

B-1

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.
KIWA

WORMEN EN ANDERE DIERLIJKE
ORGANISMEN IN DRINKWATER

MEDEDELING No 5
VAN DE BIOLOGISCHE STUDIECOMMISSIE (B.S.C.)
VAN HET KIWA

MOORMANS PERIODIEKE PERS N.V. — DEN HAAG

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.

KIWA

Sir Winston Churchill-laan 273 — Rijswijk (Z.H.)

WORMEN EN ANDERE DIERLIJKE
ORGANISMEN IN DRINKWATER

MEDEDELING No 5
VAN DE BIOLOGISCHE STUDIECOMMISSIE (B.S.C.)
VAN HET KIWA

Een woord vooraf

Op advies van de Raad van Bijstand van de Samenwerkende Waterleidinglaboratoria werd eind 1962 door het KIWA besloten tot het weer instellen van een Biologische Studie Commissie.

De Raad van Bijstand overwoog daarbij dat het in verband met het in toenemende mate toepassen van spaarbekkens in Nederland gewenst zou zijn dat de biologische en biochemische problematiek van deze bekkens in commissieverband zou worden bestudeerd en meende voorts dat er ook daarnaast nog waterleidingproblemen van biologische aard voldoende zijn om het bestaan van een Biologische Studie Commissie te wettigen.

De opnieuw ingestelde commissie, die in 1963 haar werkzaamheden begon, is als volgt samengesteld: *dr. L. H. Louwe Kooijmans*, voorzitter, *drs. H. J. Boorsma*, *ir. L. van der Burg*, *drs. G. Drost*, *dr. G. P. H. van Heusden*, *ir. J. Kooijmans*, *ir. J. C. van der Vlugt*, *ir. G. Wijnstra*, leden.

Mede naar aanleiding van de moeilijkheden, die zich onlangs bij de Drinkwaterleiding van Rotterdam hebben voorgedaan, stelde de commissie zich als eerste taak het opstellen van deze mededeling.

Het vóórkomen van dierlijke organismen

Zoals bekend, worden er door de verbruikers van tijd tot tijd wormen en andere organismen in het leidingwater van waterbedrijven aangetroffen en deze zijn dan oorzaak van klachten. De Biologische Studie Commissie (B.S.C.) heeft zich in de loop der jaren met dit probleem beziggehouden en onderzoek erover verricht.

Daarbij bleek, dat in het algemeen slechts de leidingnetten van de bedrijven, die hun water onttrekken aan zeer voedselarme zandgronden nagenoeg geen organismen bevatten. In verreweg de meeste gevallen bevat het leidingnet van waterleidingbedrijven deze organismen echter wél. Niet alleen wormen, zoals rond-, plat- en borstelwormen, worden aangetroffen, maar ook enkele tientallen andere soorten organismen, zoals slakjes, kleine kreeftachtige dieren, enz. Men zou zich niet erover behoeven te verwonderen, als bij nauwkeurige determinatie zou blijken, dat in totaal een honderdtal soorten in het geding is.

De verbruiker bemerkt in het algemeen weinig van deze organismen, omdat het veelal dieren betreft, die zich aan de wanden van het leidingnet vasthouden. Blijkbaar vinden zij daar relatief gunstige levensomstandigheden; vele planten zich daar ook voort. Het is een levensgemeenschap, waarvan een aantal soorten met het blote oog zichtbaar is; de grootste worden enkele centime-

ters lang. Zeer veel soorten zijn echter microscopisch klein. Ook hun aantallen lopen sterk uiteen; sommige soorten worden in vrijwel elk leidingnet aangetroffen, andere zijn zeldzamer.

Men kan het bestaan van deze fauna constateren, wanneer een waterleiding krachtig wordt afgespuid en het spuiwater door een fijnmazig net wordt gefiltreerd [1] [10] [28]. Op deze wijze krijgt men weliswaar geen goed kwantitatief beeld van het verschijnsel — een verbetering van de methodiek is dringend gewenst — maar herhaaldelijk blijkt dat de aantallen organismen groot zijn.

Hoewel de B.S.C. in haar dossiers resultaten van honderden spui monsters uit het gehele land bezit, voelt zij al jaren de behoefte aan méér kwantitatief onderzoek. Daarbij komt dat het regelmatig bemonsteren van leidingnetten met het doel de waterfauna na te gaan nog lang niet bij alle waterleidingbedrijven geschiedt. Bij verschillende bedrijven is men dan ook niet op de hoogte van de toestand. De B.S.C. constateerde vaak een zekere terughoudendheid in dit opzicht.

Zo kan het gebeuren, dat men wordt verrast door een situatie, waarbij de dieren uit de tapkranen te voorschijn komen, een enkele maal in grote aantallen, waardoor gerechtvaardigde klachten van de verbruikers worden gehoord. Blijkbaar is dan om de één of andere reden één soort zich massaal gaan ontwikkelen of heeft de buiswand losgelaten en wordt met het water meegevoerd. Meestal is er dan een verstoring van het biologisch evenwicht van de levensgemeenschap. Sommige dieren veranderen bovendien hun levensgewoonten al naar gelang het seizoen. Voorts kunnen ook andere oorzaken aanleiding geven tot een massale ontplooiing. Zonder een uitvoerig onderzoek ter plaatse is het niet doenlijk om in een bepaald geval aan te geven, waar de oorzaak van de abnormale ontwikkeling ligt.

Soms worden met het water ook dode, niet daarin thuishorende dieren getapt, zoals vliegen, muggen, duizendpoten, rupsen, e.d. Hoewel deze categorie dieren niet tot de fauna van het waterleidingnet kan worden gerekend, wordt hier de mogelijkheid van het binnendringen ervan aangestipt.

Voorts dient in dit verband nog erop te worden gewezen, dat ook herhaaldelijk klachten voorkomen over organismen, waarvan men meent, dat ze uit de tapkraan komen, doch die in werkelijkheid niet uit het leidingnet afkomstig zijn. Deze, doorgaans kruipende, dieren leven in afvoeren van baden, gootstenen, wasbakken, enz. en kunnen soms tot in de uitmonding van de tapkranen doordringen, zodat de indruk wordt gewekt, dat ze door

het water werden aangevoerd. Voorts worden stukjes dood materiaal, zoals stukjes kraanleder e.d., soms ten onrechte voor organismen aangezien.

TABEL 1
Organismen in het zandbed van een langzaam zandfilter (ontl. aan: S. Husmann (13))

<i>Nematoda (draadwormen):</i>	<i>Oligochaeta (borstelwormen):</i>
Rhabditis monhysteroides Skwarra	Nais communis Piquet
Diplogaster rivalis Leydig	Phalodrilus aquaedulcis Hrabec
Plectus tenuis Bastian	Enchytraeus sp.
Monhystera dispar Bastian	
Monhystera agilis De Man	<i>Copepoda Harpacticoida</i>
Paracyatholaimus intermedius De Man	(<i>watervlooien</i>):
Chromadorita leuckarti De Man	Phyllognatopus viguieri
Tripyla cornuta Skwarra	Maupas
Tripyla setifera De Man	Nitocra sp.
Mononchus kastrolli Altherr	Nitocra hibernica Brady
Trilobus steineri Mikoletzki	Nitocra reducta Schäfer
	Epactophanes richardi Mrazek
<i>Acarina (watermijten):</i>	
Lobohalacarus weberi quadriporus Walter	

Aantal organismen per 100 cm³ filterzand

Diepte in cm	Nematoda	Oligochaeta	Copepoda
0 - 4	26	18	5
10 - 14	23	31	6
20 - 24	18	34	9
30 - 34	56	145	19
40 - 44	73	92	17
50 - 54	26	74	11
60 - 64	49	92	14
70 - 74	179	152	98
80 - 84	375	143	141
90 - 94	416	121	71

Oorzaak en wijze van infectie van het leidingnet

In de loop der jaren is de B.S.C. met de aanwezigheid van organismen in leidingnetten geconfronteerd, waarbij in vele gevallen de herkomst van de dieren kon worden achterhaald. De ervaringen daaromtrent kunnen als volgt worden samengevat.

a. Vele organismen, die in het leidingnet worden aangetroffen leven normaliter in stromend grondwater. Zij worden allerwegen aangetroffen in grotten en natuurlijke bronnen, maar ook in zanden en grindafzettingen, waarin grondwater stroomt. Ze kunnen ook voorkomen in het grondwater, dat sommige bedrijven aan de bodem onttrekken. Voorts kan men ze aantreffen in het

zandbed en de steunlagen van zandfilters. Ze zijn in staat zich tussen de zandkorrels te bewegen en leven van de organische stof, die zich daar afzet. Dit betreft niet alleen wormen, zoals de veel aangetroffen borstelworm *Nais*, maar ook watervlooien, watermijten enz.

Over het vóórkomen van organismen in filters bestaat veel literatuur. In tabel 1 is opgenomen, wat *Husmann* [13] aantrof in de nafilts van een waterleidingbedrijf. Men staat op het eerste gezicht versteld van de gevarieerde fauna van zulk een zandbed. De B.S.C. is door eigen waarnemingen bij Nederlandse waterleidingbedrijven tot een soortgelijk resultaat gekomen.

Ook in overdekte of gesloten filters is een fauna aanwezig. Tabel 2 laat zien, wat uit een tapkraan van het filterbed van een overdekt langzaam zandfilter werd afgetapt. Uiteraard is deze toestand slechts mogelijk in voedselrijk water. De dieren verplaatsen zich doorlopend en infecteren dan het leidingnet.

b. Sommige organismen, die werden aangetroffen bij oppervlaktewaterbedrijven of bij bedrijven met open voorraadbekkens, draineerkanalen, filters, enz. waren afkomstig uit het open water. De gebruikelijke filtersystemen zijn niet in staat alle organismen tegen te houden. Er zijn gevallen bekend, waarbij het filtraat was gekleurd door een grote hoeveelheid ééncellige algen, die in het ruwe water tot ontwikkeling waren gekomen.

Vele organismen, soms van grote afmetingen, zijn in staat een filterbed levend te passeren. In dode toestand worden ze gemakkelijker tegengehouden.

c. Sommige van in filters, reservoirs, enz. gevonden organismen kunnen door in de wanden aanwezige scheuren naar binnen kruipen. Zij zijn in staat tegen naar buiten vloeiende stroompjes in te zwemmen en zodoende het leidingnet te bereiken. Onder andere kruipen kleine palinkjes, zoetwatergarnaaltjes (*Gammarus*) en zoetwaterpissebedden (*Asellus*) van nature tegen de waterstroom op.

d. Niet goed van de lucht afgesloten filters en reservoirs zijn eveneens een bron van infectie gebleken. Insekten kruipen door openstaande ramen naar binnen. Muggen leggen hun eieren in het water en hieruit ontwikkelen zich muggelarven, die het gehele leidingnet kunnen gaan bevolken.

e. Bij het leggen en repareren van leidingen treedt altijd infectie op. Deze is nagenoeg niet te voorkomen, vooral niet wanneer de leidingen in een niet te droge sleuf worden gelegd en tijdelijk grondwater in de buizen binnendringt. Krachtige desinfectie

is, na alle werkzaamheden aan bedrijfsonderdelen voor transport en berging, dan ook geboden [2] [22] [23].

Uiteraard zijn al de hierboven genoemde infecties van geval tot geval verschillend en afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden. Wel komt men herhaaldelijk dezelfde organismen tegen, afkomstig van eenzelfde soort infectie, maar ook treft men bij schijnbaar gelijke omstandigheden nu eens het ene, dan weer het andere organisme aan.

Voorwaarden voor de groei in het leidingnet

Zijn de voren omschreven organismen eenmaal in het leidingnet gekomen, dan vermenigvuldigen vele soorten zich er goed. Dit kan als volgt worden verklaard.

1. Slijmlaagje

Op de wanden van de leidingen hebben zich bepaalde onschadelijke waterbacteriën ontwikkeld, die een slijmlaagje hebben opgebouwd, waarmee de gehele buiswand is overdekt. Men kan zulk een slijmlaagje (zoëgloea) duidelijk voelen, wanneer men een voorwerp aanraakt, dat enige tijd in het water heeft gelegen. Onder de microscoop bezien zit het vol met bacteriën.

Op het laagje kruipen protozoën, die zich met het slijm en de bacteriën voeden en ook bovenbedoelde wormen, slakjes, water-vlooien, enz. grazen deze slijmlaag af en vinden er hun voedsel in.

De waterbacteriën op hun beurt leven van de organische stof en van de ammoniak, die in het leidingwater aanwezig is en die aan de slijmlaag wordt geadsorbeerd. Een geringe concentratie aan voedsel in het water is dan ook al voldoende om dit leven mogelijk te maken. Aan het slijmlaagje hecht zich ook detritus vast. Bij de bacteriegroei wordt zuurstof verbruikt, hetgeen één van de oorzaken kan zijn van de daling van het zuurstofgehalte van het water, vooral in leidingen met weinig doorstroming [3].

In dit verband kan erop worden gewezen, dat ook rond en tussen de zandkorrels in de grond en in de filters zich dezelfde slijmlaag ontwikkelt. De langzame zandfilters zijn gebouwd om hun biologische werking (verwijdering van bacteriën en van organische stof). Het biologisch gebeuren geschiedt daarin niet door slechts één nuttige bacteriesoort, maar door een samenleving van organismen. Monocultures bestaan slechts in het laboratorium. In de natuur heeft men steeds met op elkaar afgestemde organismen te doen; in een goed functionerend langzaam zandfilter

TABEL 2

Organismen verkregen uit tapkranen aangebracht op verschillende hoogten in een overdekt langzaam zandfilter. Filtratiesnelheid 30 cm/h. Filter schoongekrabd 5 aug. 1944. Plaats van de monsterkraan in cm onder de bovenkant van het zandbed

	7 aug. 1944 gefiltreerd: 500 l in 1 uur	7 aug. 1944 500 l in 1 uur	14 aug. 1944 500 l in 1 uur	28/29 aug. 1944 360 l in 24 uur
20 cm diep	1 Planorbis crista 2 Aeolosoma sp. 1 Nematode 1 Turbell. worm 1 Ceriodaphnia 1 Nauplius 1 Chydorus		1 Nematode 4 Aeolosoma 1 Callidina longirostr.	2 Nematoden 1 Nauplius 1 Enchytraeide worm 1 Turbell. worm
40	2 Nais communis 7 Enchytraeiden 48 Aeolosoma 15 Nematoden 9 Harpacticiden 1 Watermijt		2 Nematoden 6 Harpacticiden 2 Enchytraeiden	
60	8 Enchytraeiden 6 Aeolosoma 6 Harpacticiden 13 Nematoden 2 Rotatoriën		3 Enchytraeiden 1 Aeolosoma 7 Harpacticiden 11 Anuraea acul. 2 Copepoda 19 Nauplii 4 Chydorus 3 Daphnia	
80	3 Nematoden 4 Aeolosoma 4 Enchytraeiden		5 Harpacticiden 1 Enchytraeiden	133 Harpacticiden 4 Enchytraeiden
100	9 Aeolosoma 6 Harpacticiden 6 Nematoden 2 Turb. wormen 3 Enchytraeiden 1 Oligochaet	2 Aeolosoma 2 Harpacticiden 9 Enchytraeiden	1 Aeolosoma 3 Harpacticiden 1 Nematode 1 Rotator	
120	9 Harpacticiden 4 Nauplii 19 Cyclops	4 Cyclops	40 Harpacticiden 3 Nauplii 6 Cyclops 1 Daphnia 1 Aeolosoma 1 Euglypha	5 Harpacticiden
160	48 Harpacticiden 16 Nauplii 29 Cyclops 1 Aeolosoma	13 Harpacticiden 5 Nauplii 20 Cyclops 2 Aeolosoma 1 Ceratium hir.	7 Harpacticiden 1 Nauplius 10 Cyclops 1 Aeolosoma 1 Euglypha	14 Harpacticiden 17 Nauplii

treft men een breed gevarieerde samenleving aan. Doordat men van de biologische afbraak doelbewust gebruik maakt, moet men de ontwikkeling van voor ons minder gewenste organismen als Nais, e.d. accepteren.

2. *Organische stoffen*

Tegen de aanwezigheid van organische stoffen in het drinkwater is geen feitelijk bezwaar in te brengen. Met ons voedsel nemen wij immers grote hoeveelheden organische stoffen op. Bezwaar bestaat slechts indien zij kleur, troebeling, slechte reuk of smaak aan het water geven, het doen schuimen of de gezondheid van de mens of zijn huisdieren nadelig beïnvloeden. Overigens kunnen zij als bestanddeel van het water worden geaccepteerd. In filters, reservoirs en leidingen zijn de organische stoffen echter een voedselbron voor de genoemde slijmlaagvormende bacteriën en de fauna, die daarvan leeft.

Evenals een overmaat aan koolzuur in het water op zichzelf genomen niet schadelijk is, maar in het leidingnet niet kan worden geaccepteerd door de corrosie, die zij veroorzaakt, zijn de organische stoffen in het algemeen onschadelijk, maar in het leidingnet ongewenst, daar zij aanleiding kunnen geven tot de groei van verschillende organismen.

3. *Ammoniak*

Indien in leidingwater nog ammoniak voorkomt, kan dit aanleiding geven tot de groei van nitrificerende bacteriën. De daardoor in dikte toenemende slijmlaag biedt de mogelijkheid tot krachtiger ontwikkeling van hogere organismen. Het met de nitrificatie gepaard gaande verbruik aan zuurstof kan tot een zodanige zuurstofarmoede in het leidingwater leiden, dat onder daarvoor gunstige omstandigheden groei van ijzerbacteriën kan optreden. Bovendien kan ernstige zuurstofuitputting tot gevolg hebben, dat wormen en andere hogere dieren van de wanden loslaten en met het water worden meegevoerd.

Met het bovenstaande is het aantal factoren, dat de groei van hogere organismen bepaalt, niet uitgeput. Slechts enkele van de belangrijkste zijn aangegeven.

Hygiënische betekenis van het vóórkomen van dierlijke organismen in het drinkwater

De B.S.C. is voorsnóg van mening, dat het aanwezig zijn van de hierbedoelde organismen in het drinkwater op zichzelf niet

schadelijk behoeft te zijn voor de gezondheid van de consument. De genoemde organismenwereld behoort van nature in schoon water thuis en heeft er sinds mensenheugenis in geleefd. Directe aanwijzingen van mogelijke schadelijkheid voor de volksgezondheid heeft de commissie dan ook niet. Wél is uit de literatuur bekend, dat zich in de darm van rondwormen, ook van die soorten, die in het drinkwater weten door te dringen, mogelijkwerijs pathogene bacteriën en virussen kunnen bevinden. Zo is de commissie ter kennis gebracht, dat in sommige Nederlandse zoetwatermeren in de daar levende waterslakken een parasiet voorkomt: *Cercaria ocellata*. Deze parasieten verlaten 's zomers de slakken en trachten zich dan in de huid van mens of dier te boren. Bij zwemmen in zulk besmet water wordt men overdekt met „muggebulten”, die één à twee weken sterk jeuken. De slakken, o.a. *Planorbis*, zijn ook aangetroffen in waterleidingnetten in ons land; het is niet bekend en in verband met de levenscyclus ook onwaarschijnlijk, dat in deze slakken genoemde parasieten voorkomen.

De B.S.C. is van mening, dat de betekenis van in het leidingnet voorkomende organismen als overbrengers van ziekteverwekkers via het drinkwater naar de consument niet groot is.

Het grote bezwaar van het vóórkomen van wormen, slakken e.d. in het leidingwater ligt derhalve niet in het hygiënische vlak, doch in het esthetische. Dit laatste bezwaar is echter wel zodanig, dat alle maatregelen dienen te worden genomen om het doordringen en het ontwikkelen van organismen in het leidingnet te voorkomen.

Maatregelen ter voorkoming en bestrijding van groei van organismen in het leidingnet

Vast staat, dat wormen e.d. bij de normale in de waterleidingbedrijven toegepaste desinfectie van drinkwater in onvoldoende mate in bedwang worden gehouden.

a. Chemische bestrijdingsmiddelen

Aan chemische bestrijdingsmiddelen moeten hoge eisen worden gesteld. Uiteraard mogen zij in de toegepaste hoeveelheden niet giftig zijn voor de mens en zijn huisdieren, die het water dag in dag uit drinken. Ook mogen zij in geen enkel ander opzicht voor de consument bezwaren opleveren. Ze moeten effectief zijn in een lage concentratie.

Alleen tegen de zoetwaterpissebed (*Asellus aquaticus*) wordt in

Amsterdam [6] en, in navolging daarvan, in enkele Engelse steden [11] [12] met succes van Pyrethrum-extract gebruik gemaakt. Dit middel is op genoemd dier bijzonder sterk werkzaam, doch het is niet bruikbaar voor de bestrijding van andere waterbewoners. Door gebruikmaking van Pyrethrum-extract valt in genoemde samenleving *Asellus* als voedselconcurrent uit en worden de ontwikkelingsmogelijkheden van de andere dieren groter. Men heeft dan ook de ervaring opgedaan, dat sedert de bestrijding van *Asellus* het aantal slakjes toeneemt.

Er zijn tegenwoordig honderdtallen insecticiden, fungiciden, herbiciden enz. op de markt voor het bestrijden van allerlei organismen, die men niet wenst. Behalve het bovengenoemde Pyrethrum is er tot nu toe niet één als bestrijdingsmiddel door de waterleidingbedrijven toegepast [4].

De verrassende tegenslagen, die zijn ondervonden in de *Plantanen Softenon-affaires* manen wel tot bijzondere voorzichtigheid met het toevoegen van bio-actieve stoffen aan het drinkwater. Helaas komen deze stoffen in toenemende mate in het ruwe water terecht, o.a. als gevolg van toepassingen in land- en tuinbouw. Veeleer is het geboden ze bij de zuivering uit het water te verwijderen en ze, waar mogelijk, uit het waterwingebied te weren, dan de toepassing ervan te overwegen. Dit geldt temeer, daar er vele soorten organismen in het drinkwater voorkomen en men dus ongetwijfeld meer vergiftsoorten zou moeten toedienen.

De commissie is dan ook de opvatting toegedaan, dat de oplossing van het vraagstuk niet in de eerste plaats in de richting van bestrijdingsmiddelen moet worden gezocht; veeleer wil zij de aandacht vestigen op het verhinderen van het indringen van organismen in de reinwaterruimten.

b. *Het voorkómen van infectie*

De commissie is van mening dat, méér dan tot nu toe, aandacht moet worden besteed aan het voorkómen van infectie van het leidingnet. Daarbij wordt verwezen naar hetgeen onder de paragraaf „oorzaak en wijze van infectie van het leidingnet” onder de punten a. tot en met e. is opgesomd. Deze punten leiden tot de volgende gedragsregels:

1. houd alles zo goed mogelijk schoon;
2. voorkom zo veel mogelijk infectie;
3. desinfecteer zo nodig krachtig.

Deze regels mogen voor een bedrijf, dat een voedingsmiddel bereidt, zeer redelijk worden geacht. Helaas moet worden geconstateerd, dat niet altijd eraan wordt voldaan. Genoemd zijn reeds lekkende filters en voor insecten toegankelijke reinwaterreservoirs. Doordat reservoirs doorgaans een wisselende waterhoogte hebben, wordt er periodiek lucht aangezogen en moeten de luchttoevoerwegen van doelmatige luchtfilters zijn voorzien. Hetzelfde geldt voor de filterinstallaties. Bovendien dienen leidingnetten regelmatig volgens een vooraf opgesteld programma te worden schoongespuid. Leidingen van grote diameter, waarin bij het afspuiten doorgaans te geringe snelheden worden bereikt, dienen van inrichtingen te zijn voorzien, met behulp waarvan een goede reiniging mogelijk wordt (bv. mechanische reiniging).

Voorts dient in dit verband met nadruk te worden verwezen naar de richtlijnen voor het desinfecteren van bedrijfsonderdelen [22] [23], in het bijzonder na herstelwerkzaamheden.

Ondanks goed beheer en doeltreffende maatregelen blijft echter de kans op infectie van het leidingnet van uit het ruwe grond- of oppervlaktewater via de filters aanwezig. Is men voor een infectie langs deze weg bevreesd, dan is een effectieve desinfectie van het water, voordat het in het leidingnet wordt toegelaten, geboden.

Toevoegen van chloor, chlooramine of andere chloorverbindingen — in de hoge concentraties nodig voor het doden van alle indringende organismen — stuit op smaakbezwaren.

Ozon is een zeer krachtig desinfectiemiddel, sterker dan chloor, dat deze smaakbezwaren niet meebrengt en vergelijkenderwijs een korte inwerkingstijd nodig heeft. Alhoewel ozon, evenals chloor, een zeer giftig gas is wanneer het wordt ingeademd, is het bij gebruik in water volkomen onschadelijk, omdat het daar uiteenvalt tot zuurstof of reageert met de in het water aanwezige oxydeerbare stof. Ongunstige nawerking van ozon is derhalve niet te vrezen [26]. Een en ander maakt, dat dit middel zeer geschikt is voor effectieve desinfectie. Als gevolg van het snel uiteenvallen heeft ozon echter geen betekenis voor het tegengaan van groei in het leidingnet.

c. Het voorkómen van de ontwikkeling van organismen in het leidingnet door verwijdering van assimileerbare stof

De commissie is van mening, dat behalve het voorkomen van infectie en toepassen van sterke desinfectie, bij de bereiding van leidingwater nog een derde maatregel moet worden genomen. Er zal immers, zoals hiervoor reeds is opgemerkt, altijd een

zekere mogelijkheid van infectie van het leidingnet overblijven. Verschillende soorten organismen kunnen zich dan verder ontwikkelen op de slijmlaag tegen de wand van de buizen.

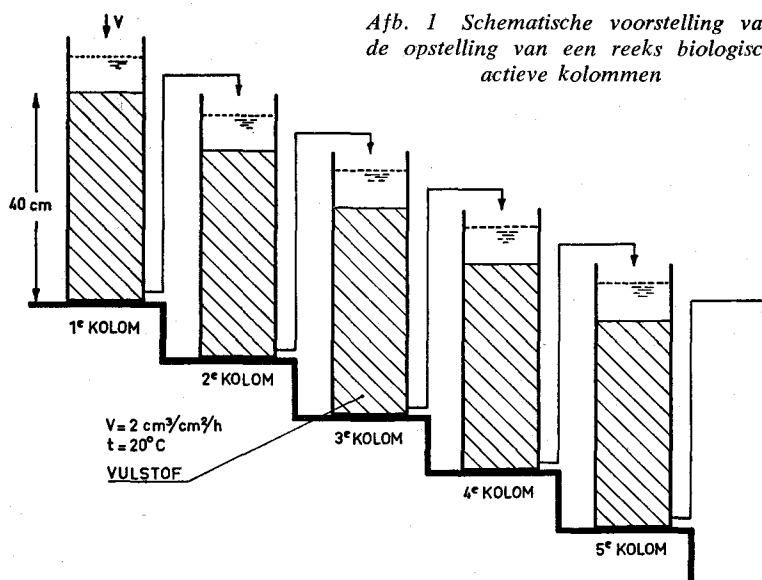
Om dit te voorkomen zou een bacteriedodende stof aan het drinkwater kunnen worden toegevoegd, die groei van de slijmlaag tot in de uiterste uitlopers van het leidingnet zou moeten verhinderen. In de Verenigde Staten past men met dit doel veelal een relatief hoge dosis chloor of chlooramine toe. De commissie verwerpt dit vanwege de slechte smaak, die het drinkwater daardoor verkrijgt. De enige overblijvende weg om beperking van de groei van de slijmlaag te bereiken is het leveren van water met zó weinig organische stof, dat het voedsel voor de groei van de slijmlaag ontbreekt. Dat betekent niet, dat het KMnO_4 -verbruik van het water tot de waarde nul moet worden teruggebracht. Eensdeels is immers de KMnO_4 -bepaling niet in staat alle organische stof aan te tonen, anderdeels zijn bacteriën niet in staat alle organische stof als voedsel tot zich te nemen. Zo wordt er by. een onderscheid gemaakt tussen dystrofe en eutrofe wateren, die beide rijk aan organische stoffen zijn, maar waarvan de eerste géén en de tweede wél de mogelijkheid bieden tot ontplooiing van een rijke organismenwereld.

Er dient dan ook onderscheid te worden gemaakt tussen de verschillende organische stoffen, die in het algemeen in voedselrijk leidingwater worden aangetroffen. Slechts een gedeelte ervan, de zg. „assimileerbare organische stoffen”, is een voedselbron voor de slijmlaag. Het niet-assimileerbare gedeelte ervan is hier van geen betekenis. Ook is het in dit verband nog van belang dat de slijmlaag ammoniak kan verwerken, waarbij de organismen organische stof synthetiseren.

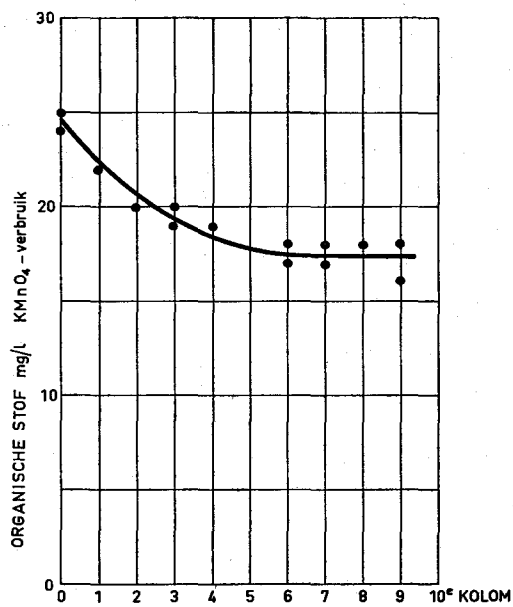
Met het verwijderen van de organische stof uit het leidingwater heeft de commissie vooral dat deel op het oog, dat aanleiding geeft tot groei van een slijmlaag op de buiswanden. Voorts kan het in bepaalde gevallen ook nodig zijn andere organische stoffen uit het water te verwijderen, bv. als zij een slechte smaak veroorzaken, maar dit onderwerp is hier niet aan de orde.

Het is te betreuren, dat niet over een chemische analyse kan worden beschikt, die direct aangeeft hoeveel assimileerbare organische stof in het water aanwezig is. Wel kan deze worden bepaald met een biologische methode. Afb. 1 laat schematisch de opstelling van de ervoor benodigde installatie zien. Deze bestaat uit een reeks kolommen, die zijn gevuld met een indifferent materiaal, bv. fijn grind of zand. Vele van zulke kolommen

Afb. 1 Schematische voorstelling van de opstelling van een reeks biologisch actieve kolommen



Afb. 2 Afnemingen van het gehalte aan organische stof door reeks biologisch actieve kolommen



worden achter elkaar gedurende lange tijd ($\frac{1}{2}$ jaar) met een bepaalde watersoort doorstroomd met een geringe snelheid (2 cm/h) en bij een constante temperatuur van 20° C. Op de wand van de vulstof ontwikkelt zich dan een slijm laag analoog aan die op de wand van de buizen van het leidingnet. De biochemische activiteit kan men bepalen door na elke kolom een chemische analyse van het water te verrichten. Het blijkt dan, dat het gehele systeem na enige inwerkingstijd vrijwel constante uitkomsten geeft en er blijkbaar een stabiele situatie is ontstaan met optimale verwijdering van de assimileerbare stof.

Afb. 2 laat uitkomsten van de bepaling van het KMnO_4 -verbruik zien van een proefopstelling bij een oppervlaktewater-verwerkend waterleidingbedrijf in ons land. Uit de grafiek blijkt, dat de eerste kolom het gehalte aan organische stof doet dalen, de tweede minder enz. Dit gaat zo door tot de zesde, zevende, achtste en negende kolom niet meer in staat zijn een aantoonbare hoeveelheid organische stof aan het water te onttrekken. Na de zesde kolom is verwijdering van assimileerbare organische stof zó gering, dat deze buiten de bepalingsmogelijkheid van het KMnO_4 -verbruik valt. Er zal met zulk water nog wel enige ontwikkeling van de slijm laag in het leidingnet optreden, doch deze zal van weinig betekenis zijn. Bovengenoemde kolommen onttrekken op dezelfde wijze organische stof aan het water als de wanden van het leidingnet. Het is daarom te verwachten, dat water van de kwaliteit als dat was zes kolommen heeft gepasseerd, geen of weinig groei van bacteriën en andere organismen in het leidingnet mogelijk zal maken.

De B.S.C. adviseert derhalve bedrijven, waar in het leidingnet de slijm laag zich hinderlijk ontwikkelt, bij de zuivering ernaar te streven, zoveel mogelijk alle biochemisch verwerkbare organische stof, en vanzelfsprekend ook de ammoniak, aan het water te onttrekken. Hieronder volgen enkele zuiveringsmethoden, die worden toegepast voor de verwijdering van organische stoffen en ammoniak.

a. Door langzame zandfiltratie. In de langzame zandfilters ontwikkelt zich rond de zandkorrels een slijm laag op dezelfde wijze als bij de proefkolommen. Wil men zoveel mogelijk organische stof onttrekken, dan dient de zandbeddikte groot en de filtratiesnelheid klein te zijn; het effect neemt af bij daling van de temperatuur.

b. Door coagulatie met ijzer- of aluminiumzouten. Deze werken echter niet specifiek op het assimileerbare deel van de organische stoffen en evenmin op ammoniak.

c. Door oxydatie door middel van sterke chemische oxydatie-middelen als chloor, chloordioxyde, ozon, kaliumpermanganaat. Zij verwijderen eerst het gemakkelijkst oxydeerbare deel van de organische stof. In vele gevallen zal dit identiek zijn aan het assimileerbare deel.

d. Door zogenaamde droogfiltratie, bedoeld voor water dat veel (d.w.z. 2 mg/l en meer) ammoniak bevat. Met luchtzuurstof wordt deze stof geoxydeerd tot nitriet en nitraat [27].

e. Door adsorptie aan actieve kool.

Welke methode of combinatie van methoden wordt toegepast, men zij erop bedacht, dat zich tijdens het zuiveringsproces geen extra organische stof vormt, bv. door algen- en plantengroei in open filters en reservoir onder inwerking van licht.

Een biologische proef zal steeds kunnen uitmaken in hoeverre men het beoogde doel heeft bereikt.

Vele waterleidingbedrijven in ons land verwerken onder sterk variërende omstandigheden water van verschillende samenstelling. Het is de commissie daarom niet mogelijk een algemene regel aan te geven tot hoever organische stof moet worden onttrokken, welke de meest geschikte techniek daartoe is en welke financiële consequenties eraan zijn verbonden.

Slotbeschouwing

Het algemene principe van de drinkwaterbereiding was tot nu toe, dat men, uitgaande van ruw water, dit zóver reinigde, dat het gezuiverde water voldeed aan een aantal aan goed drinkwater gestelde chemische en bacteriologische normen.

De commissie is van oordeel dat aan de huidige normen nog het een en ander moet worden toegevoegd. Zij staat de invoering van een biologische norm voor, die stelt dat in het drinkwater geen dierlijke organismen mogen voorkomen, die op enigerlei wijze voor de consument waarneembaar zijn.

Bij de bereiding van drinkwater is tot nu toe weinig of geen rekening gehouden met biologische normen. Het stellen en hanteren van een biologische norm voor goed drinkwater brengt mee, dat hier en daar zal moeten worden overgegaan tot aanvullende maatregelen ten opzichte van de zuivering en desinfectie of van wijziging ervan.

Het inconvenient van dierlijke organismen in een leidingnet kan worden voorkomen door bovenbeschreven maatregelen, t.w.:

- a. een intensieve zuivering van het water ter verwijdering van voedselbestanddelen van deze organismen;
- b. een zeer zorgvuldig toezicht bij aanleg en reparatie van leidingen e.d.;
- c. een nauwlettende controle om het indringen van vreemde stoffen en van vreemd water in de zuiveringsinstallaties, in reservoirs en in het leidingnet te voorkomen;
- d. een spuiprogramma voor doelmatig, stelselmatig en frequent spuien van het leidingnet.

De betekenis van „assimileerbare organische stof”, zoals hij het noemde, is reeds in 1928 door Heymann [5] aangetoond. Aan het verband tussen de aanwezigheid resp. hoeveelheid van deze „assimileerbare organische stof” en de groei van de slijm laag en hogere organismen op de buiswanden is bij de verschillende bedrijven, die met deze problemen worstelen, nog te weinig aandacht besteed. Veelal is zelfs het biologisch verwerkbare deel van de organische stof in het drinkwater niet bekend.

Bij toenemende verontreiniging van het ruwe water moeten de reinigingsprocessen daaraan worden aangepast. Het toevoegen van vergiften aan leidingwater wijst de commissie vooralsnog van de hand, daar de werking ervan op langere termijn op de gezondheid van de mens onbekend is.

Literatuur

1. Het nemen en bewerken van monsters voor biologisch onderzoek (Med. 1 Biol. Studie Comm.). — *Water* 27(1943)43.
2. Het desinfecteren van leidingnetten en maatregelen ter bestrijding van infecties van biologische aard (Med. 2 Biol. Studie Comm.). — *Water* 27(1943)143.
3. Het verdwijnen van zuurstof uit het water in het leidingnet (Med. 3 Biol. Studie Comm.). — *Water* 28(1944)111.
4. Biologie en mogelijke bestrijdingswijze van enkele wormachtige organismen, voorkomende in waterleidingnetten (Med. 4 Biol. Studie Comm.). — *Water* 30(1946)89,106.
5. J. A. Heyman — *Water en Gas* (1928)61,69.
6. G. P. H. van Heusden — *Water* 32(1948)109.
7. A. v. d. Werff — *Water* 35(1951)4.
8. A. v. d. Werff — *13e Biol. Jaarb. Dodanaea* (1946)251.
9. A. v. d. Werff — *14e Biol. Jaarb. Dodanaea* (1947)35.
10. M. J. H. Mulder — *Techn. de l'Eau* 6(1952)(61)25.
11. G. J. Holland — *J. Inst. Water Engrs* 10(1956)221.
12. G. C. S. Oliver — *J. Inst. Water Engrs* 15(1961)51.
13. S. Husmann — *Abh. Braunsch. Wiss. Ges.* 10(1958)94.
14. S. Husmann — *Abh. Braunsch. Wiss. Ges.* 13(1961)163.
15. S. L. Chang, R. L. Woodward en P. W. Kabler — *J.A.W.W.A.* 52 (1960)613.
16. S. L. Chang e.a. — *J.A.W.W.A.* 51(1959)671.

17. S. L. Chang, G. Berg en N. A. Clarke — *Am. J. Trop. Med. & Hyg.* **9**(1960)136.
18. S. L. Chang — *J.A.W.W.A.* **53**(1961)288.
19. S. L. Chang — *J.A.W.W.A.* **52**(1960)695.
20. M. P. Crabill — *J.A.W.W.A.* **48**(1956)269.
21. J. K. G. Silvey — *J.A.W.W.A.* **48**(1956)275.
22. VEWIN — *Aanbevelingen inzake waterleidingwet* (1960).
23. VEWIN — *Richtlijnen voor het desinfecteren van bedrijfsonderdelen, bestemd tot opslag, transport en distributie van drinkwater* (1964).
24. H. J. Boorsma en R. Peelen — *Water* **46**(1962)289.
25. C. Wilson e.a. — *J.A.W.W.A.* **42**(1950)849.
26. J. Holluta — *G.W.F.* **104**(1963)1261.
27. J. Kegel — *G.W.F.* **104**(1963)590.
28. Het nemen van monsters voor biologisch onderzoek van leidingwater (Med. 1 Raad v. Bijstand KIWA). — *Water* **35**(1951)264.

December 1964

SAMENVATTING

van

Mededeling no 5 van de Biologische Studiecommissie (B.S.C.) van het Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V. KIWA

„Wormen en andere dierlijke organismen in leidingwater”

Het is de Commissie gebleken, dat in het algemeen alleen het water uit leidingnetten van bedrijven, die het ruwe water winnen uit zeer voedselarme zandgronden, arm is aan dierlijke organismen. In verreweg de meeste gevallen worden deze organismen echter in het niet of zwak gechlorde water van de bedrijven aangetroffen.

Water, dat rijk is aan assimileerbare organische stoffen, aan organische en minerale stikstof, geeft aanleiding tot een overvloedige ontwikkeling van een microflora op de buiswanden, waardoor ook de mogelijkheid aanwezig is van de ontwikkeling van een gevarieerde fauna. In niet gechlorde water kan men deze groei veelvuldig vaststellen.

Tot de meest hinderlijke en voor de gebruiker soms visueel waarneembare organismen behoren behalve wormen, zoals Oligochaetae, Nematoda, Turbellaria enz., de navolgende groepen: Cladocera, Copepoda, Crustaceae en Hydrocarinae.

De gebruiker merkt in het algemeen weinig van de aanwezigheid van deze organismen, omdat de meeste de eigenschap hebben om zich aan de wanden van het leidingnet vast te houden. De aanwezigheid blijkt eerst door het water krachtig af te spuien en dit door een fijnmazig planktonnet te filtreren. De Commissie is van mening, dat dit afspuien door de meeste bedrijven in onvoldoende mate wordt bedreven en dat integendeel de frequente toepassing van een stelselmatig spuiprogramma een algemene noodzaak is. De Commissie vermeldt de volgende oorzaken van besmetting van een waterleidingnet met dierlijke organismen.

- a. Van oorsprong in het ruwe water aanwezige organismen, kunnen in de zandfilters verder leven en zich vermeerderen, waarbij die organismen, die over een eigen beweging beschikken, het zandbed ook kunnen passeren.
- b. De op deze wijze in reinwaterreservoirs doorgedrongen organismen kunnen zich daar verder ontwikkelen.
- c. De infectie van open filters en via open toevoerkanalen, ramen enz. door stof en insecten.
- d. De besmetting van het water bij het repareren of leggen van

leidingen, waarbij vaak onvoldoende aandacht wordt besteed aan het desinfecteren.

Zijn de organismen eenmaal in het leidingnet gekomen dan vermenigvuldigen vele soorten zich er goed.

De Commissie is van mening, dat de bedoelde organismen op zichzelf niet schadelijk zijn voor de gezondheid en dat de aanwezigheid dus meer een esthetisch dan een hygiënisch bezwaar oplevert.

De Commissie stelt voor een nieuwe biologische norm toe te voegen aan de chemische en bacteriologische normen voor drinkwater, t.w.: „Leidingwater dient vrij te zijn van voor de gebruiker visueel waarneembare organismen”. Een absolute norm, waarin de volledige afwezigheid van hogere organismen geëist wordt, is n.l. onbereikbaar.

Het gebruik van toxische chemische produkten, waarmee dit zou kunnen worden bereikt, is naar haar oordeel niet zonder risico's. Om aan de voorgestelde norm te voldoen beveelt de Commissie de volgende maatregelen aan.

1. De verplichte desinfectie of liever sterilisatie met chloor van gerepareerde en nieuw gelegde leidingen.
2. Verwijdering of beperking van de open toevoerwegen van stof en insecten in alle stadia van de zuivering en het transport.
3. Een periodieke schoonmaak van het distributienet door een frequent toegepast en systematisch uitgevoerd spuiprogramma.
4. De beperking van de voedselrijkdom door vermindering van het gehalte aan organische stoffen en ammoniak. Deze reductie kan worden verwerkelijkt door de volgende zonodig gecombineerde zuiveringsmethoden: langzame zandfiltratie, coagulatie met aluminium of ijzerzouten, oxydatie met chloor of chloordioxyde, ozonisatie, droogfiltratie en adsorptie aan actieve kool.
5. Instelling en handhaving van een voldoende hoog opgelost zuurstofgehalte in het water in het gehele distributienet.

SUMMARY

of

Communication no 5 of the Committee to Study Biological growth in Drinking Water of the Institution for the Testing of Waterworks Materials Ltd. KIWA.

„Worms and other animal life in water distribution systems”

The committee agreed on the following general conclusion after thorough analysis of the aquatic life in waterworks piping systems. The presence or absence of aquatic life is generally controlled by the abundant or limited presence of organic substances in the treated water. Apart from aquatic worms a variety of other species of aquatic life has been found in waters rich in organic matter. Often this growth is accompanied or preceded by an abundant microbial growth of harmless autotrophic organisms in non or slightly chlorinated waters.

Relative little inconvenience is encountered by the consumers, due to the properties of these animal organisms to attach to the inner walls of the distribution mains.

The presence of these organisms can be proved by a high speed flushing of the water by means of hydrants. To the opinion of the commission a regular cleaning of the piping system in this way is too much neglected by a lot of Waterworks Companies.

The Committee has enumerated the undermentioned causes of infection of distribution systems.

- a. The passage of the organisms through the sand bed of the rapid or slow sandfilters by their mobility.
- b. A secondary development of the present population in water towers, clear wells and pipes.
- c. The infection of the water by the access of air, dust and insects.
- d. The pollution of pipes during repairs and new constructions.

Though the more or less limited presence of aquatic life in a drinking watersystem is not considered by the Committee as a potential healthhazard, it is certainly judged to be an aesthetic defect of the waterquality.

According to the Committee's feeling the chemical and bacteriological standards of drinking water should be completed with a biological standard. The Committee proposes the following Biological Standard: „Any visible perception of aquatic life in drinking water by the consumer is not acceptable”, the complete absence of animal life being generally unattainable. The use of

toxic chemicals other than disinfectants to eliminate this aquatic life was judged to be not without risks.

The following measures to safeguard the drinking water against biological contamination are proposed.

1. The disinfection of repaired or newly laid watermains; this measure is judged to be obligatory.
2. The elimination or limitation of any open connection of the water with polluted air or surface water in all stages of the purification or transport.
3. The periodical cleaning of the successive parts of the distribution system by a high speed flushing of the water, according to a fixed programm.
4. The limitation or reduction of the organic substances and ammonia nitrogen of the water.

There are several treatments or successive treatments to achieve this purpose, as the slow sandfiltration, a coagulation with alum or iron salts, a chlorination, an ozonization, a non-submerged filtration and a treatment with activated carbon.

5. The maintenance of a sufficient high level of dissolved oxygen in the water of any part of the distribution system.

RÉSUMÉ

de

la 5e Communication de la Commission pour l'étude biologique de l'Institut pour la Réception et Vérification du Matériel des Services de Distribution d'eau S.A. KIWA.

Les vers et les autres organismes d'origine animale dans l'eau potable.

Le Groupe d'experts qui s'occupe de l'étude biologique de l'eau d'alimentation a pu constater que la présence ou l'absence dans les réseaux de distribution d'une faune vivante, est maîtrisée par la présence abondante ou limitée dans l'eau de nourriture d'origine organique.

Les eaux riches en matières organiques assimilables, en azote organique et minérale, donnent souvent lieu à un développement abondant de microbes inoffensives et conséquemment d'une croissance simultanée d'une faune variée. Maintes fois on peut constater une telle croissance abondante dans les eaux non ou peu chlorinées.

Parmi les espèces gênantes et perceptibles au consommateur se trouvent des vers (Oligochaetae, Mematoda, Turbellaria etc.) puis Crustaceae, (Cladocera Copepoda, Asellus aquaticus) et Hydrocarine.

Les consommateurs ne remarquent pas ces créatures vivantes grâce au caractère des organismes d'être capable de s'accrocher aux parois des canalisations. Leur présence peut être constatée en chassant l'eau des conduites à haute vitesse par un robinet de vidange et en filtrant l'eau chassée sur de la toile très fine (35-100 m μ).

La commission estime que la tâche pratique de nettoyage des conduites est à peine exercée par les distributeurs et qu'elle doit au contraire être appliquée assez fréquemment et périodiquement selon une programme fixée.

Les suivantes causes de pénétration initiale des germes de cette faune ont été énumérées.

- a. La pénétration des germes dans l'eau des canalisations à partir des filtres rapides et lents grâce à la mobilité des espèces.
- b. Le développement secondaire dans le châteaux d'eau, réservoirs etc. des organismes sortant des filtres rapides et lents.
- c. L'ensemencement des germes dans l'eau par les portes d'entrée de l'air poussiéreux et par les insectes.

d. La pollution des conduites pendant les réparations et les nouvelles constructions.

Quoique la présence ou l'abondance de la faune dans l'eau potable ne soit pas jugée d'une importance hygiénique mais plutôt esthétique, la Commission a formulé que l'eau potable doit être exempte de tout espèce de vie perceptible au consommateur, l'absence absolue de ces organismes étant probablement inaccessible.

La Commission a donc proposé d'ajouter aux normes chimiques et bactériologiques une norme biologique qui doit être conçue dans les termes suivantes: „L'eau potable doit être exempte de toute vie perceptible au consommateur”.

L'usage de produits toxiques pendant l'épuration de l'eau ou le dosage de ces produits dans l'eau distribuée fut jugé sans risques. Afin d'atteindre l'assainissement de l'eau potable au point de vue biologique, la Commission propose de maintenir et d'appliquer les mesures suivantes.

1. La stérilisation obligatoire des conduites après des travaux de réparation ou d'installation;
2. L'élimination ou la limitation des portes d'entrée de la poussière et de l'eau biologiquement polluée dans tous les stades réparation ou d'installation;
3. Le nettoyage périodique et systématique du réseau de distribution aussi bien que des conduites de grand diamètre (plus de 300 mm);
4. La limitation ou réduction des teneurs de l'eau en matières organiques assimilables et en ammoniacale. Cette réduction peut être effectuée par la filtration lente, une coagulation avec des sels d'alumine ou de fer, une oxydation au moyen du chlore ou ClO_2 , l'ozonisation, la filtration non submergée ou l'adsorption au charbon actif;
5. Le maintien d'une teneur élevée en oxygène dissous dans l'eau de tout le réseau.

ZUSAMMENFASSUNG

von

*Mitteilung Nr. 5 des Biologischen Studienausschusses
des Prüfungsinstituts für Wasserleitungsartikel A.G. KIWA*

„Würmer und andere Tierformen im Trinkwasser“

Die von dem Ausschuss eingestellten Untersuchungen zeigten dass das Vorkommen und die Entwicklung von Wasserorganismen in einem Rohrnetz eines Wasserwerkes in hohem Masse beeinflusst werden von der Anwesenheit der für diese Organismen unentbehrlichen Nahrungsstoffe im distribuierten Wasser. Die in dieser Hinsicht sehr nahrungsarmen Trinkwässer sind praktisch frei von diesen Organismen wozu nicht nur Würmer, sondern auch eine Anzahl anderer Tierarten, wie Schnecken, Krebstiere, usw., gerechnet werden können.

Weil die meisten Tierarten imstande sind sich an den Rohrwänden festzuhalten und sich der Strömung zu widersetzen, werden sie nur selten von den Wasserverbrauchern bemerkt.

Nur bei einer grösseren Strömungsgeschwindigkeit werden die Tiere mitgeführt. Wenn man das Spülwasser durch ein feinmaschiges Sieb hindurchführt, werden die Tiere zurückgehalten. In dieser Weise kann man einen Eindruck davon bekommen, welche Tiere das Rohrnetz bevölkern und in welchen Mengen. Da viele Wasserwerke solch eine Prüfung unterlassen, ist die Betriebsleitung unbekannt mit demjenigen, das im Rohrnetz lebt und kriecht.

Unter Umständen können bestimmte Organismen sich massenhaft entwickeln oder die Rohrwände loslassen. In solchen Fällen können die Tiere an den Zapfstellen ans Tageslicht treten.

Die Kommission nennt die folgenden Möglichkeiten, wodurch eine Infektion mit Wasserorganismen verursacht werden kann.

a. Bei Grundwasserwerken können tierische Organismen, die in strömendem Grundwasser leben, oder in Brunnen oder Filtern gelangt sind, imstande sein sich in den Filtern zu entwickeln und durch ihre Beweglichkeit die Filter zu passieren.

b. Dasselbe kann der Fall sein mit Organismen, die von Natur in Oberflächenwässer vorkommen.

c. Organismen können einen Weg zum Reinwasser finden in Rissen, entstanden in den Wänden von Filtern, Behältern usw., wobei das hinaussickernde Leckwasser die Wassertiere anzieht.

d. Auch von der Luftseite kann eine Infektion stattfinden falls

die Entlüftungsöffnungen von Reinwasserbehältern u.d. nicht zweckmässig abgedichtet worden sind.

e. Bei Rohrverlegung und Rohrreparation ist einer Infektion kaum zu entgehen.

Der Ausschuss ist der Meinung, dass die Anwesenheit der hier in Betracht kommenden Organismen im Trinkwasser, an und für sich, nicht schädlich ist für die Gesundheit des Verbrauchers, Das Bedenken gegen die Anwesenheit von Würmern, Schnecken und dergleichen liegt deshalb nicht auf hygienischem, sondern auf ästhetischem Gebiet. Diese Unannehmlichkeit ist jedoch solcher Art, dass alle Massnahmen getroffen werden müssen, um das Eindringen und das sich Entwickeln von Organismen im Leitungsnetz zu verhindern.

Der Ausschuss ist somit der Ansicht, dass an die für gutes Trinkwasser geltenden chemischen und bakteriologischen Normen noch eine biologische Norm zugefügt werden soll und zwar in diesem Sinne, dass im Trinkwasser keine tierischen Organismen, die für den Verbraucher in irgendeiner Weise wahrnehmbar sind, vorkommen dürfen.

Zur Erfüllung der letztgenannten Bedingung soll an erster Stelle nicht das Mittel der chemischen Bekämpfungsmittel ergriffen werden, sondern es soll vielmehr gestrebt werden nach einer Verhütung der Infektion des Rohrnetzes, wozu die folgenden Richtlinien empfohlen werden.

1. Die Aufbereitung des Trinkwassers soll besonders die Entfernung jener organischen Stoffe bezwecken, die mittelbar oder unmittelbar Nahrungsstoffe für die Tiere erschaffen können. Da das Ammonium-ion eine Energiequelle für die nitrifizierenden Bakterien bildet, muss Ammonium im Leitungswasser als unerwünscht betrachtet werden.

2. Eine sehr sorgfältige Aufsicht beim Verlegen und bei der Reparatur von Leitungen, wobei eine Desinfektion verpflichtend gestellt werden muss und zuvor ein kräftiges Spülen neuerlegter Leitungen .

3. Eine wachsame Kontrolle damit dem Eindringen von Fremdstoffen und von fremdem Wasser in die Anlagen für die Aufbereitung des Wassers, in die Reinwasserbehältern und das Rohrnetz vorgebeugt wird.

4. Ein Programm für das zweckmässige und planmässige Spülen des Rohrnetzes, auch der grossen Hauptleitungen.

5. Eine Kontrolle auf einen befriedigenden Sauerstoffgehalt des Wassers, bis zu den äussersten Enden des Rohrnetzes.