

DR. C. O. SCHAEFFER  
Inspecteur Volksgezondheid i.a.d.

## Kwaliteitswensen voor drinkwater

### Eisen en wensen

Streefwaarden voor de kwaliteit van leidingwater zijn in sommige landen geformuleerd als aanvulling op meer of minder officiële minimum eisen. Dit is bijvoorbeeld het geval in ons land, waar de VEWIN in de aan het Waterleidingbesluit toegevoegde Aanbevelingen [1] niet alleen aanvaardbare waarden voor kwaliteitsparameters heeft vastgesteld, maar ook nog een stringenter criterium vermeldt, waaraan „bij voorkeur” dient te worden voldaan. Zo luidt paragraaf a. 1.2.10:

„Het ijzergehalte behoort kleiner te zijn dan 0,1 mg/l en bij voorkeur kleiner dan 0,05 mg/l”. Hier is derhalve sprake van de *eis* van minder dan 0,1 mg/l en de *wens* van minder dan 0,05 mg/l.

In de Verenigde Staten waar de Drinking Water Standards, die de US Public Health Service in 1914 opstelde voor de watervoorziening in zgn. „interstate carriers”,

vrijwel algemeen als normen zijn aanvaard, hebben enkele grote bedrijven reeds lang geleden eigen kwaliteits-eisen geformuleerd, welke veel strenger waren dan die van de Public Health Service. Zo aanvaardde de USPHS destijds een maximum waarde van 10 Jackson eenheden voor de in drinkwater aanwezige troebeling, terwijl Chicago deze grens toen reeds bij 0,1 eenheid legde.

Men zou in dit verband kunnen zeggen dat de USPHS genoeg neemt met een drinkwater dat geen voor de gezondheid nadelige bestanddelen bevat, terwijl de bedrijven zich positiever opstellen door te streven naar de produktie van een leidingwater dat niet alleen onschadelijk is voor de gezondheid maar bovendien ook helder, smakeloos, kleurloos, niet agressief en niet te hard dient te zijn.

De overheid kan in het algemeen slechts het strikt nodige

voorschrijven; zij moet derhalve verlangen dat alles wordt gedaan wat in het belang van de volksgezondheid noodzakelijk moet worden geacht. Wanneer aan deze eisen is voldaan en de hygiënische betrouwbaarheid van het produkt derhalve is verzekerd, ligt het minder op haar weg nu ook nog wensen te formuleren, die weliswaar tot een verder polijsten van het water zullen leiden, maar in beginsel slechts beperkte bijdragen tot een verhoging van de hygiënische betrouwbaarheid leveren. Door de overheid gehanteerde beleidsnormen dragen dus het karakter van minimum voorwaarden. Als zodanig hebben ze het bezwaar, dat ze de middelmatigheid bevorderen: wanneer men ze als richtsnoer bezigt en een leidingwater produceert dat nog maar juist aan deze beleidsnormen voldoet, zal het produkt van een *aanvaardbare*, maar nog verre van *goede* kwaliteit zijn.

Het is daarom gewenst dat behalve beleidsnormen voor aanvaardbaar water ook parameters worden vastgesteld die de hoedanigheid van goed leidingwater beschrijven. Naast *eisen* dienen ook *wensen* te worden geformuleerd. Deze laatste zijn bedoeld als een prikkel tot een verdere opvoering van de waterkwaliteit en ze dienen daarom hoog te worden gesteld. Dat waarschijnlijk niet alle bedrijven ten volle aan dergelijke wensen kunnen voldoen is niet bezwaarlijk, want het zijn *streefwaarden*, die een min of meer ideaal karakter dragen.

Zich baserend op deze gedachte besloot de American Water Works Association op de jaarvergadering van 1965 tot instelling van een Committee on Water Quality Goals, dat opdracht kreeg voor een zo groot mogelijk aantal kwaliteitsparameters waarden vast te stellen, die kenmerkend kunnen worden geacht voor een leidingwater van goede kwaliteit. Het rapport van deze commissie met een aantal „quality goals” of „ideale kwaliteitseisen”, is in 1968 gepubliceerd in de vorm van een verklaring van de Board of Directors van de AWWA [2]. Het met deze verklaring overgelegde verlanglijstje is weergegeven in tabel I. De laatste kolom van deze tabel bevat ter vergelijking de grenswaarden voorkomende in de USPHS Drinking Water Standards, 1962 [3]. Opgemerkt dient te worden, dat de vermelde gegevens over bestrijdingsmiddelen niet in de uitgave van 1962 voorkomen. Ze zullen in de binnenkort verschijnende nieuwe herziene editie worden opgenomen, maar zijn inmiddels reeds elders gepubliceerd [4 en 5].

Uit de in de tabel vermelde cijfers blijkt, dat de Goals veel verder gaan dan de Standards, er is een duidelijk verschil tussen wensen en eisen ten aanzien van de opgesomde kwaliteitsparameters.

Opvallend is dat de Goals geen grenzen aangeven voor toxische factoren. De reden daarvan is dat het formuleren van wensen ten aanzien van de concentraties van voor de gezondheid nadelige substanties naar het oordeel van de Amerikaanse commissie een taak is voor hygiënisten en niet voor drinkwatertechnologen. Voor deze stoffen accepteert zij derhalve de grenswaarden zoals die zijn aangegeven in de USPHS Drinking Water Standards. De grenzen voor deze toxicologische of xenobiotische bestanddelen (Gr. *xenos* = vreemd; *bios* = leven) zijn zuiver wetenschappelijk gefundeerd, de beleidsnormen of eisen zijn in dit geval identiek met de ideale normen of wensen. Er is hier dus een duidelijk verschil met lucht — en ook met oppervlaktewater — waar in het algemeen onderscheid wordt gemaakt tussen ideale normen (goals, criteria, guidelines) en beleidsnormen (standards) [6 en 7].

TABEL I - AWWA Drinking Water Goals en USPHS Drinking Water Standards

	Goals (Wensen)	Standards (Eisen)
<i>Fysische factoren</i>		
Troebling	< 0,1 Jackson eenheid	≤ 5 Jackson eenheden
Zwevende stof	< 0,1 mg/l	—
Macroscopische en andere hinderlijke organismen	afwezig	—
Kleur	< 3 eenheden	≤ 15 eenheden
Reuk	afwezig	≤ 3 eenheden
Smaak	niet onaangenaam	—
<i>Chemische factoren</i>		
Aluminium	< 0,05 mg/l	—
IJzer	< 0,05 mg/l	≤ 0,3 mg/l
Mangaan	< 0,01 mg/l	≤ 0,05 mg/l
Koper	< 0,2 mg/l	≤ 1 mg/l
Zink	< 1,0 mg/l	≤ 5 mg/l
Droogrest van het gefiltreerde water	< 200 mg/l	≤ 500 mg/l
Kool-chloroformextract	< 0,04 mg/l	≤ 0,2 mg/l
Kool-alcoholextract	< 0,10 mg/l	—
Anion-actieve detergenten (methyleneblau active substances)	< 0,2 mg/l	≤ 0,5 mg/l
<i>Bacteriologische factoren</i>		
Colibacteriën	afwezig	—
<i>Radiologische factoren</i>		
Totale Beta activiteit	< 100 pc/l	—
<i>Toxische factoren</i>		
Arsen	—	≤ 0,05 mg/l
Barium	—	≤ 1,0 mg/l
Borium	—	≤ 1,0 mg/l
Cadmium	—	≤ 0,01 mg/l
Chroom (6-waardig)	—	≤ 0,05 mg/l
Lood	—	≤ 0,05 mg/l
Seleen	—	≤ 0,01 mg/l
Uraan	—	≤ 5 mg/l
Zilver	—	≤ 0,05 mg/l
Nitraat	—	≤ 45 mg/l
Fluoride	—	≤ 1,0 mg/l
Cyanide	—	≤ 0,2 mg/l
Phenolen	—	≤ 0,001 mg/l
<i>Bestrijdingsmiddelen:</i>		
Aldrin	—	≤ 17 µg/l
Chloordaan	—	≤ 3 µg/l
DDT	—	≤ 42 µg/l
Dieldrin	—	≤ 17 µg/l
Endrin	—	≤ 1 µg/l
Heptachloor	—	≤ 18 µg/l
Heptachloor epoxide	—	≤ 18 µg/l
Lindaan	—	≤ 56 µg/l
Methoxychloor	—	≤ 35 µg/l
Organische fosfaten en carbamaten	—	≤ 100 µg/l
Toxapheen	—	≤ 5 µg/l
2, 4-D ; 2, 4, 5-T en 2, 4, 5-TP	—	≤ 100 µg/l
<i>Stabiliteitsfactoren</i>		
Eigenschappen die een indruk geven van het agressief vermogen en de neiging tot vorming van afzettingen worden in de Goals vermeld. Gegevens daaromtrent ontbreken in de Standards. De Goals maken gewag van:		
Hardheid	80-100 mg/l (als CaCO <sub>3</sub> ) d.i. 1,6-2,0 meq/l	
Alkaliteit	Verandering kleiner dan 1 mg/l (als CaCO <sub>3</sub> ), d.i. 2 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l, in het distributienet, of na 12 uur staan in een plastic fles bij 130 °F (55 °C) gevolgd door filtratie.	
Proefplaatjes (90 days coupon test)	Gewichtsverlies van verzinkt ijzer < 5 mg/cm <sup>2</sup> . Gewichtstoename van roestbestendig staal < 0,05 mg/cm <sup>2</sup> .	

## Ideale en beleidsnormen voor lucht en voor water

Zowel voor lucht als voor oppervlaktewater, grondwater en drinkwater zijn de „standards” de beleidsnormen, die direkt of binnen afzienbare tijd gerealiseerd kunnen worden, terwijl de ideale normen (goals of criteria) een toestand beschrijven die men op den duur zo dicht mogelijk wil benaderen.

Zoals reeds werd opgemerkt vallen echter bij het drinkwater de beleidsnormen voor toxicologische bestanddelen samen met de ideale normen. Een en ander houdt verband met de bijzondere positie van het door een centrale voorziening geleverde drinkwater. Terwijl lucht, oppervlaktewater en grondwater deel uitmaken van het macromilieu, geldt dit voor het drinkwater slechts in die gevallen waar men het water op primitieve wijze rechtstreeks betreft uit rivieren, meren of natuurlijke bronnen en het zonder verdere behandeling consumeert. Zodra men echter overgaat tot een meer geperfectioneerde vorm van drinkwaterwinning en -distributie, verandert deze situatie aanmerkelijk. Door captering wordt het drinkwater dan beschermd tegen verdere verontreiniging uit de omgeving, terwijl reeds in het ruwe water aanwezige ongewenste bestanddelen door zuivering worden geëlimineerd. Een dergelijk drinkwater behoort niet meer tot het open systeem van het macromilieu. Door een centrale drinkwatervoorziening wordt het aan dit milieu onttrokken en, na eventuele reiniging, gedistribueerd in een gesloten stelsel dat het beschermt tegen nieuwe besmetting. Aangezien slechts een zeer gering percentage van dit gedistribueerde water wordt gedronken, is de benaming *leidingwater* hier meer op zijn plaats dan de term drinkwater. Leidingwater is een meestal gezuiverd natuurprodukt dat in een hygiënisch verpakte vorm wordt verstrekt en waaraan men reeds lang vóór de popularisatie van het begrip „milieuhygiëne” hoge eisen heeft gesteld. Natuurlijk is het bekend dat het „gesloten en beheerste” stelsel van een vele honderden kilometers lang distributienet zijn problemen heeft op het gebied van lekkages, wanverbanden, aangesloten toestellen en oude toepassingen van minder deugdelijke materialen (lood!), maar dit alles neemt niet weg, dat de beheerder van een drinkwaterleiding in een aanmerkelijk gunstiger positie verkeert dan zijn collega's die in dichtbevolkte industriegebieden verantwoordelijk zijn voor de kwaliteit van de lucht en van het oppervlaktewater. Niet alleen toch zijn deze beide laatste media zeer onvolkomen beschermd tegen verontreinigingen, maar ze zijn er zelfs toe bestemd deze op te nemen. Elke samenleving produceert nu eenmaal afvalgassen en afvalwater die in al dan niet behandelde toestand worden toevertrouwd aan het milieu, d.w.z. worden afgevoerd naar de atmosfeer en het oppervlaktewater of zelfs naar het grondwater.

Bij de opstelling van beleidsnormen voor de kwaliteit van deze voortdurend met afvalstoffen belaste media moet daarom steeds de vraag worden gesteld wat nog *kan* worden toegestaan, terwijl men voor het leidingwater in het distributiesysteem van een centrale voorziening, een veel grotere vrijheid heeft om te beslissen wat men *wenst* toe te staan. Bij de formulering van deze wensen zullen economische motieven zeker een rol spelen, maar t.a.v. de beheersing van de leidingwaterkwaliteit zijn de hygiënische motieven wel zo sterk, dat de afwezigheid van substanties in voor de gezondheid nadelige concentraties, in de gehele drinkwaterwereld als een gebiedende *eis* en niet als een *wens* wordt gezien. Voor

de gezondheid *veilig* leidingwater behoort in alle beoordelingsschema's tot de fundamentele beleidsnormen of eisen. Leidingwater is slechts aanvaardbaar wanneer het geen bestanddelen bevat die nadelig zijn voor de gezondheid.

## Kenmerken van goed leidingwater

Aanvaardbaar leidingwater is een eis, *goed* drinkwater daarentegen een wens. De vraag is natuurlijk wat men onder goed drinkwater heeft te verstaan. Legt men dit probleem voor aan een aantal willekeurige personen dan krijgt men doorgaans ten antwoord dat goed drinkwater *zuiver* dient te zijn. Hoe is het echter met deze zuiverheid gesteld?

Een chemicus zal geneigd zijn elk in de natuur voorkomend water als onzuiver te beschouwen omdat het tenminste een vijftal — en meestal enkele tientallen — vreemde bestanddelen bevat. Brengt men echter onder zijn aandacht dat slechts één Nederlands pompstation water levert met iets meer dan 1000 mg opgeloste stoffen per liter, zodat bijna al het in ons land gedistribueerde leidingwater voor meer dan 99,9 % uit chemisch zuiver water bestaat, dan zal hij onmiddellijk toegeven dat dit een opmerkelijke prestatie is voor een zo massaal geproduceerd „general purpose” materiaal. Bedenkt men echter weer dat sterk vervuild rioolwater veelal niet meer dan 2000 mg/l opgeloste stoffen bevat en dus voor 99,8 % „zuiver” genoemd kan worden dan is het duidelijk dat dergelijke kwantitatieve beschouwingen ons weinig verder brengen.

Meer succesvol is een kwalitatieve benadering van het vraagstuk. Daarbij blijkt al spoedig dat de gebruiker het leidingwater zuiver noemt wanneer het zich leent voor het doel waarvoor hij het heeft bestemd. Bestanddelen, welke bij die speciale toepassing hinderlijk zijn, worden als verontreinigingen beschouwd. Sommige van die verontreinigingen, zoals bijvoorbeeld het calciumgehalte, zijn van een bijkans universele ongewenstheid, al moet in dat verband worden opgemerkt dat een zekere hardheid in de meeste gevallen noodzakelijk is voor het behoud van het leidingnet en derhalve een garantie biedt voor een betrouwbare distributie. De meeste andere stoffen, die in water kunnen voorkomen, zijn echter slechts nadelig voor bepaalde toepassingen. Zo zijn bijvoorbeeld faecale microben, een ijzergehalte en de aanwezigheid van stoffen die water een duidelijke smaak, geur of kleur verlenen, bijzonder schadelijk wanneer dit water voor huishoudelijk gebruik moet worden gebezigd, terwijl ze weinig of geen problemen opleveren voor de afnemer, die voedingswater voor een hoge druk ketel wil bereiden. Een veel bedenkelijker verontreiniging kan in dit laatste geval een zeker silicaat-gehalte zijn, een parameter die bij huishoudelijk gebruik juist van zeer geringe betekenis is.

Denkt men aan het grote aantal zeer verschillende toepassingen van leidingwater dan is de kans groot dat men elke in water opgeloste stof in beginsel als een verontreiniging moet beschouwen. Men komt dan tot dezelfde opvatting als de puristische chemicus die elk water waarover wij in het dagelijks leven kunnen beschikken, verontreinigd zou willen noemen.

In werkelijkheid is de situatie echter enigszins gunstiger. Zo wordt maar uiterst zelden bezwaar gemaakt tegen de stikstof die is opgelost in water dat aan de lucht

wordt bewaard, en evenzo zijn enkele tientallen milligrammen zouten per liter niet storend voor de meeste vormen van watergebruik.

Sommige van deze verontreinigingen hebben zelfs een bepaalde functie en zijn als zodanig in een bepaalde concentratie onmisbaar. De bekendste voorbeelden daarvan vormen het reeds genoemde calcium, met het bicarbonaat en de zuurstof die, wanneer ze in optimale concentraties aanwezig zijn, het water niet-agressief maken ten opzichte van de in het distributiesysteem verwerkte materialen, zoals ijzer, cement en koper.

In dit verband wordt wel eens de vraag gesteld of ook een zeker zoutgehalte van drinkwater uit fysiologisch oogpunt niet wenselijk zou zijn. Men denkt dan aan de zware beschadiging van dierlijke cellen bij een verblijf in zoutvrij of zoutarm water.

Uit een dergelijke hypotonische vloeistof absorberen deze cellen door osmose zoveel water dat ze opzwellen en tenslotte barsten. In een isotonische oplossing, waarvan het zoutgehalte gelijk is aan dat van de levende cel, treden dergelijke verschijnselen niet op, maar een dergelijke vloeistof bevat niet minder dan 0,9 % of 9000 mg/l zout. Waar het zoutgehalte van de meeste drinkwatersoorten tussen 100 en 600 mg/l ligt en slechts bij hoge uitzondering meer dan 1000 mg/l bedraagt, maakt het voor gevoelige cellen weinig verschil of ze in zoutvrij gedistilleerd water dan wel in zoutarm drinkwater worden ondergedompeld. Dat drinkwater onze lichaamscellen desondanks niet beschadigt, is een gevolg van het feit dat ze er niet rechtstreeks mede in aanraking komen. Het water bereikt ze pas nadat het is opgenomen in de lymfe en het bloedplasma, die beide door de werking van nieren en andere organen isotoon met de weefselcellen worden gehouden. Direct contact met het drinkwater heeft slechts het weefsel in de wand van het spijsverteringskanaal, dat uitstekend bestand is tegen osmotische drukverschillen. Dank zij de eigenschappen van deze darmwand en de daarachter liggende buffer van bloed en lymfe, kunnen we onze dorst ongestraft met zoutarm en zelfs met geheel zoutvrij water lessen. Het verhaal van de vermeende giftigheid voor de mens van zoutvrij gedistilleerd water, is dan ook een fabeltje.

In dit verband moge er aan worden herinnerd dat de aanvoer met het drinkwater van de voor het leven noodzakelijke zouten van zeer ondergeschikte betekenis is en vrijwel kan worden verwaarloosd ten opzichte van de zouttoevoer door de rest van het voedselpakket. Zo neemt een volwassen man dagelijks omstreeks 10 gram keukenzout op. Gebruikt hij daarbij 2,5 liter drinkwater met 100 mg Cl/l, dan levert dit water niet meer dan 0,4 gram keukenzout, of slechts 4 % van de totale toevoer.

Evenzo wordt de dagelijkse behoefte aan calcium op ongeveer 1 gram geraamd. Bij opname van 2,5 liter water met een hardheid van 5 meq./l (14 D°) wordt met dit water 0,25 gram calcium of slechts 25 % van de totale behoefte toegevoerd. In het algemeen levert het drinkwater niet meer dan 10 % van de hoeveelheid calcium die met het totale voedselpakket wordt opgenomen.

Deze cijfers demonstreren, dat het drinkwater in hoofdzaak het voor het leven onmisbare water levert, hetwelk in het lichaam fungeert als oplos- en transportmiddel voor allerlei stoffen, als koelmiddel, als warmtebuffer, als middel voor de instandhouding van de protoplasma-structuren, enz. Andere *vitale verbindingen* (waaronder

zouten) worden in de eerste plaats met de rest van het voedselpakket aangeboden. De in het drinkwater opgeloste niet-toxische bestanddelen zijn doorgaans in te kleine hoeveelheden aanwezig om een positieve invloed op de volksgezondheid uit te oefenen.

Resultaten van recent speurwerk over hart- en vaatziekten hebben bij sommigen in de laatste tijd enige twijfel doen rijzen aan de algemene geldigheid van deze regel. Statistisch onderzoek zou namelijk hebben uitgewezen dat in enige streken met zacht drinkwater hart- en vaatziekten meer frequent zouden voorkomen dan in gebieden waar het water hard is. Naar aanleiding van deze correlatie rees de vraag of het in het water opgeloste calcium en magnesium de verbruikers wellicht tegen het optreden van deze kwalen kon beschermen. Een eerste mededeling over dit Japans-Amerikaans-Engelse onderzoek verscheen in Nederland in 1961 [8] en vrij onlangs gaf Biersteker [9] een overzicht van de verdere ontwikkelingen, waarbij hij de verwarring die op dit gebied heerst, uitstekend heeft geschetst. Een soortgelijk beeld is op een iets algemenere en meer gedocumenteerde wijze getekend door E. F. Winton en L. J. McCabe [10]. Deze onderzoekers, die zijn verbonden aan de Division of Epidemiology and Biometrics van het Bureau of Water Hygiene van de US Public Health Service te Cincinnati, komen tot de conclusie dat het onderzoek naar een mogelijke pathogenetische waterfactor voor hart- en vaatziekten, met kracht dient te worden voortgezet tot de gerezen vragen definitief kunnen worden beantwoord. Zowel voor medische onderzoekers als voor waterleidingdeskundigen achten zij het probleem van groot belang, maar het dient in het juiste licht te worden gesteld. Zo lang geen aanbevelingen kunnen worden gegeven voor een traject van optimale waterhardheid, heeft het geen zin maatregelen te nemen. Men krijgt hieruit de indruk dat Bierstekers suggestie om het „zeer zachte water in Nederland” maar vast wat harder te maken, door deze Amerikaanse onderzoekers waarschijnlijk niet zou worden ondersteund.

Daarbij komt dat de oorzaak van de mogelijk lagere sterfte aan hart- en vaatziekten in streken waar het gedistribueerde drinkwater hard is, door de meeste onderzoekers minder wordt gezocht in een beschermende werking van de geringe hoeveelheden extra calcium die de consumenten met het harde water opnemen, dan in de aanwezigheid in het zachte water van sporen van toxische elementen zoals cadmium of lood. Bewust of onbewust baseert men deze gedachtengang op het bekende feit dat water met een lage bicarbonaathardheid gemakkelijker agressieve eigenschappen aanneemt dan water dat veel calcium- en bicarbonaationen bevat.

Het is daarom merkwaardig dat nooit rechtstreeks is gezocht naar directe correlaties tussen het agressief vermogen van drinkwater en het voorkomen van hart- en vaatziekten in het distributiegebied. Dit is zelfs te meer verwonderlijk omdat de eerste publikatie over het probleem betrekking had op rivierwater, waarvan het agressief karakter was veroorzaakt door zwavelzuur van vulkanische oorsprong. Bij bestudering van de literatuur krijgt men sterk de indruk dat de medische onderzoekers weinig vertrouwd waren met de problematiek van de materiaalcorrosie en daardoor gemakkelijk een verkeerd spoor konden volgen.

In dit verband mag ook de uitslag van een curieus Engels onderzoek hier niet onvermeld blijven. Aangezien de

genoemde correlatie vooral in theedrinkende landen is gevonden, onderzochten Anderson, Hollins en Bond [11] infusies van thee die waren bereid met calciumhoudend en calciumvrij (gedistilleerd) water. Het enige belangrijke verschil tussen beide groepen van infusen bleek het gehalte aan oxalaten te zijn: met hard water bereide thee was arm aan oxalaat, terwijl het met gedistilleerd water bereide infuus grote hoeveelheden van deze verbinding bevatte. De oorzaak van het verschil is het in het theewater opgeloste calcium dat uit het water in de cellen van de theebladen dringt en daar het oplosbare oxalaat vastlegt in de vorm van onoplosbaar calciumoxalaat. Theedrinkers zullen daardoor meer oxalaat opnemen naarmate het theewater zachter is.

Hoewel weinig bekend is over het metabolisme en de fysiologische eigenschappen van oxalaten werden bij sommige ziekten verhoogde oxalaatconcentraties in bloed en urine waargenomen. Een verband met hartziekten wordt niet onwaarschijnlijk geacht. Mocht deze gedachtegang juist zijn, dan zou het probleem van waterhardheid en hartkwalen eenvoudig kunnen worden afgedaan met een druppeltje calciumchlorideoplossing, toegevoegd aan het theewater vóór het opschenken! Niet opgelost is echter het probleem van het kenmerk voor de zuiverheid van leidingwater.

Met de geschetste voorbeelden is getracht aannemelijk te maken dat een algemene omschrijving van dit begrip nauwelijks kan worden gegeven. In beginsel is elke water-soort — gedistilleerd water, regenwater, drinkwater, oppervlaktewater en afvalwater — in doorgaans zwakke mate verontreinigd, maar heel pragmatisch noemen we een bestanddeel pas een verontreiniging wanneer het hinderlijk is voor het doel waartoe we het water willen gebruiken.

In overeenstemming daarmee komt in de literatuur van de laatste jaren een opvatting van het begrip waterverontreiniging naar voren, welke men als volgt zou kunnen formuleren:

„Water is verontreinigd wanneer een of meerdere van zijn chemische, fysische of biologische eigenschappen door menselijk toedoen of door andere oorzaken, direct of indirect zodanig zijn veranderd, dat het water minder geschikt is geworden voor een of meer doeleinden, waartoe het voordien kon worden gebezigd”.

Een dergelijke definitie helpt ons echter weinig bij onze gedachtenvorming over de zuiverheid van drink- of leidingwater. Aangezien de vele uiteenlopende toepassingen een afwegen tegen elkaar van de verschillende desiderata wel bijzonder moeilijk maken, volstaat men noodgedwongen met het opsommen van een aantal belangrijke en zo algemeen mogelijke eigenschappen.

Door het Committee on Water Quality Goals wordt een dergelijk ideaal leidingwater als volgt gekarakteriseerd: „Bij aflevering aan de gebruiker behoort het water helder, kleurloos, smaakloos en reukloos te zijn. Het mag geen ziektekiemen bevatten of andere organismen die schadelijk kunnen zijn voor de menselijke gezondheid of esthetische bezwaren oproepen. Opgeloste stoffen mogen niet voorkomen in concentraties welke fysiologische nadelen, esthetische bezwaren of economische schade kunnen veroorzaken. Het water mag niet agressief zijn t.a.v. de in het distributienet verwerkte materialen en geen afzettingen vormen in reservoirs, leidingen, verwarmingstoestellen en sanitair. Tenslotte moet het een passende, natuurlijke of kunstmatige reiniging

hebben ondergaan, die een goede en gelijkmatige kwaliteit waarborgt”.

### Kwaliteit van het Nederlandse leidingwater

Het leek interessant na te gaan in hoeverre het in Nederland gedistribueerde leidingwater voldoet aan de eisen en wensen zoals die in Nederland en in de Verenigde Staten zijn geformuleerd in de Aanbevelingen van de VEWIN [1], de richtlijnen voor uit oppervlaktewater bereid drinkwater [13] (opgesteld door een in het kader van de Basisplannen geformeerde werkgroep), de US Standards [3] en de US Goals [2]. De verwerkte gegevens zijn ontleend aan de resultaten van in 1968 door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid (RIV) verrichte analyses van het reine water, die zijn gepubliceerd in het door de VEWIN uitgegeven Statistisch Overzicht der Waterleidingen in Nederland [12].

Voor elke richtwaarde werd het percentage van de 253 pompstations berekend dat water afleverde hetwelk niet voldeed aan elk van de gestelde normen. De resultaten zijn weergegeven in de laatste kolom van tabel II. Uit de cijfers blijkt dat in het algemeen werd voldaan aan het desideratum dat in Aanbevelingen I voor de *kleur* is gesteld. Van de 17 pompstations (7%) die sterker gekleurd water leverden, produceerden 4 een kleur van meer dan 30 mg Pt/l (resp. 33, 42, 67 en 80 mg Pt/l). Aanbevelingen II was een te zware eis voor een derde van de pompstations en de in de US Goals gestelde streefwaarde van 3 mg Pt/l werd door driekwart van de pompstations overschreden.

De grenzen die in de Richtlijnen aan de *droogrest* zijn gesteld worden slechts door een klein aantal pompstations overschreden. De in de US Goals uitgesproken wens van minder dan 200 mg/l gaat echter te ver voor 68% van onze pompstations. Water met minder dan 200 mg/l opgeloste stoffen wordt nergens in het dichtbevolkte westelijke en noordelijke gedeelte van ons land gewonnen. Meer dan de helft van de Nederlanders gebruikt dus water dat in dit opzicht niet voldoet aan de Amerikaanse wens (en in de toekomst zeer waarschijnlijk ook niet aan dit verlangen zal voldoen).

De oorzaak van deze discrepantie moet gezocht worden in het feit dat verziltingsproblemen in een rivierendelta meer op de voorgrond treden dan op een uitgestrekt continent. Waarschijnlijk is dit ook de oorzaak van het ontbreken van een *chloridegrens* in de US Goals terwijl de US Standards de zeer tolerante waarde van 250 mg Cl/l hanteren. Voor het chloride heeft de Amerikaanse waterhygiënist uiterst weinig belangstelling.

Wèl interesseert hij zich enigszins voor het *natrium*, dat als tegenpool van het chloride, bij nierpatiënten moeilijkheden veroorzaakt. De American Heart Association adviseert nierlijders, aan wie een „zoutloos” (500 mg Na per dag) of een „zoutarm” (1000 mg Na per dag) dieet is voorgeschreven gedistilleerd water te gebruiken wanneer het door een centrale voorziening geleverde leidingwater meer dan 20 mg Na/l bevat [14 en 15].

In Nederland wordt dergelijk water door 31 pompstations geleverd.

Daarvan produceren

21 pompstations water met 20 t/m 29 mg Na/l
20 pompstations water met 30 t/m 49 mg Na/l
35 pompstations water met 50 t/m 99 mg Na/l
5 pompstations water met > 100 mg Na/l

TABEL II - Nederlandse pompstations, uitgedrukt als percentage van het totaal van 253 stuks, waarvan het afgeleverde reine water in 1968 niet voldeed aan de in Nederland en de VS gangbare grenswaarden

Berekend uit gegevens ontleend aan door het RIV verrichte analyses [12].

Kwaliteitsparameter	Eis	Geformeerd in <sup>1)</sup>	Percentage pompstations waarvan het water niet aan de eis voldeed
Kleur	≤ 20 mg Pt/l	Aanbevelingen I	7 %
	≤ 15 mg Pt/l	US Standards	17 %
	≤ 10 mg Pt/l	Aanbevelingen II	34 %
	< 3 mg Pt/l	US Goals	76 %
Zuurstof	> 2 mg O <sub>2</sub> /l	Aanbevelingen I	2 %
	> 4 mg O <sub>2</sub> /l	Aanbevelingen II	8 %
	> 6 mg O <sub>2</sub> /l	Aanbevelingen III	16 %
Droogrest	< 600 mg/l	Richtlijnen I	4 %
	< 500 mg/l	Richtlijnen II	10 %
	< 200 mg/l	US Goals	68 %
Hardheid	≤ 5 meq/l (14D°)	Aanbevelingen I	29 %
	1,6-2,0 meq/l (80-100 mg Ca CO <sub>3</sub> /l)	US Goals	9 % (13 % < 1,6 meq/l; 78 % > 2,0 meq/l)
Chloride	< 250 mg Cl/l	US Standards en Aanbevelingen I	2 %
	< 150 mg Cl/l	Aanbevelingen II	3 %
	< 100 mg Cl/l	Aanbevelingen III	12 %
IJzer	≤ 0,3 mg Fe/l	US standards	2 %
	< 0,1 mg Fe/l	Aanbevelingen I	12 %
	< 0,05 mg Fe/l	US Goals en Aanbevelingen II	58 %
Mangaan	< 0,05 mg Mn/l	US Standards en Aanbevelingen I	6 %
	< 0,01 mg Mn/l	US Goals en Aanbevelingen II	15 %
Ammonium	< 0,2 mg NH <sub>4</sub> /l	Aanbevelingen I	8 %
	< 0,05 mg NH <sub>4</sub> /l	Aanbevelingen II	21 %
KMnO <sub>4</sub> -verbruik	≤ 20 mg KMnO <sub>4</sub> /l	Aanbevelingen I	12 %
	≤ 10 mg KMnO <sub>4</sub> /l	Aanbevelingen II	34 %

1) Aanbevelingen I, II en III: VEWIN-Aanbevelingen bij het Waterleidingbesluit [1].

Richtlijnen: Kwaliteitseisen van drinkwater uit oppervlaktewater [13].

US Standards: US Drinking Water Standards 1962 [3].

US Goals: US Water Quality Goals [2].

Deze laatste vijf leveren water met resp. 108, 138, 143, 188 en 195 mg Na/l.

De *hardheid* van het Nederlandse leidingwater is aan de hoge kant, 29 % van de pompstations levert water af met een hardheid die groter is dan overeenkomt met het in de Aanbevelingen I genoemde bedrag van 5 meq./l en slechts 9 % produceert water waarvan de hardheid overeenkomt met de in de US Goals geformuleerde wens van 1,6-2,0 meq./l; 13 % levert zachter water, maar van 78 % is het water harder.

Ook het *permanganaatverbruik* van diverse Nederlandse leidingwateren is bepaald niet laag: een derde van de pompstations levert water met een verbruik dat de „klassieke” grens van 10 mg/l overschrijdt. Aangezien het permanganaatverbruik een maat is voor de organische stof, die niet alleen de vrij onschuldige humuszuren, maar ook hinderlijke smaak-, kleur- en reukstoffen kan omvatten, zouden kwaliteitsverbeteringen ten aanzien van de organische stof zeker als een vooruitgang mogen worden beschouwd.

Met betrekking tot het *ijzergehalte* voldoet het water zeer goed aan de zeer weinig stringente minimumeis van de US Standards, maar 12 % van de pompstations levert rein water met meer dan de in de Aanbevelingen I gestelde grens van 0,1 mg Fe/l. Aan de wens van 0,05 mg Fe/l (Aanbevelingen II en US Goals) kan 58 % niet voldoen.

Uit deze voorbeelden blijkt dat het Nederlandse leidingwater doorgaans op bevredigende wijze aan de minimum-eisen voldoet, maar dat de streefwaarden in veel gevallen

niet worden bereikt. Een doelmatige reductie van de hardheid en het gehalte aan organische stof (inclusief smaak, reuk en kleur) en wellicht ook van ijzersporen, lijkt in de toekomst mogelijk.

Bovendien zal ongetwijfeld meer aandacht worden geschonken aan eventueel aanwezige toxische bestanddelen en mogelijk hier en daar ook aan het natriumgehalte.

#### Literatuur

1. VEWIN. *Aanbevelingen bij het Waterleidingbesluit*, 1961.
2. *Quality Goals for Potable Water*. Statement of Policy adopted by the Board of Directors AWWA. JAWWA 60 (1968) 1317.
3. USPHS Drinking Water Standards, Washington DC, 1962.
4. Report of the Committee on Water Quality Criteria, Washington DC, 1968.
5. USPHS. *Manual for Evaluating Public Drinking Water Supplies*, Cincinnati, 1969.
6. Zielhuis, R. *Het vaststellen van aanvaardbare concentraties*. Tijdschr. voor Soc. Geneeskunde 47 (1969) Suppl. 2.
7. Zielhuis, R. *Achtergronden van normstelling*. H<sub>2</sub>O 4 (1971), 264.
8. Tesch, J. W. *Hardheid en hartziekten*. Water 45 (1961), 271.
9. Biersteker, K. *Hard of zacht drinkwater*. H<sub>2</sub>O 3 (1970), 360.
10. Winton, E. F. and McCabe, L. J. *Studies of Water Mineralization and Health*. JAWWA 62 (1970), 26.
11. Anderson, W., Hollins, J. G. en Bond, P. J. of Hyg. 69 (1971,1; Ref. New Scientist 1 (1971), 64.
12. *Statistisch Overzicht der Waterleidingen in Nederland*. 1970, samengesteld door de VEWIN.
13. *Kwaliteitseisen van drinkwater uit oppervlaktewater*. H<sub>2</sub>O 1 (1968), 324.
14. Garrison, G. E. and Ader, O. L. *Sodium in Drinking Water*. Arch. Envir. Health 13 (1966), 551.
15. Russell, E. L. *Sodium Imbalance in Drinking Water*. JAWWA 62 (1970), 102.