

Methodenontwikkeling ten behoeve van waterkwaliteitsmeting

Inleiding gehouden tijdens het op 28 november 1978 door KIWA en VWN georganiseerde colloquium over Methodenontwikkeling ten behoeve van waterkwaliteitsmeting.

Alvorens over te gaan tot het wetenschappelijk gedeelte van dit colloquium, maak ik graag van de gelegenheid gebruik om nader in te gaan op de doelstellingen van dit colloquium en op het organisatorisch kader waarbinnen het onderzoek dat vandaag aan de orde is, wordt uitgevoerd. Zoals de meesten van u weten, voert het KIWA onderzoek uit in opdracht van de Vereniging van Waterleidingexploitanten in Nederland, de VEWIN. Het geld voor dit onderzoek is afkomstig van de Nederlandse waterleidingbedrijven, die elk omstreeks



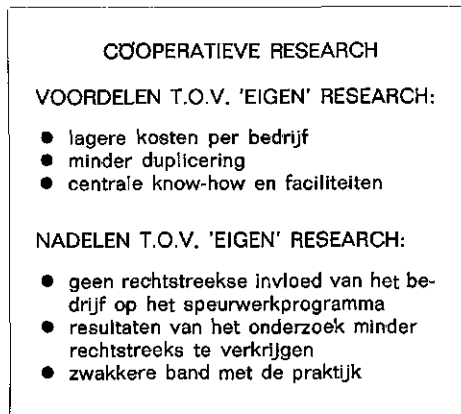
DR. E. J. M. KOBUS
KIWA NV

0,7 cent per m³ afgeleverd water voor dit onderzoek aan de VEWIN beschikbaar stellen. De VEWIN verzamelt deze bijdragen en zo ontstaat een researchbudget waarmee het onderzoek gefinancierd wordt, dat de VEWIN elk jaar aan het KIWA opdraagt.

De situatie in Nederland leent zich bij uitstek voor deze vorm van samenwerking omdat ons land bijna 100 waterleidingbedrijven telt, die voor een groot gedeelte met gelijksoortige problemen geconfronteerd worden. Er is weinig voorstellingsvermogen nodig om zich te realiseren dat de researchkosten in onze bedrijfstak sterk zouden toenemen als elk van die 100 bedrijven alle problemen zelf zou gaan oplossen. Ook de kans op duplicering zou buitengewoon groot worden, terwijl de kosten voor apparatuur — denk aan massaspectrometers en faciliteiten voor virologisch en toxicologisch onderzoek — de pan uit zouden rijzen. Bij elkaar dus redenen genoeg voor de VEWIN om de krachten op dit gebied te bundelen.

Dit wil overigens bepaald niet zeggen, dat de waterleidingbedrijven zelf geen onderzoek uitvoeren. Elk bedrijf wordt immers herhaaldelijk met problemen geconfronteerd, die in meer of mindere mate specifiek voor het bedrijf zelf zijn en dus ook bij voorkeur ter plaatse bestudeerd dienen te worden.

Met name de oppervlaktewaterbedrijven en de grotere grondwaterbedrijven besteden daarom ook zelf grote bedragen aan toegepaste research, gericht op het eigen bedrijf. Het VEWIN-onderzoek richt zich aan de andere kant meer op onderzoek dat minder bedrijfsgebonden is en daarom voor meerdere waterleidingbedrijven van nut kan zijn.



Afb. 1.

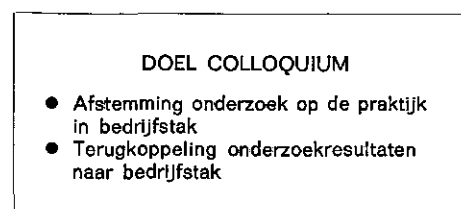
Al met al bestaan er zo twee vormen van onderzoek in onze bedrijfstak, de 'eigen research' van elk bedrijf afzonderlijk en de 'coöperatieve research' die het KIWA in opdracht van de VEWIN uitvoert. Beide vormen hebben hun specifieke voor- en nadelen (afb. 1).

De belangrijkste voordelen van de coöperatieve research zijn, dat deze vorm van research goedkoper is dan wanneer alle waterleidingbedrijven het onderzoek zelf uitvoeren, dat er minder kans op duplicering is en dat centrale know how en faciliteiten beschikbaar komen tegen relatief lage kosten per bedrijf.

Vanzelfsprekend is er ook een aantal nadelen. Zo heeft elk bedrijf afzonderlijk minder invloed op het onderzoekprogramma dan wanneer het onderzoek door het bedrijf zelf wordt uitgevoerd. Ook zijn de resultaten van het onderzoek minder rechtstreeks verkrijgbaar dan wanneer een bedrijf het onderzoek zelf heeft uitgevoerd en tenslotte is de band van de onderzoeker met de praktijk minder hecht dan wanneer het onderzoek in een waterleidingbedrijf wordt uitgevoerd.

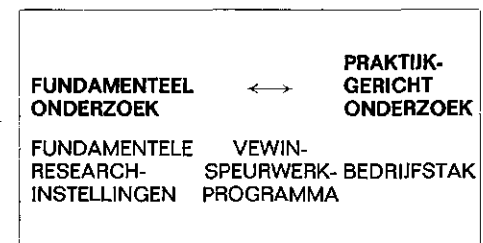
Gelukkig is er een groot aantal mogelijkheden om deze nadelen zo klein mogelijk te maken. Al deze mogelijkheden, waarvan dit colloquium er één is, komen er in wezen op neer, dat een centraal onderzoeksinstituut zo nauw mogelijk contact met zijn klanten — in ons geval dus de waterleidingbedrijven — moet houden en de resultaten van het onderzoek zo snel mogelijk naar hen moet doorspelen.

Afb. 2.



Het doel van dit colloquium is dan ook tweeledig (afb. 2). Enerzijds beoogt het de resultaten van het coöperatieve onderzoek naar de waterleidingbedrijven terug te koppelen, anderzijds willen wij het onderzoek zelf ter discussie stellen en hopen wij door uw kritiek of opmerkingen in staat te zijn het onderzoek beter af te stemmen op de behoeften zoals die in de praktijk bestaan.

In het voorgaande heb ik twee vormen van onderzoek in onze bedrijfstak zelf genoemd. Vanzelfsprekend houdt het onderzoek op het gebied van de watervoorziening en alles wat daarmee te maken heeft niet bij onze bedrijfstak op. Ook daarbuiten wordt onderzoek uitgevoerd waar wij met veel nut gebruik van kunnen maken. Met name speelt daarbij het onderzoek van universiteiten en meer fundamentele research-instituten een belangrijke rol. Houden wij met dit onderzoek rekening dan kan het gebied waarbinnen het coöperatieve onderzoek van de VEWIN het best tot zijn recht komt, nog nader begrensd worden (afb. 3).



Afb. 3.

Aan de ene kant ligt dan het op de praktijk gerichte onderzoek van de waterleidingbedrijven zelf, aan de andere kant het fundamentele onderzoek van universiteiten en researchinstellingen. Het coöperatieve onderzoek dat de VEWIN het KIWA opdraagt, dient hier een brugfunctie tussen te vervullen, met andere woorden het dient de beschikbare fundamentele kennis operationeel te maken voor toepassing bij de bedrijven. Voor deze 'vertaalfunctie' is een goed georganiseerde communicatiestructuur nodig, zowel van het KIWA naar de waterleidingbedrijven als van het KIWA naar de universiteiten. In de praktijk is gebleken, dat de tientallen KIWA-commissies en -werkgroepen die ter begeleiding van het speurwerk zijn opgericht, op dit gebied een belangrijke functie vervullen.

Na deze algemene inleiding nog enkele opmerkingen bij het onderzoek op het gebied van de methodenontwikkeling ten behoeve van waterkwaliteitsmeting, dat vandaag aan de orde is. Eerste vraag is vanzelfsprekend: waarom doen wij dit soort onderzoek? Eén van de

belangrijkste redenen is vaak dat de in de drinkwatersector in gebruik zijnde analyse-technieken onvoldoende inzicht geven in een bepaald kwaliteitsaspect van het water. Veelal gaat het hierbij om verontreinigingen van het water die vroeger ofwel niet aanwezig, ofwel niet bekend waren. Voor een aantal van deze gevallen zijn de benodigde analysetechnieken in de literatuur beschreven, voor andere gevallen zijn ze niet bekend, of zijn de beschikbare methoden minder geschikt. Deze geschiktheid voor toepassing in een waterleidinglaboratorium uit zich, afgezien van de van geval tot geval verschillende eisen met betrekking tot de juistheid en nauwkeurigheid van de methode in de additionele wens dat de analyse door de aanwezige medewerkers in een redelijke tijdsduur met behulp van betaalbare meet-apparatuur moet kunnen worden uitgevoerd. Of anders gezegd: geschikte analysemethoden voor waterleidinglaboratoria dienen betrouwbaar, eenvoudig, snel en betaalbaar te zijn.

Met name op het gebied van de organische microverontreinigingen is er een duidelijke discrepantie tussen de geschikte technieken, zoals geformuleerd en de beschikbare methoden, zoals gaschromatografie en massaspectrometrie, die tijdrovend en duur zijn, alsmede specialistische kennis en kostbare apparatuur vereisen. De vraag rijst overigens of datgene wat we met deze relatief kostbare technieken kunnen meten (namelijk het identificeren van vele honderden organische microverontreinigingen) wel overeenkomt met wat wij op dit gebied willen weten. Primair is immers voor onze bedrijfstak niet van belang wat de namen van de aanwezige organische microverontreinigingen zijn, maar wat de eigenschappen ervan zijn uit oogpunt van kwaliteit en uit oogpunt van verwijderbaarheid tijdens de zuivering. Daarbij dient in het oog gehouden te worden dat de eigenschappen van de afzonderlijke verontreinigingen elkaar kunnen versterken of kunnen tegenwerken.

In dit colloquium komen wat betreft organische microverontreinigingen twee kwaliteitsaspecten aan de orde, namelijk de toxiciteit en de assimileerbaarheid. De ongewenstheid van toxische verbindingen spreekt voor zich; de ongewenstheid van assimileerbare verbindingen komt voort uit het feit dat zij de groei en de activiteit van bacteriën bevorderen waardoor kwaliteitsverslechtering in het leidingnet kan optreden. Op het gebied van de toxiciteit is het spuurwerkprogramma van de VEWIN erop gericht, een beperkt aantal snelle biologische testmethoden te ontwikkelen, die gericht zijn op het gehele scala van toxische effecten. In de eerste lezing wordt hier nader op ingegaan.

Een belangrijk onderdeel van het onderzoek op microbiologisch gebied komt in de tweede lezing aan de orde. Het betreft de ontwikkeling van een methode waarmee op eenvoudige wijze de concentratie van assimileerbare verbindingen in water bepaald kan worden. Ook hier gaat het om een methode die niet gericht is op identificatie van de afzonderlijke uit dit oogpunt ongewenste verbindingen maar om een methode die een totaalbeeld geeft van de hoeveelheid assimileerbare organische microverontreinigingen.

Een belangrijk aspect waarover in de eerste twee lezingen geen informatie gegeven wordt is de verwijderbaarheid van de betrokken toxische of afbreekbare verbindingen tijdens de zuivering. Het is bepaald niet zo dat men om dit inzicht te krijgen alle aanwezige toxische of afbreekbare verbindingen afzonderlijk moet identificeren.

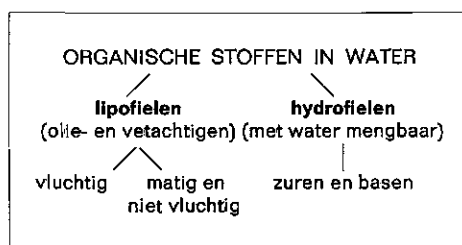
Wel dient men, zeker voor de toxische verbindingen, een globaal beeld te hebben van het fysisch-chemische karakter ervan, omdat het met name de fysisch-chemische zuiveringsprocessen zijn, waarin deze toxische verontreinigingen verwijderd kunnen worden. Inzicht in het fysisch-chemische karakter ervan kan men verkrijgen door een nadere rubricering of verkaveling van het totale organische pakket (afb. 4).

Bij deze rubricering wordt onderscheid gemaakt tussen lipofiele en hydrofiele verbindingen, tussen vluchtige en minder vluchtige verbindingen en tussen zuren en basen.

Uitgaande van deze indeling kunnen isolatie- en scheidingsmethoden ontwikkeld worden waardoor de verkaveling niet alleen op papier maar ook in de laboratoriumpraktijk gerealiseerd kan worden. In de derde lezing komt aan de orde hoe de stand van zaken momenteel is op het gebied van het onderzoek naar isolatie- en scheidingsmethoden.

De vierde lezing handelt over technieken waarmee een globaal beeld verkregen kan worden van het chemische karakter van de aanwezige organische microverontreinigingen. Hiervoor worden momenteel element-

Afb. 4.



KARAKTERISERING ORGANISCHE MICROVERONTREINIGINGEN

Van primair belang zijn:

- effect van de verontreiniging
- chemische aard van de verontreiniging
- fysische aard van de verontreiniging

Afb. 5.

analysemethoden ontwikkeld, die snel en relatief goedkoop aangeven wat de gehalten aan organochloor-, organozwavel-, organofosfor- en organostikstof-verbindingen in het water zijn.

Deze elementen zijn uit oogpunt van kwaliteit van belang omdat veel verbindingen waarin deze elementen voorkomen toxische eigenschappen hebben (P, N, Cl) dan wel problemen op het gebied van reuk en smaak geven (S).

Het onderzoek dat tot nu toe aan de orde is geweest, heeft tot doel een snelle en relatief goedkope karakterisering van het totale pakket organische microverontreinigingen mogelijk te maken. Dit is mogelijk door de aandacht in eerste instantie te beperken tot 3 hoofdzaken (afb. 5), namelijk wat is het effect van de aanwezige verontreinigingen uit oogpunt van kwaliteit, wat is het chemische karakter van de verbindingen en wat is de fysisch-chemische aard ervan. De naar voren gebrachte gedachte is dat met behulp van adequate isolatie- en scheidingstechnieken, aangevuld met snelle effectmetingen zoals bijv. de kort durende toxiciteitsmetingen en eenvoudige elementbepalingen, voldoende inzicht in samenstelling, aard en effect van dit totale pakket ontstaat om voor het merendeel der gevallen de verantwoordelijkheid voor de bereiding van deugdelijk drinkwater te kunnen dragen. De identificatie van individuele organische microverontreinigingen kan dan beperkt blijven tot bijzondere gevallen waarbij onverwacht hoge effecten of elementconcentraties gemeten worden. Er kunnen ook andere overwegingen zijn waarom het van belang is de individuele organische microverontreinigingen afzonderlijk zowel chemisch, als in sommige gevallen ook toxicologisch te karakteriseren.

De kennis op dit gebied heeft er in het verleden bijv. toe bijgedragen dat lozers van deze verontreinigingen opgespoord konden worden en maatregelen genomen konden worden om deze lozingen te beperken of te stoppen. Hoewel dit vanzelfsprekend een taak van de waterbeheerder en niet van de waterleidingbedrijven is, zijn de bedrijven bij uitstek belanghebbend, omdat alleen door het beperken van de lozingen de

Ontwikkeling van biologische methoden om de toxicologische kwaliteit van water te bepalen

Inleiding gehouden tijdens het op 28 november 1978 door KIWA en VWN georganiseerde colloquium over Methodenontwikkeling ten behoeve van waterkwaliteitsmeting.

oorzaak van deze kwaliteitsproblemen kan worden aangepakt.

Over methoden voor de bepaling van individuele organische verbindingen, die slechts als daar een duidelijke noodzaak toe bestaat, gebruikt zullen behoeven te worden en die zich ook minder lenen voor toepassing in de normale waterleidinglaboratoria, zal de volgende voordracht gaan.

De laatste lezing handelt over anorganische microverontreinigingen. De problematiek op dit gebied ligt duidelijk anders dan bij de organische microverontreinigingen. Het accent ligt hier veel meer op harmonisatie van bestaande analysemethoden en op de ontwikkeling van methoden voor slibgebonden zware metalen en van zware metalen in chemicaliën.



• vervolg van pagina 157

For the determination of organic phosphorus and sulphur an investigation is carried out in a system in which the organic phosphorus and sulphur can be measured simultaneously using a flame-photometerdetector.

For these groupparameter measurements methods a macro-injection system has been developed, making it possible to inject relative large volumes of sample (to 250 μ l).

H₂O (12) 1979, nr. 8; 174

U.D.C. 543.544.25:543.38

A. NOORDSIJ:

Macro-injection on capillary columns

The analysis, qualitative as well as quantitative, of individual compounds remains a necessity. Gaschromatography with capillary columns, eventually in combination with a mass-spectrometer, is the most adequate tool for the identification and quantification of organic compounds. A very important accessory in this analytical instrumentation is the injection system of the gaschromatograph.

A macro-injection-apparatus for capillary columns has been developed in the KIWA-laboratory. Quantities of 100 microliter and more can be injected on the capillar-gaschromatograph.

H₂O (12) 1979, nr. 8; 178

U.D.C. 543.312.063

W. VAN DE MEENT:

Inorganic micro-pollutants

A review is given of the activities which are engineered by KIWA in the field of inorganic micro-pollutants in relation to the drinking water supply.

In the light of an example (arsenic) information is given on which way a regulation of a circular research is compared with the criteria drafted by the Subgroup Inorganic Micropollutants of the RIWA.

On the analysis of heavy metals in chemicals has been entered into details. A method for the analysis of arsenic in chemicals has been described, as well as the application of anodic stripping voltammetry. Finally there has been entered into the problems of the suspended solids which are bound to heavy metals.

A review is given of the bondpercentages of heavy metals with suspended solids in the rivers such as 'Maas', 'Rijn', 'Amazonen' and 'Yukon'.

Vele oppervlaktewateren zijn tegenwoordig sterk vervuild. In verband hiermee staan in Nederland de Rijn en de Maas in het middelpunt van de belangstelling, omdat enerzijds deze rivieren de belangrijkste zoetwaterleveranciers zijn en anderzijds beide aanzienlijk vervuild zijn met — deels toxische — verontreinigingen.

Door de talloze lozingen van industrieel en huishoudelijk afvalwater en door andere oorzaken, die tot de verontreiniging bijdragen, is de samenstelling van het rivierwater zéér complex. Bovendien is deze



DR. C. L. M. POELS
KIWA NV

variabel als gevolg van het wisselende karakter van de lozingen, het variërend debiet en de klimatologische invloeden. Mede daardoor is het zeer moeilijk de toxicologische kwaliteit van oppervlaktewater te bepalen.

Ondanks de slechte kwaliteit van vele rivierwateren in Nederland zijn een aantal waterleidingbedrijven voornamelijk gedwongen dit water als grondstof voor de bereiding van drinkwater te gebruiken. Het is dan ook van groot belang, dat men in de bedrijfstak over methoden kan beschikken, waarmee de toxicologische kwaliteit van oppervlaktewater bepaald kan worden. Bij de ontwikkeling van deze methoden dient men er rekening mee te houden, dat één der belangrijkste doeleinden van deze wateren is, dat zij te allen tijde als grondstof voor de bereiding van drinkwater moeten kunnen dienen. Dit betekent, dat drinkwater, bereid uit deze oppervlaktewateren, niet schadelijk mag zijn voor de gezondheid van de mens.

Het verdient de voorkeur de toxicologische kwaliteit van oppervlaktewater vast te stellen door zoogdieren als proefdieren in te zetten. Met behulp van dergelijk onderzoek kunnen dan criteria geformuleerd worden met betrekking tot de geschiktheid van het oppervlaktewater als grondstof voor de bereiding van drinkwater. Helaas stuit dergelijk toxicologisch onderzoek met zoogdieren op grote technische problemen en is dit bovendien zeer kostbaar.

De KIWA-commissie Toxicologie Oppervlaktewater heeft dan ook besloten het toxicologisch onderzoek met vissen uit te voeren. Dit heeft een aantal belangrijke voordelen, zoals:

— vissen zijn door hun voortdurend verblijf in water zeer afhankelijk van de water-

kwaliteit, waardoor zij op lagere concentraties van toxische stoffen reageren dan zoogdieren [1, 2];

— de inwendige structurele organisatie van vissen vertoont veel overeenkomst met die van zoogdieren;

— zeer veel, bij zoogdieren gebruikelijke, toxicologische parameters kunnen ook bij vissen bepaald worden;

— toxicologisch onderzoek met vissen is goedkoper dan onderzoek met zoogdieren.

Een groep van aquatische toxicologen, onder leiding van Van Genderen, heeft enige jaren geleden in een advies aan de Europese Commissie gesteld, dat 'oppervlaktewater, waarin vis aanwezig is, die er zich normaal in voortplant', als gezond water beschouwd kan worden [3]. Bij deze opvatting sluit de stellingname van de WHO aan, die ervan uitgaat, dat 'water, dat voor vissen toxisch is, voor menselijke consumptie ongeschikt is' [4].

De Commissie Toxicologie Oppervlaktewater heeft beide visies samengevat en gesteld, dat oppervlaktewater, dat

— 'niet toxisch is voor vis en

— waarin vis zich normaal kan voortplanten'

uit kwalitatief oogpunt geschikt is voor de bereiding tot drinkwater voor menselijke consumptie.

Het toxicologisch onderzoek van het KIWA heeft zich de afgelopen jaren gericht op de beantwoording van de vraag of het Rijnwater uit de Lek aan deze kwaliteitseisen voldoet. Daarbij is gebruik gemaakt van twee verschillende typen langeduur onderzoeken met regenboogforellen:

1. Integraal toxicologisch onderzoek.

2. Langdurig embryo/larvaal onderzoek.

De kenmerken en resultaten van beide typen onderzoeken worden hieronder nader uiteengezet.

ad 1. Integraal toxicologisch onderzoek:

a. *principe*: het langdurig blootstellen van grote aantallen regenboogforellen aan Rijnwater en het vergelijken ervan met een groep forellen, die onder identieke omstandigheden verblijven in grondwater van drinkwaterkwaliteit;

b. *proefduur*: éénmaal 9 maanden en éénmaal 18 maanden;

c. *monsternamen*: elke 3 maanden;

d. *onderzoekparameters*: het betreft vele 10-tallen onderzoeksparameters, met als belangrijkste: groei, bloedwaarden, stofwisseling, histopathologie en accumulatie;

e. *resultaten*: Er werden bij vele onderzochte parameters afwijkingen geconsta-