opstellen van de monsters, voor voorbewerking en manipulatie voor een bepaalde analyse; hoeveel zuurkasten in een ruimte gewenst zijn en welk deel van vloer of tafel door apparatuur wordt ingenomen. Wanneer op deze wijze het 'bezet oppervlak' is bepaald, kan vervolgens het gewenste totaal, of bruto, oppervlak worden berekend door vermenigvuldiging met de factor 3.
Op deze wijze berekend, wordt de benodigde laboratoriumruimte een functie van de te gebruiken meetapparatuur.
Het totaal oppervlak van het gehele laboratorium wordt verkregen door de som van de kamer-oppervlakken, eerst ten behoeve van het nodig verkeer met de factor 1,25 te vermenigvuldigen en daarna te vermeerderen met algemene ruimtes voor opslag van gassen, chemicaliën, glaswerk, voor archief en bibliotheek, voor EHBO en voor natuurlijk de nodige kantoorruimtes. Het totaal tenslotte wordt voor het onderbrengen van de bouwconstructies met de factor 1,12 vermenigvuldigd. Eén strekkende meter laboratoriumtafel, breed 0,80 meter, leidt op deze wijze tot ongeveer 4,5 m^2 bruto laboratoriumoppervlak.

Tenslotte
Vrijwel alle betrokkenen, zowel van het laboratorium als van de bouwkundige afdeling van Gemeentewaterleidingen als de architect, die bij de totstandkoming van het nieuwe laboratorium betrokken waren, hadden geen ervaring in laboratoriumbouw. Door het creëren van een groot aantal ruimtes, alle verschillend door de behoefte aan ruimte, ontstond een gigantische puzzel die tot ieders tevredenheid moest worden opgelost. In het kader van bezuiningingsmaatregelen moest bovendien 20% van het gevraagde oppervlak worden ingeleverd. We kunnen ons nu afvragen of de opzet is geslaagd. Als antwoord hierop kunnen we stellen dat dit zeker het geval is, alhoewel enkele ruimtes nu al aan de krappe kant blijken te zijn uitgevallen. Merkwaardigerwijs liggen deze punten geheel aan het begin van het onderzoek en geheel aan het eind, namelijk in de spoelkeuken, die zeker tweemaal zo groot had mogen zijn en bij het onderzoek naar organische microverontreinigingen. Hier zou zeker 25% meer ruimte gewenst zijn. Voor het overige echter zijn de medewerkers bijzonder tevreden over het werken in het nieuwe Centrale laboratorium van Gemeentewaterleidingen.

• • •

Drinkwaterbereiding en wateranalyse

Inleiding
Op alle punten van ruw-waterwinning, voorraadvorming, zuivering met de vrijkomende reststoffen, transport en distributie met de benodigde materialen lijken de ontwikkelingen in een éénparig versnelde beweging terecht te zijn gekomen.

Ter gelegenheid van de ingebruikname van het nieuwe analytische laboratorium en kantoorgebouw op het produktiebedrijf



E. A. M. VAN SOEST
Gemeentewaterleidingen
Amsterdam



DR. IR. A. GRAVELAND
Gemeentewaterleidingen
Amsterdam

Leiduin van Gemeentewaterleidingen is het goed de samenhang tussen drinkwaterbereiding en wateranalyse in toekomstperspectief te bezien.

In deze bijdrage zal een inventarisatie worden gemaakt van alle chemische verbindingen en (micro)biologische organismen, die op dit moment nog niet bekend zijn, maar wel in de orderportefeuille van de laboratoria voor de toekomst dienen te zijn opgenomen.

Vanwege de huidige lacune in kennis op de genoemde gebieden zal voorlopig met hypothesen moeten worden gewerkt bij het ontwikkelen van nieuwe zuiveringssystemen.

Verontreinigingen in ruw grond- en oppervlaktewater
Alle verontreinigingen die in ruw grond-en oppervlaktewater voorkomen, kunnen worden verdeeld in de volgende zeven groepen:
1. zwevende stoffen;
2. anorganische kationen;
3. anorganische anionen;
4. zware metalen;
5. organische stoffen:
- reuk-, kleur- en smaakstoffen,
- nutriënten (DOC/AOC),
- toxische stoffen:
• gehalogeneerde koolwaterstoffen,
• pesticiden,
• oplosmiddelen
• enzovoort
- inhibitoren tegen corrosie en/of scaling

Samenvatting
Zowel ter bescherming van de volksgezondheid als ook van het milieu is een goed 'bemensd' en geëquipeerd laboratorium onontbeerlijk. Dit geldt niet alleen voor de uitvoering van de bekende analyses, maar ook voor de ontwikkeling van nieuwe, noodzakelijke, analyse-methoden.
De orderportefeuille voor de waterleidinglaboratoria inzake de ontwikkeling van nieuwe isolatie- en analyse-methoden betreft in de eerste plaats de organische stoffen; vooral de polaire, op kool niet adsorbeerbare (bijvoorbeeld NAOX). Verder microbiologisch:
- bacteriën;
- virussen;
- cysten.
Vervolgens dient een laboratorium te zijn uitgerust voor de meting van α-, β- en γ-straling.
Tenslotte moet er een toenemende aandacht komen voor de analyse van de afvalstromen, die vrijkomen bij de drinkwaterbereiding. Dan pas wordt gewerkt aan 'duurzaamheid'.

6. (micro)biologische organismen:
- algen
- hogere organismen
- bacteriën
- virussen
- cysten
7. radio-actieve isotopen.

Verschillende verontreinigingen kunnen soms in twee of meer groepen worden ondergebracht, bijvoorbeeld in groep 2, 3 en 7.

Zwevende stoffen
In groep één kunnen oneindig veel stoffen voorkomen. In het algemeen zullen zij goed kunnen worden verwijderd in een aantal bekende processen, zoals:
- microzeven;
- coagulatie;
- snelfiltratie;
- ultrafiltratie;
- microfiltratie;
- langzame zandfiltratie.

Voor de drinkwatervoorziening behoeven zij daarom niet echt een probleem te vormen.
Wel kan dit het geval zijn uit het oogpunt van ecologische belasting als afvalstof.

Om afvalstoffen een nuttige bestemming te kunnen geven, zullen de afzonderlijke samengestelde stoffen analytisch bekend dienen te zijn. Dan pas kan worden nagegaan of afvalstoffen door hun rest-

waarde reststoffen mogen worden genoemd.

Anorganische kat- en anionen en zware metalen

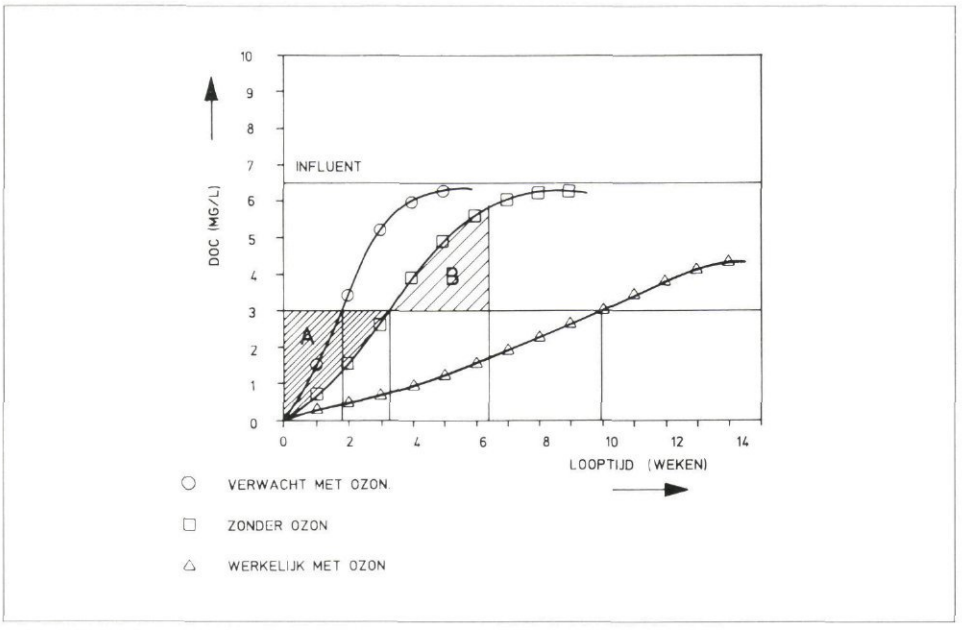
Analytisch vormen de normaal voorkomende anorganische kat- en anionen en zware metalen geen echt probleem meer, evenmin als hun verwijdering. Een aantal processen staan hiervoor ter beschikking, zoals:
- coagulatie;
- snelfiltratie, mechanisch en biologisch;
- ontharding;
- ontzouting met behulp van nanofiltratie en hyperfiltratie;
- (bipolaire) elektro-dialyse;
- multiflash verdamping.

Organische stoffen

Het aantal voorkomende verschillende organische stoffen moet op 5.000 tot 10.000 worden geschat. Hiervan kan analytisch het totale (TOC) en opgeloste organische koolstof-gehalte (DOC) worden bepaald.
Als afzonderlijke stoffen kan slechts circa 5% worden geanalyseerd.
De aard en de hoeveelheid van de verschillende organische stoffen vertonen een grote verscheidenheid.
Organische stoffen kunnen om organoleptische redenen, zoals reuk, kleur en smaak ongewenst zijn.
Verder kunnen zij naast fosfor- en stikstofverbindingen als voedingsstoffen, nutriënten, (micro)biologische groei (groep 6) veroorzaken. Deze groep moet worden bestreden met een desinfectie, bijvoorbeeld met chloor of chloorbleekloog. Hierdoor zouden vervolgens grote hoeveelheden gechloreerde of in het algemeen gehalogeneerde koolwaterstoffen worden geproduceerd.
Het is daarom beter op preventieve wijze deze organische stoffen als nutriënten te verwijderen.
Tenslotte kunnen organische stoffen toxisch, mutageen, carcinogeen of teratogeen zijn zoals gehalogeneerde koolwaterstoffen, pesticiden en oplosmiddelen. Ook deze stoffen moeten worden verwijderd.
Voor de verwijdering van genoemde groepen van opgeloste organische stoffen staan weer een aantal processen ter beschikking, zoals: oxydatie, adsorptie, biodegradatie, nanofiltratie en hyperfiltratie. Hiervan hebben sommige processen ongewenste neveneffecten, zoals onvolledige verwijdering of ongewenste bijprodukten.

Tenslotte zij nog vermeld dat organische stoffen, zoals humus- of fulvinezuren uit het oogpunt van volksgezondheid niet schadelijk hoeven te zijn en een positief effect opleveren als inhibitor tegen corrosie van gietijzeren leidingen en tegen scaling in verwarmingsapparatuur. Aan de verwijdering van deze organische stoffen bestaat geen behoefte.
Van alle organische stoffen zullen derhalve dienen te worden verwijderd:
- de reuk-, kleur- en smaakstoffen;
- de nutriënten, die ook biodegradabel zijn;
- de toxische stoffen, zonder ongewenste bijverschijnselen.

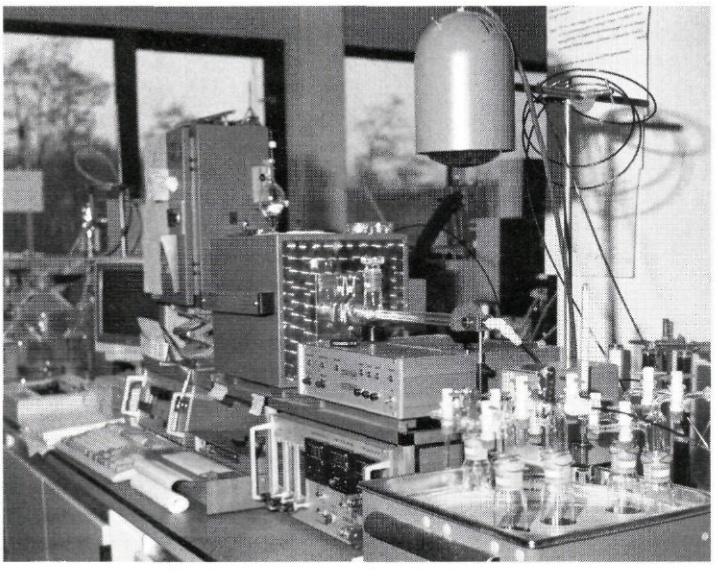
Na veel onderzoek is bij Gemeentewaterleidingen gekozen voor de combinatie van ozonisatie en actieve-koolfiltratie voor de verwijdering van genoemde groepen van organische stoffen.



Afb. 1 - Het verloop van de DOC-waarde vóór (Influent) en ná koolfiltratie met en zonder voorafgaande ozonisatie (T_3 = 30 minuten). Weesperkarspel.

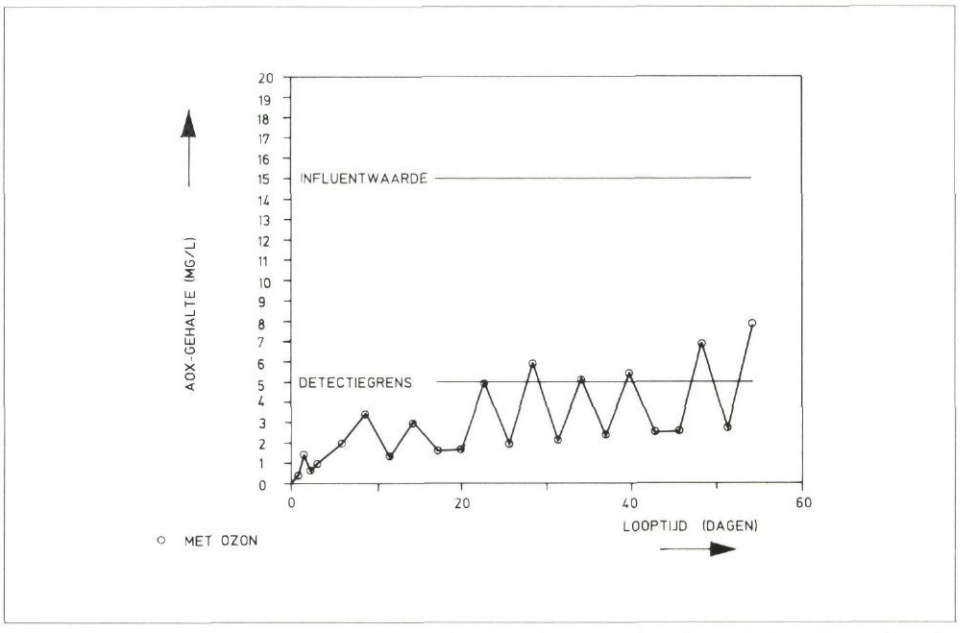
Zoals uit afb. 1 volgt, slaat het DOC-front vrij snel (na 3-6 weken) door als geen ozonisatie vooraf plaatsvindt.
Eveneens kan worden opgemerkt dat door de adsorptie op de actieve kool gedurende de eerste weken de DOC-waarde voor 95-98% wordt verlaagd. Dit betekent dat van de totale hoeveelheid organische stoffen maar een zeer klein deel zó polair is, dat zij niet op actieve kool worden geadsorbeerd, maar bij voorkeur in water opgelost blijven.
Analytisch is nodig te weten welke stoffen, mogelijk organische micro's tot de 2-5% behoren, die wel door het actieve-koolfilter lopen.

Bij een voorafgaande ozonisatie (2,5 mg O_3/l) zou men verwachten, dat



Geavanceerde apparatuur.

meer polaire stoffen worden gevormd, die eerder door het koolfilter lopen, zoals in afb. 1 is aangegeven. Het blijkt echter dat met voorafgaande ozonisatie de DOC-waarde veel langzamer stijgt en op een relatief laag niveau blijft.
Door de voorafgaande ozonisatie wordt zoveel AOC geproduceerd, dat na de adsorptie de biodegradatie snel op gang komt en dominant is.
Om tot de gewenste DOC-waarde van 3 mg/l te komen wordt de looptijd verlengd van circa zes tot vijftig weken, door filters na elkaar op te starten gedurende de te verwachten looptijd.
Op deze wijze worden de filtraten van de eerst gestarte filters gemengd met die van de laatst gestarte filters.



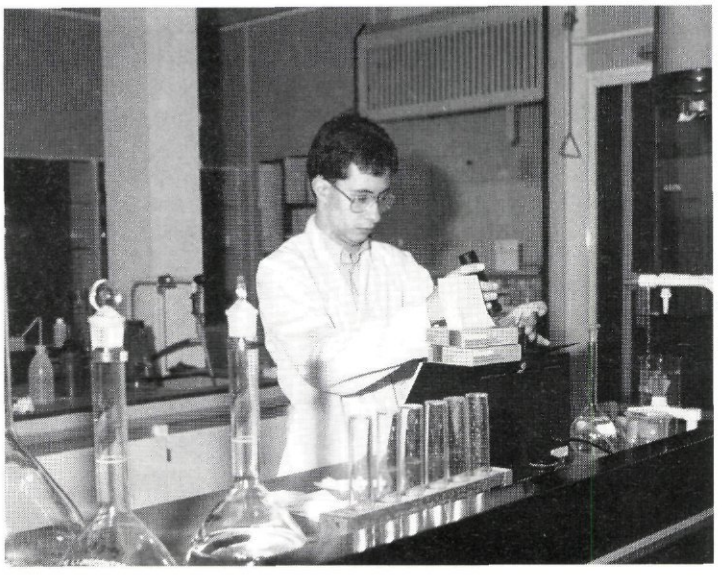
Afb. 2 - Het verloop van het AOX-gehalte vóór en ná koolfiltratie met voorafgaande ozonisatie en Weesperkarspel.

Bij de achter elkaar volgende processen van ozonisatie en koolfiltratie kunnen worden onderscheiden:
- een oxydatie;
- een adsorptie;
- een biodegradatie.

De oxydatie dient zo 'zacht' te zijn dat geen bromaat (BRO_3^-) wordt gevormd, maar wel voldoende AOC om een sterke biodegradatie te bevorderen.
De biodegradatie dient zo ver voort te schrijden, dat ná koolfiltratie het AOC-gehalte een waarde heeft van 10 μg/l of lager, om zonder desinfectie een biologisch stabiele waterkwaliteit tijdens distributie te verkrijgen en het DOC-gehalte een waarde van 3 mg/l om voldoende bescherming tegen ijzercorrosie en/of scaling te houden.

De hypothesen, die aan het beschreven proces van ozonisatie en koolfiltratie ten grondslag liggen, zijn de volgende:
1. vooral de kleine, toxische, organische stoffen zijn oxydabel en biodegradabel;
2. het aantal ongewenste metabolieten is zeer beperkt;
3. een aantal grote humus- en fulvinezuren zijn minder of niet oxydabel of biodegradabel.

Mocht bij voortgaande ontwikkeling op het gebied van isolatie en chemische analyse ongewenste stoffen in het gezichtsveld komen, dan kan meteen de vrijheidsgraden van elk van de drie processen: oxydatie, adsorptie en biodegradatie, worden geoptimaliseerd.
Tot op dit moment kan naar de stand van kennis aan de gestelde eisen van AOX = 5 μg/l, pesticiden = 0,1 μg/l (totaal 0,5 μg/l) worden voldaan, zoals bijvoorbeeld is aangegeven in afb. 2.



Met behulp van GCMS moet verder worden gevolgd welke pieken in de diagrammen als gevolg van ozonisatie ontstaan en tijdens koolfiltratie en/of langzame zandfiltratie weer verdwijnen en welke eventueel resteren.

(Micro)biologische organismen
Voor de (micro)biologische organismen algen en hogere organismen zijn de isolatie- en analyse-methoden redelijk ontwikkeld.
Dit is in mindere mate het geval voor de bepaling van bacteriën en virussen en nog minder met die van cysten.
Ook hier is nog veel ontwikkelingswerk nodig.
Voor de verwijdering van (micro)-biologische organismen is een aantal processen beschikbaar, zoals: coagulatie, snelfiltratie, langzame zandfiltratie, ultra-, micro-, nano en hyperfiltratie en desinfectie.

Radio-actieve isotopen
Voor de bepaling van radio-actieve isotopen zijn de analyse-methoden redelijk vergaand ontwikkeld in apparatuur die op de markt verkrijgbaar is.
Alle laboratoria zijn echter nog niet uitgerust met apparatuur om α-, β- en γ-metingen uit te voeren.
Radio-actieve isotopen gedragen zich chemisch zoals de andere niet-radio-actieve isotopen met hetzelfde aantal potronen. Zij kunnen worden verwijderd met dezelfde processen zoals die voorgaand zijn beschreven voor de desbetreffende elementen.

● ● ●