke zijn opgebouwd uit 1, 2 of 3 kanalen boven één auto-analyzer welke is opgebouwd uit 6 kanalen.

g. Metalen

Voor het onderzoek van metalen passen wij de atomaire absorptietechniek toe. Wij gebruiken een enkelstraals atoomabsorptiespectrofotometer voor de bepaling van ijzer en mangaan in drinkwater. Op dit instrument worden ook natrium en kalium gemeten.

Het tweede instrument is dubbelstraals. Dit is uitgerust met een grafietoven, waarmee de meetgrens nog belangrijk wordt verlaagd [10]. Een groot voordeel van deze

techniek is dat de monsters voor het merendeel alleen behoeven te worden aangezuurd en dat zij verder geen voorbehandeling meer ondergaan. Alleen indien de monsters veel slib bevatten, is voorafgaande destructie noodzakelijk.

Bij gebruik van de grafietoven kunnen circa 50 bepalingen per dag in duplo worden verricht. Op ons laboratorium worden op deze wijze de volgende metalen bepaald: aluminium, cadmium, calcium, chroom, cobalt, kalium, koper, kwik, lood, magnesium, mangaan, natrium, nikkel, ijzer, zilver en zink. In voorbereiding zijn de bepalingen van arseen en seleen.

Het aantal laboratoria in de watersector dat over één of meer van deze instrumenten beschikt, is nu reeds vrij groot. Dit aantal zal in de toekomst ongetwijfeld nog verder stijgen.

Van de andere technieken, welke voor het onderzoek van zware metalen in aanmerking komen, noem ik de polarografie en de activeringsanalyse. De polarografie is slechts voor een beperkt aantal metalen geschikt, doch deze methode is 10 tot 100-maal zo gevoelig als de atomaire absorptie. De activeringsanalyse is vooral interessant voor elementen die slechts in sporen aanwezig zijn. Hiervoor is samenwerking nodig met bijv. het reactorcentrum in Petten of het interuniversitair reactorinstituut in Delft.

h. Bestrijdingsmiddelen

Van de bestrijdingsmiddelen kunnen de hoog gechlorideerde koolwaterstoffen in één analysegang met behulp van een gaschromatograaf worden bepaald. Onder deze bestrijdingsmiddelen vallen lindaan, DDT en ongeveer tien andere organische verbindingen, alle met 4 tot 7 chlooratomen per molecuul.

Ons laboratorium heeft voorts de beschikking over een tweede gaschromatograaf. Deze wordt gebruikt voor het onderzoek van reuk- en smaakstoffen in drinkwater. Hoeveelheden in de orde van enkele nanogrammen, d.i. 10⁻⁹ gram, kunnen nog worden aangetoond.

Bij verschillende instituten is achter de gaschromatograaf een massaspectrometer gebouwd. Hiermede kunnen vluchtige organische verbindingen worden geïdentificeerd. Verwacht wordt dat de gaschromatograaf in de komende tien jaren wel tot verschillende laboratoria zal doordringen. De massaspectrometer zie ik echter lang niet zo snel in de routinelaboratoria verschijnen.

Voor ons onderzoek is meermalen de hulp ingeroepen van de massaspectrometers van het KIWA en het RID.

Interessant is de ontwikkeling op het gebied van de vloeistofchromatografie. Vloeistofchromatografen hebben in principe een veel groter aanpassingsgebied dan gaschromatografen, waarmee slechts betrekkelijk vluchtige stoffen kunnen worden bepaald. Een nadeel van de vloeistofchromatografen was vroeger de lange tijd, welke nodig was voor de scheiding. Door toepassing van hoge drukken in de orde van 400 atm. is hierin een zeer belangrijke verbetering gekomen.

Verwacht wordt, dat deze apparatuur over enige jaren ook op routine-laboratoria zal worden gebruikt.

i. Olie

Voor de olie bepalingen is een infraroodspectrofotometer aangeschaft. Er wordt wel gezegd dat met dit instrument ook fenol kan worden bepaald. Onze ervaring is echter dat de nauwkeurigheid van laatstgenoemde bepaling te wensen overlaat.

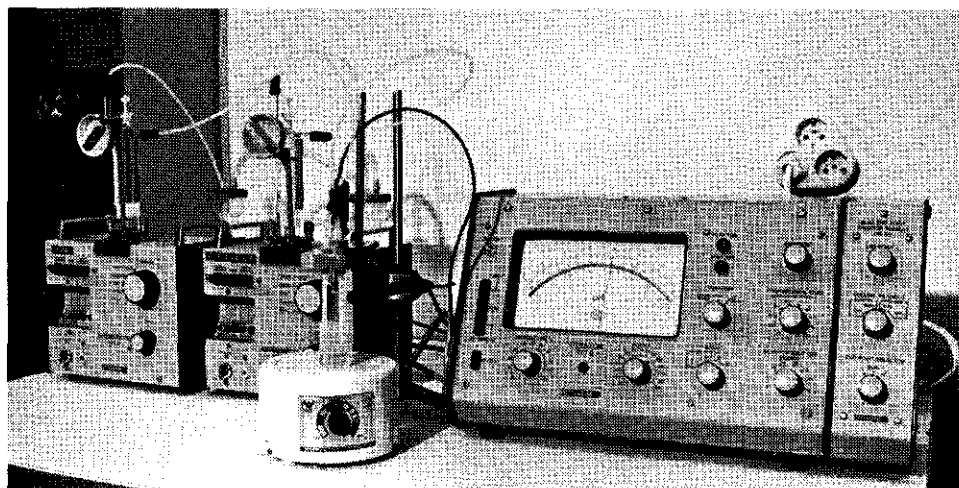
j. Vetzuren

Voor de bepaling van vetzuren wordt gebruik gemaakt van een zgn. titrator, zie afb. 5. Dit is een automaat, waarmee zeer nauwkeurig tot een van tevoren ingesteld eindpunt kan worden getitreerd. De titrator is ook voor verschillende andere bepalingen geschikt. Wij denken hier in de eerste plaats aan de titraties van waterstofcarbonaat en chloride. Verwacht wordt dat de titrator in de toekomst op ruime schaal zal worden toegepast.

k. Diversen

Ons laboratorium heeft veel gemak onderzonden van:

1. Keukenmixers en een ultrasone desintegrator voor het homogeniseren van slibhoudende monsters, zie afb. 6.



Afb. 5 - Titreerautomaat.

Met behulp van de ultrasonische desintegrator kan het slib zo fijn worden verdeeld, dat injectienaalden en andere gevoelige onderdelen niet meer verstopt raken.

2. Doseerpipetten en verdunningsapparaten.
3. Spoelmachines.
4. Digitale weergave van de resultaten, bij voorkeur direct in de gewenste eenheden.
5. Printers.
6. Rekenmachines.

Verwacht wordt dat veel laboratoria binnenkort gebruik zullen gaan maken van een calculator [11]. Ten aanzien van het (mede)gebruik van grote computers is mijn verwachting veel minder positief. Wel zijn er al enige tijd laboratoriuminstrumenten verkrijgbaar met computers voor de besturing van het instrument en/of voor verwerking van de resultaten. Deze zullen te gelegener tijd ook in de watersector toepassing vinden.

5. Aanbevelingen

Op het gebied van het chemisch afvalwateronderzoek bestaan nog zoveel problemen, dat het van groot belang is om niet alleen de reeds aanwezige kennis en ervaring uit te wisselen en te bundelen, maar ook in onderling overleg nieuwe technieken toepasbaar te maken voor eigen gebruik. Gebleken is dat deelname aan een ringonderzoek een harde maar vruchtbare methode is om betrouwbare resultaten te verkrijgen.

Literatuur

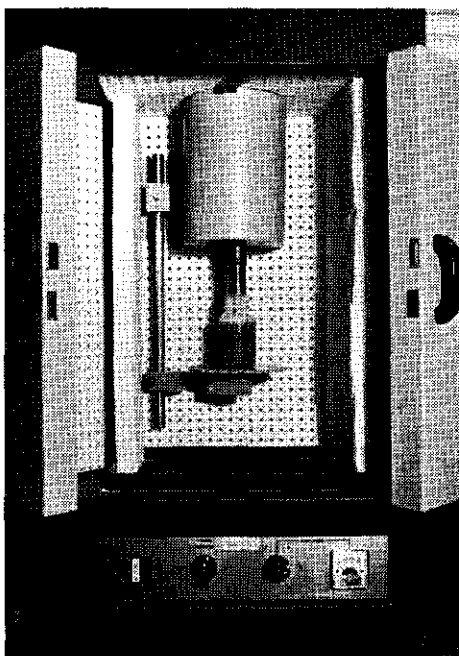
Algemeen

- Ciaccio, L. L. Water and Water Pollution Handbook 4 Dekker, New York, 1973.
 Kleyn, H. F. W. *H₂O* 1975, 8, 164 - 170.
 Laudy, M. B. J. *Procestechniek* 1974, 4, 112 - 117.

9. Sybrandi, J. C., Hafkamp, W. *H₂O* 1975, 8, 333 - 337.

10. Hausen, B. M., Kussmaul, H. *Jahrb. Vom Wasser*, Band 40, 1973, 101 - 114.

11. Heusden, G. v. *Chem. Weekbl.* 1975, nr. 26, p. 13 en 15.



Afb. 6 - Ultrasonische desintegrator in kast met geluidsdempend materiaal.

Minear, R. A. *J. Am. Water Works Assoc.* 1975, 67, 9 - 14.
 Water Pollution Research Laboratory (Stevenage, Herts, U.K.) Notes on Water Pollution no. 59, december 1972.

1. Slevogt, K., Seelos, E., Schraidt, W. *Jahrb. Vom Wasser*, Band 42, 1974, 1 - 41.
2. Pungor, E., Toth, K. *Jahrb. Vom Wasser*, Band 42, 1974, 43 - 70.
3. Gottschaldt, N. *Fortschr. Wasserchemie* 15 (1973), 31 - 41.
4. Voorschriften Volksgezondheid en Milieuhygiëne, XX Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Uitvoeringsvoorschriften C-1, bijlage I.
5. Grob, K. *J. Chromatogr.* 1973, 84, 255 - 273.
6. Grob, K., Grob, G. *J. Chromatogr.* 1974, 90, 303 - 313.
7. Corstjens, G. H., Monnikendam, D. *H₂O* 1973, 6, 571 - 574.
8. Ciaccio, L. L. Zie boven, p. 1470.