Actuele bacteriologische problemen bij opslag, transport en distributie van drinkwater

Voordracht uit de 38e vakantiecursus in drinkwatervoorziening 'Bedrijfsmatige aspecten van transport en distributie', gehouden op 9 en 10 januari 1986 aan de TH Delft.



D. VAN DER KOOIJ
KIWA NV

Inleiding

De beoordeling van de bacteriologische gesteldheid van drinkwater berust sinds het begin van deze eeuw op het onderzoek naar de aanwezigheid van bacteriën die indicatief zijn voor een fecale verontreiniging van het water. Aangenomen wordt dat bij afwezigheid van dergelijke organismen in volgens wettelijk voorschrift te onderzoeken hoeveelheden drinkwater, geen gevaar bestaat voor overbrenging van de klassieke zogenoemde 'waterborne diseases' tyfus en cholera. Bepalingen van koloniegetallen van bacteriën, gekweekt op rijke voedingsbodems die enkele dagen worden bebroed, maken eveneens reeds lang deel uit van het bacteriologisch onderzoek van drinkwater. Deze koloniegetallen geven vooral inzicht in de mate waarin de verschillende zuiveringsprocessen en opslag, transport en distributie van invloed zijn op de in het water aanwezige aantallen bacteriën die zich op deze voedingsbodems snel kunnen vermeerderen. Voor nadere informatie over de achtergronden van het bacteriologisch onderzoek van drinkwater zij verwezen naar de 34e Vakantiecursus in drinkwatervoorziening [Havelaar, 1983; Huisman, 1982 en naar Van der Kooij, 1980].

Met de huidige technieken voor winning, zuivering en distributie van drinkwater kan goed aan de boven bedoelde bacteriologische kwaliteitseisen worden voldaan. In de afgelopen periode van circa 10 jaren is echter gebleken dat drinkwater, dat aan deze eisen voldoet, toch een rol kan spelen bij de overdracht van ziekteverwekkende bacteriën. Bepaalde *Mycobacterium* soorten zijn in drinkwaterinstallaties aangetroffen. Deze aanwezigheid kon in verband worden gebracht met het optreden van longinfecties met *M. kansasii* in de betreffende regio [Kubin et al, 1980]. Tobin en medewerkers [1980] vonden *Legionella pneumophila*, de veroorzaker van de 'veteranenziekte' in het warmtapwatersysteem van een ziekenhuis en maakten aannemelijk dat dit water de besmettingsbron was. Ook in Nederland is warm tapwater als besmettingsbron voor het optreden van legionellose aangewezen [Meenhorst et al, 1983; Van Ketel et al, 1983].

In 1984 maakten onderzoekers in Australië melding van een relatie tussen de aantallen bacteriën van het geslacht *Aeromonas* in drinkwater en het aantal gevallen van diarree waarbij deze organismen in de faeces werden gevonden [Burke et al 1984a]. Deze publikatie verscheen kort nadat in het voorjaar een plotselinge toename van de *Aeromonas* aantallen in het drinkwater van de Duinwaterleiding van 's-Gravenhage was waargenomen. Onderzoek uitgevoerd door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en Milieuhygiëne wees uit dat de hier aangetroffen *Aeromonas* soorten enterotoxinen konden produceren [Hoekstra et al, 1985]. Deze ontwikkelingen leidden tot een grote belangstelling voor aanwezigheid van *Aeromonas* soorten in het drinkwater.

Een probleem van geheel andere aard was het optreden van hardnekkige besmettingen van het drinkwater met bacteriën van de coligroep in het voorjaar en de zomer van 1983 bij enkele waterleidingbedrijven. Medewerkers van Gemeentewaterleidingen (Amsterdam) toonden aan dat toepassing van een glijmiddel met gewijzigde samenstelling hiervan de oorzaak was.

Uit bovengenoemde ervaringen blijkt dat ook andere bacteriesoorten dan de organismen die als indicator voor een fecale verontreiniging dienst doen aandacht verdienen. Bovendien komt naar voren dat het drinkwater onder bepaalde omstandigheden, zonder dat van een fecale besmetting sprake is, hoge aantallen bacteriën van de coligroep kan bevatten door het gebruik van besmet materiaal. In het onderstaande zullen deze ervaringen en problemen nader worden uiteengezet. Op de *Legionella* problemen zal slechts zeer kort worden ingegaan. Hierover is reeds eerder uitvoerig gerapporteerd [Van der Kooij, 1984]. Ook de problemen met de glijmiddelen komen slechts beknopt aan bod. Een uitgebreide publikatie over dit onderwerp is in voorbereiding. De *Aeromonas* problematiek is geplaatst in het licht van de tot eind 1985 gepubliceerde gegevens. Thans lopen op dit gebied in Nederland verschillende onderzoeken waarover in de nabije toekomst zal worden gerapporteerd.

Mycobacteriën

Eigenschappen

Mycobacteriën behoren tot het geslacht *Mycobacterium*. De bekendste soort van dit geslacht is *M. tuberculosis*, de veroorzaker van tuberculose bij de mens. In 1882 isoleerde en kweekte Robert Koch dit organisme voor de eerste maal. Sindsdien zijn ook andere soorten, de zogenaamde atypische mycobacteriën, gevonden. Een kenmerkende eigenschap van mycobacteriën is dat ze zuurvast zijn. Dit betekent dat de kleurstof carbolfuchsine zelfs bij behandeling met een zure alcoholoplossing aan het celmateriaal gebonden blijft. De samenstelling van de celwand, die veel wasachtige verbindingen bevat, is hiervoor verantwoordelijk. Opvallend is verder dat vele *Mycobacterium* soorten zelfs op zeer rijke voedingsbodems uiterst traag groeien. Mede als gevolg van deze trage groei en de selectieve kweekmethoden, die werden gebruikt om *M. tuberculosis* aan te tonen, werden de atypische mycobacteriën niet vaak waargenomen. Dientengevolge kwam de klassificatie van de atypische mycobacteriën traag op gang. Thans wordt echter onderscheid gemaakt in 54 verschillende *Mycobacterium* soorten. Naast de soorten die uitsluitend als pathogenen voorkomen (*M. tuberculosis*, *M. bovis* en *M. leprae*) bezitten een aantal andere soorten in meer of mindere mate ziekteverwekkende eigenschappen (opportunistisch pathogeen). Met name personen met een verminderde weerstand kunnen hiervan het slachtoffer worden. Tot de atypische mycobacteriën met ziekteverwekkende eigenschappen behoren onder meer *M. kansasii*, *M. xenopi* en *M. fortuïtum*. [Runyon, 1980; Good, 1985]. *M. kansasii* werd in 1955 gedefinieerd. Dit organisme vormt een pigment (caroteen) wanneer in het donker gekweekte kolonies aan het licht worden blootgesteld.

Aanwezigheid in drinkwater(installaties)

Door hun trage groei en de eisen die mycobacteriën aan de voeding stellen, zijn deze organismen niet aantoonbaar met de bij het onderzoek van drinkwater gebruikelijke media. Met behulp van kleuringstechnieken werden echter al in het begin van deze eeuw zuurvaste bacteriën in het drinkwater aangetroffen [Collins et al, 1984]. In de jaren 1969-1971 is voor het eerst melding gemaakt van de isolatie van *M. kansasii* uit drinkwater [Bailey et al, 1970; Chapman, 1971]. Voordien nam men aan dat dit organisme zich vooral in de grond vermeerderde, al kon dit niet worden aangetoond [Chapman, 1971]. McSwiggan en Collins vonden [1974] *M. kansasii*, *M. xenopi* en *M. gordonae* in water uit kranen in een ziekenhuis in Noord Londen. Aanleiding voor dit onderzoek was een opvallende toename aan eenmalige isolaties van *M. xenopi* uit patiëntenmateriaal. Dizon en medewerkers [1976] onderzochten het drinkwater van hun laboratorium omdat ze opvallend veel zuurvaste bacteriën in hun preparaten waarnamen en isoleerden *M. gordonae* uit het water. Ook Goslee en Wolinsky [1976] vonden *M. gordonae* in drinkwater. *M. kansasii* en *M. fortuïtum* werden hierin eveneens aangetroffen, zelfs in aanwezigheid van chloor (maximum totaal chloor: 1.3 mg/l). *M. kansasii* bleek vooral aanwezig in monsters genomen uit doodlopende leidingen.

Naar aanleiding van een opvallend hoog aantal isolaties van *M. kansasii* uit patiëntenmateriaal afkomstig uit Rotterdam en omgeving, onderzocht het Rijksinstituut voor Volksgezondheid in 1975 het drink-

water ter verklaring van deze isolaties [Engel, Havelaar en Berwals, 1977]. Vooral omdat de *M. kansasii* isolaten tot een bepaald (faag)type behoorden werd aan een gemeenschappelijke infectiebron gedacht.
M. kansasii werd geïsoleerd uit 49% van de monsters genomen uit 78 verschillende kranen die meermalen werden bemonsterd. Ook andere mycobacteriën en met name *M. gordonae* en *M. gastri* werden aangetroffen. De geïsoleerde *M. kansasii* stammen bleken voor het overgrote deel te behoren tot het faagtype dat ook in patiëntenmateriaal domineerde [Engel and Berwald, Havelaar, 1980; Engel, Berwald, Grange, Kubin, 1980]. Opmerkelijk was verder dat *M. kansasii* slechts in 1 van 112 monsters genomen uit de hoofdleiding werd aangetroffen. Hieruit concludeerde men dat dit organisme zich vermeerdert in drinkwaterinstallaties in gebouwen.
Opvallend was bovendien dat het organisme vaker en in hogere aantallen werd aangetroffen in monsters uit oude gebouwen dan in monsters uit nieuwe gebouwen. In de winter werd *M. kansasii* vaker gevonden dan in de zomer; vermoedelijk als gevolg van de opwarming van het water door leidingen van de centrale verwarming.
In een mijngebied in Tsjechoslowakije is *M. kansasii* ook frequent geïsoleerd uit patiëntenmateriaal, vooral bij personen werkzaam in de (mijnbouw)industrie.
Alle personen waarbij *M. kansasii* bij herhaling werd geïsoleerd hadden longaandoeningen [Kubin et al, 1980]. Men ging er vanuit dat blootstelling vooral plaatsvond via water uit douches voor mijnwerkers.
Hierin is *M. kansasii* aangetoond door Pelikan en medewerkers [1973] en Kaustova en medewerkers [1981]. *M. kansasii* en vooral ook andere mycobacteriën werden tevens aangetroffen in andere drinkwatersystemen in het betreffende industriegebied.
Deze organismen bleken vooral aanwezig in schraapsel van leidingwanden en ontmantelde tapkranen; in watermonsters genomen bij de zuiveringsinstallaties werd *M. kansasii* niet gevonden. Deze bevindingen wijzen dus eveneens op een vermeerdering van *M. kansasii* in drinkwaterinstallaties.
Bepaalde kunststoffen lijken deze meerdering te versterken [Groothuis et al, 1983]. Het feit dat *M. kansasii* in het voorzieningsgebied van het waterleidingbedrijf van Rotterdam vaak is aangetroffen, doch niet of slechts incidenteel is gevonden in een aantal andere stedelijke gebieden in Nederland [Groothuis, Berwald, 1982], kan wijzen op een invloed van de samenstelling (grondstof/zuivering) van het drinkwater.
Andere mycobacteriën en met name *M. gordonae* komen veel vaker en meestal in hogere aantallen voor in drinkwater dan *M. kansasii*. Het ziet er zelfs naar uit dat vermeerdering van deze organismen in uitlopers van het leidingnet en in drinkwaterinstallaties, een vaak voorkomend verschijnsel is [Haas et al, 1983]. Dit sluit aan bij waarnemingen dat reinkultures van bepaalde *Mycobacterium* soorten zich in water bij lage gehaltes aan afbreekbare verbindingen kunnen vermeerderen [Kanda, 1973; Carson et al, 1978].

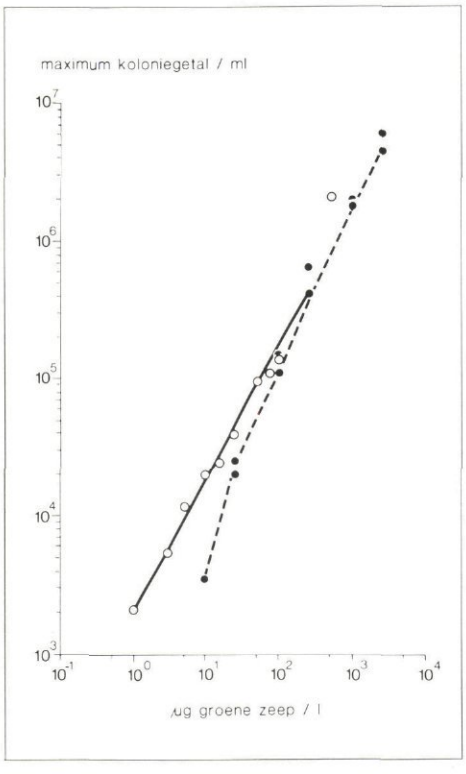
Bestrijding
De bestrijding van *M. kansasii* lijkt geen eenvoudige zaak. Daar het organisme niet alleen in de kranen, maar ook in leidingen in gebouwen is aangetroffen heeft vervangen van de kranen geen zin. Met chloren wordt weinig bereikt daar de atypische mycobacteriën zeer resistent zijn tegen dit desinfectiemiddel [Sütücü and Haas, 1976; Carson et al, 1978; Haas et al, 1983].
Vermoedelijk is dit een gevolg van de bijzondere samenstelling van de celwand van deze organismen. Ook *M. kansasii* is relatief ongevoelig voor chloor; bij de drinkwaterleiding van Rotterdam werd echter geconstateerd dat 1 mg chloordioxide per liter binnen 10 minuten een reductie van meer dan 5 log eenheden tot gevolg had [Hoogendorp, 1983]. Dit desinfectiemiddel wordt in Nederland weinig toegepast.
Uit het bovenstaande blijkt dat er aanwijzingen zijn dat bepaalde leidingmaterialen alsmede de watersamenstelling van invloed zijn op de groei van mycobacteriën. Onder Nederlandse omstandigheden is kolonisatie van drinkwaterinstallaties door *Mycobacterium kansasii* in de regel evenwel beperkt. Toepassing van materialen die de groei van bacteriën niet bevorderen kan vermeerdering van *M. kansasii* en van andere atypische mycobacteriën in drinkwaterinstallaties wellicht verder beperken.

Legionella's
Met de identificatie in 1977 van de veroorzaker van de zogenoemde 'veteranenziekte' werd een tot dan toe onbekende soort toegevoegd aan de lijst van de ziekteverwekkende bacteriën. Consequenties voor de drinkwatervoorziening kreeg deze ontwikkeling in 1980 toen Tobin en medewerkers legionella's uit een warmtapwaterinstallatie isoleerden [Tobin et al, 1980]. Hierdoor werd een relatie gelegd tussen de aanwezigheid van deze organismen in warmtapwatersystemen en het optreden van ziektegevallen (legionellose) veroorzaakt door dit organisme. Ook in Nederland is een dergelijke relatie gevonden [Meenhorst et al, 1983; Van Ketel et al, 1983]. Legionella's zijn vooral aangetroffen in warmtapwatersystemen van ziekenhuizen, maar ook in andere gebouwen [Meenhorst et al, 1983; Wagenvoort et al 1982; Van der Kooij en Hoekstra, 1984]. In lang niet alle situaties waarbij dit organisme is aangetoond zijn gevallen van legionellose geconstateerd [Bartlett et al, 1983]. Deze treden vooral op indien personen met een verminderde weerstand worden blootgesteld aan aerosolen waarin relatief hoge aantallen van het organisme aanwezig zijn. Bij niet tijdige onderkenning van de aard van de aandoening kan legionellose een dodelijke afloop hebben.
Legionella's kunnen niet groeien in/op de bij het bacteriologisch drinkwateronderzoek toegepaste voedingsmedia. Wel kunnen ze zich, in tegenstelling tot pathogene bacteriën afkomstig uit het maagdarmkanaal, vermeerderen in drinkwaterinstallaties.
De huidige bacteriologische kwaliteitseisen voor water voor menselijke consumptie hebben derhalve geen functie bij het voorkómen van legionella-infecties via verwarmd drinkwater.
Voorwaarde voor de vermeerdering van legionella's in drinkwaterinstallaties is dat de temperatuur binnen bepaalde grenzen blijft. Als voedingsbodem lijken vooral bepaalde leidingmaterialen (inclusief pakkingen etc.) een rol te spelen [Colbourne et al, 1984; Van der Kooij en Hijnen, 1984; Schofield and Locci, 1985]. Opmerkelijk is verder dat legionella's, in tegenstelling tot vele andere bacteriën, weinig of geen hinder lijken te ondervinden van de vaak relatief hoge koperconcentraties in het water in drinkwaterinstallaties [Hoekstra et al, 1984].
Bij handhaving van de watertemperatuur boven 60 °C in het gehele warmtapwatersysteem worden legionella's uit het systeem geëlimineerd en geweerd. Doorspoelen met water waarvan de temperatuur hoger is dan 60 °C leidt tot reductie van de aantallen legionella's. Deze handeling dient echter periodiek te worden herhaald. Het gebruik van chloor is voor de bestrijding van legionella's in warmtapwatersystemen niet doelmatig daar het organisme relatief ongevoelig is voor dit middel [Kuchta et al, 1983, 1985]. Bovendien is de bereikbaarheid van het organisme in de systemen beperkt.
Toepassing van materialen die de groei van legionella's niet bevorderen zou aan een verdere beperking van legionella's in drinkwaterinstallaties kunnen bijdragen. Dit geldt met name ook voor delen van de installaties waarin het water op indirecte wijze wordt verwarmd, bijvoorbeeld door de nabijheid van leidingen van het centrale verwarmingssysteem. Derhalve dienen methoden te worden ontwikkeld waarmee de daarvoor in aanmerking komende materialen kunnen worden onderzocht op hun vermogen om de groei van legionella's te bevorderen.

Glijmiddelen
In de zomer van 1983 trad in bepaalde delen van het leidingnet van Gemeentewater-

leidingen (Amsterdam) een hardnekkige besmetting met bacteriën van de coligroep op. Een bepaald glijmiddel dat bij buisverbindingen werd toegepast bleek de oorzaak van dit probleem te zijn. Bacteriën van de coligroep konden zich hierin vermeerderen. De samenstelling van dit glijmiddel was door de fabrikant onaangekondigd gewijzigd [Keur, 1983].
Reeds voor 1985 was in Nederland en daarbuiten aandacht besteed aan de bacteriegroeibevorderende eigenschappen van glijmiddelen [Hutchinson, 1971; Piket, 1979; Van der Kooij, 1983]. Het onderzoek bij de toenmalige Water Research Association te Medmenham (Engeland) leidde tot de invoering van Medlube, een glijmiddel waarin een bacteriedodende stof is opgenomen [Hutchinson, 1974]. In Nederland wordt nog vaak groene zeep gebruikt als glijmiddel. Groene zeep is bacteriedodend omdat het sterk alkalisch is. Bij geringe concentraties opgelost in water kan het echter de groei van bacteriën sterk bevorderen omdat de aanwezige organische componenten zeer goed afbreekbaar zijn (afb. 1).
Op grond van het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat het gebruik van bepaalde glijmiddelen een verslechtering van de bacteriologische gesteldheid van het drinkwater kan veroorzaken. Dit kan onder meer leiden tot vertragingen bij het (weer) in gebruik nemen van nieuwe of gerepareerde leidingen. Deze problemen kunnen worden voorkomen door gebruik te maken van bacteriedodende glijmiddelen die uit niet of moeilijk afbreekbare verbindingen bestaan. Naar aanleiding van de bovengenoemde problemen is bij het KIWA een aantal glijmiddelen uitvoerig onderzocht op bacteriedodende respectievelijk bacteriegroeibevorderende eigenschappen. Hierover wordt binnenkort gerapporteerd.

Afb. 1 - Maximum koloniegetallen van Aeromonas hydrophila (○) en Enterobacter cloacae (●) na vermeerdering in drinkwater (bij 15 °C) in relatie met de hoeveelheid toegevoegde groene zeep.



Aeromonas

Eigenschappen
Het geslacht *Aeromonas* behoort tot de familie der *Vibrionaceae*. Hiertoe behoort ook het geslacht *Vibrio*, waarvan de soort *Vibrio cholerae*, de veroorzaker van cholera, welbekend is. In zoet water worden met name vertegenwoordigers van de soorten *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae* en *A. sobria* aangetroffen. Aeromonassen zijn beweeglijke, staafvormige bacteriën, die zowel in aan- als in afwezigheid van zuurstof kunnen groeien. Ze kunnen zuur en vaak ook gas vormen uit glucose (soms ook uit lactose) bij 37 °C en produceren onder meer enzymen voor de afbraak van eiwitten, zetmeel, chitine en bloedcellen (haemolyse). Ze kunnen eenvoudige organische verbindingen zoals suikers, organische zuren en aminozuren benutten voor hun groei.
De genoemde soorten vertonen ten aanzien van genoemde eigenschappen wel enige verschillen (Tabel I). Bacteriën van het geslacht *Aeromonas* zijn pathogeen voor koudbloedige dieren zoals amfibiën, reptielen, vissen en slakken. Bij vissen worden aeromonassen vaak in het darmkanaal aangetroffen [Trust and Sparrow, 1974]. Ook warmbloedigen waaronder de mens kunnen door aeromonassen worden geïnfecteerd. Besmettingen met *Aeromonas* kunnen bij de mens leiden tot wondinfecties, bloedvergiftiging of diarree [Von Graevenitz, 1980]. Aangetoond is dat *A. hydrophila* en *A. sobria* enterotoxinen kunnen vormen (zie hieronder).

TABEL I – *Enkele karakteristieke eigenschappen van Aeromonas soorten aangetroffen in (drink)water*[1]

	A. hydrophila	A. caviae	A. sobria
Beweeglijkheid	+	+	+
Groei bij 37 °C	+	+	+
Hydrolyse van:			
– zetmeel	+	+	+
– caseïne/gelatine	+	+	+
– vet	+	+	+
– aesculine	+	+	–
Fermentatie van glucose:			
– zuurvorming	+	+	+
– gasvorming	+	–	(+)[3]
– acetoïne[2]	+	–	(+)
Groei op arabinose	+	+	–

[1] gegevens ontleend aan: Popoff (1984) en Popoff and Veron (1976).
[2] Voges-Proskauer reactie.
[3] (+), >50% positief.

Aanwezigheid in drinkwater
Reeds in 1890 beschreef Zimmerman [1890] een uit het drinkwater van Chemnitz geïsoleerde bacteriesoort, waarvan de eigenschappen overeenkomen met die van het later gedefinieerde geslacht *Aeromonas*. Sanarelli isoleerde in 1891 *Bacillus hydrophilus fuscus* uit een drinkwaterbron bij Wenen. Hij stelde vast dat dit organisme ziekteverwekkend was bij tal van dieren [Frankland and Frankland, 1894]. In 1932 beschreef Von Wolzogen Kühr uitvoerig de bacteriesoort *Pseudomonas fermentans* die hij isoleerde uit het filtraat van de langzame zandfilters te Leiduin. Aanleiding voor zijn onderzoek was de in die tijd heersende opvatting dat in dit water regelmatig bacteriën van de coligroep aanwezig waren. Von Wolzogen Kühr constateerde dat het om *Pseudomonas fermentans* ging.
Dit organisme vormde zuur en gas uit glucose bij 37 °C, doch verschilde van *Escherichia coli* onder meer door een sterke gelatine splitsende werking. Daar de onderzochte stammen aesculine niet konden omzetten is *P. fermentans* vermoedelijk identiek met *A. sobria*. *P. fermentans* werd in de zomer frequenter aangetroffen dan in de winter. Aannemelijk is dat deze bacteriën onder meer afkomstig waren uit de uitwerpselen van muggelarven, die vooral in de zomermaanden in grote aantallen op de langzame zandfilters voorkwamen [Von Wolzogen Kühr, 1932]. Leclerc en Buttiaux [1962] isoleerden eveneens *Aeromonas* soorten uit drinkwatermonsters. Zij meldden dat de aanwezigheid van deze bacteriën storend werkte op de bepaling van bacteriën van de coligroep bij toepassen van de membraanfiltratiemethode. Oorzaak hiervan is dat sommige *Aeromonas* soorten door zuurvorming uit lactose eveneens gele kolonies vormen. Uit deze en vele andere onderzoeken blijkt dat reeds lang bekend is dat aeromonassen algemeen voorkomen in drinkwater.
Recentere informatie over de aanwezigheid van *Aeromonas* in drinkwater is onder meer verstrekt door Lechevallier en medewerkers [1980]. Zij stelden vast dat *Aeromonas* soorten 9,5% tot 21,3% (bij storing in de chloring) vormden van de bacteriën in drinkwater geïsoleerd van standard plate count agar (48 uur bij 35 °C). Van der Kooij [1981] vond dat gemiddeld 6% van het koloniegetal op bouillon agar (24 uur bij 37 °C) van drinkwater (144 monsters) uit *Aeromonas hydrophila* bestond. Andere onderzoekers isoleerden *Aeromonas* met behulp van media die werden toegepast voor het onderzoek naar bacteriën van de coligroep [Clark and Pagel, 1977; Clark et al, 1982; Bonde, 1983]. Met deze niet optimale werkwijze vonden Burke en medewerkers [1984a, b] in Australië in gechloord en niet

gechloord drinkwater *Aeromonas* aantallen variërende tussen enkele tot meer dan 150 per 100 ml. Met name tijdens opslag van het drinkwater in (open!) reservoirs nam het *Aeromonas* aantal sterk toe. In drinkwater bereid uit oppervlaktewater werden de hoogste aantallen in de zomer aangetroffen. Het drinkwater bereid uit grondwater zonder chloring bevatte in de zomer en in de winter hoge *Aeromonas* aantallen, dus zowel bij hoge als bij lage watertemperatuur. Sinds medio 1984 is over de aanwezigheid van *Aeromonas* in drinkwater zeer veel informatie verzameld met behulp van selectieve, voor het onderzoek beter geschikte, media. Met deze media worden hogere aantallen gevonden [Hoekstra et al, 1985]. Een factor die de bepaling van de *Aeromonas* aantallen in drinkwater sterk kan beïnvloeden is het kopergehalte. Reeds bij zeer lage gehalten is koper toxisch voor dit organisme [Hoekstra, persoonlijke mededeling].

Aeromonas soorten zijn algemeen aanwezig in zoet oppervlaktewater. Schubert [1967] trof deze organismen aan in stromend en in stilstaand oppervlaktewater en in afvalwater. Rippey en Cabelli [1980] meldden dat de aanwezigheid van *Aeromonas* sp. in oppervlaktewater een sterke correlatie vertoonde met het chlorofylgehalte. Ook Hazen [1983] vond een duidelijk verband tussen *Aeromonas* aantallen en algen in het water. De alomtegenwoordigheid van deze organismen in zoet water is onder meer terug te voeren op hun vermogen om zich te vermeerderen in aanwezigheid van zeer lage concentraties aan afbreekbare organische verbindingen [Van der Kooij et al, 1981].
Dat *Aeromonas* aanwezig kan zijn in bepaalde voedingsmiddelen, met name zuivelprodukten, is eveneens reeds lang bekend [Kielwein, 1971]. Hierin spelen ze een rol bij bederf tijdens opslag bij lage temperatuur. In vlees, melk en vis namen Palumbo en medewerkers [1985] *Aeromonas* aantallen waar die lagen tussen 10^1 à 10^5 per gram of milliliter produkt; na 7 dagen opslag bij 5 °C vonden ze maximum aantallen van 10^6 à 10^7 per gram of milliliter. Deze aantallen zijn veel hoger dan de aantallen gevonden in drinkwater.

Ziekteverwekkende eigenschappen
Schubert wees in 1967 nog vooral op het vermogen van *A. hydrophila* om wondinfecties te veroorzaken. Meer informatie hierover is o.a. door Ketover en medewerkers [1973] verstrekt. Reeds in 1961 waren er aanwijzingen dat *Aeromonas* verantwoordelijk kan zijn voor maagdarmstoornissen, met name bij personen met verminderde afweer en bij zuigelingen [Lautrop, 1961; Martinez-Silva et al 1961]. In de daarna volgende jaren kwam hierover meer informatie beschikbaar [Rosner, 1964]. Daar *Aeromonas* soorten ook werden geïsoleerd uit de faeces van personen zonder darmstoornissen bleef de enteropathogene betekenis van deze organismen echter lang onduidelijk [Von Graevenitz, 1970]. In 1975 rapporteerden Sanyal en medewerkers dat ze enteropathogene eigenschappen bij *A. hydrophila* stammen hadden vastgesteld. Vele onderzoekers hebben sindsdien melding gemaakt van de vorming van enterotoxinen door *A. hydrophila* stammen [Wadstrom et al, 1976; Ljungh et al, 1977; Gurwith et al, 1977; Boulanger et al, 1977; Cumberbatch et al, 1977; Kaper et al, 1981]. Dergelijke stammen werden geïsoleerd uit faeces, maar bleken ook wijdverbreid in het milieu (water) aanwezig. Tevens bleken *A. sobria* stammen enterotoxinen te kunnen vormen [Boulanger et al, 1977; Watson et al, 1985]. Bij *A. caviae* stammen kon dit niet worden aangetoond, zelfs niet bij stammen afkomstig uit faeces [Burke et al, 1982; Watson et al, 1985].
In Australië werden enterotoxinen vormende aeromonassen aangetroffen bij 10.2% van 1.156 kinderen (90% beneden de 5 jaar) met diarree en bij 0.7% van een zelfde aantal zonder diarree [Gracey, Burke and Robinson, 1982]. Vooral in de zomermaanden werden deze organismen geïsoleerd. Aggar, McCormick en Gurwith [1985] vonden *A. hydrophila* in faeces van 1.1% van 1821 personen met diarree. Ook zij isoleerden meer aeromonassen in de zomer dan in de winter en vonden ze vooral bij kinderen jonger dan 2 jaar. Bij geen van 533 personen zonder diarree namen ze Aeromonassoorten waar.

Bovenvermelde waarnemingen leidden tot de conclusie dat vertegenwoordigers van de soorten *A. hydrophila* en *A. sobria* vooral bij kinderen diarree kunnen veroorzaken.
De vraag is nu in hoeverre blootstelling van de mens aan aeromonassen in het drinkwater van belang is voor het optreden van door deze organismen veroorzaakte stoornissen in het maagdarmkanaal. Burke en medewerkers [1984a, b] zijn van mening dat drinkwater in dit opzicht een rol speelt. Zij baseren deze mening op de waargenomen overeenkomst in de patronen van de aantallen aeromonassen in het drinkwater en de aantallen met dit organisme geassocieerde diarreegevallen. Blootstelling aan aeromonassen kan echter ook via andere wegen dan het drinkwater plaatsvinden, bijvoorbeeld bij recreatie op en in oppervlaktewater en bij het gebruik van bepaalde levensmiddelen.

Onderzoek
Met betrekking tot de hygiënische betekenis van de aanwezigheid van *Aeromonas* in drinkwater is nader onderzoek in Nederland gaande. Bij het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en Milieuhygiëne wordt gekeken naar mate waarin de mens via verschillende wegen (drinkwater, oppervlaktewater, levensmiddelen) met dit organisme kan worden besmet. Ook wordt aldaar onderzoek uitgevoerd ter identificatie van de voor de ziekteverschijnselen verantwoordelijke toxinen. De Rijksoverheid hanteert inmiddels richtniveau's voor *Aeromonas* aantallen in drinkwater, namelijk minder dan 20 per 100 ml in water 'af pompstation' en minder dan 50 per 100 ml in water in het leidingnet. Bij meerdere waterleidingbedrijven bleken zuiveringstechnische maatregelen nodig om aan deze richtsniveau's te kunnen voldoen.
De problemen zijn echter niet eenvoudig oplosbaar wanneer sprake is van vermeerdering van *Aeromonas* in het leidingnet. Waarschijnlijk is hierbij vooral van belang in welke mate het drinkwater verbindingen bevat die de groei van dit organisme direct of indirect bevorderen en in hoeverre zich in het leidingnet situaties voordoen waarin deze organismen zich kunnen vermeerderen (verblijftijd/temperatuur, conditie van het leidingnet). Een aantal waterleidingbedrijven en het KIWA voeren thans onderzoek uit om te komen tot een betere beheersing en beperking van de *Aeromonas* aantallen in het drinkwater. Over de resultaten van de verschillende thans in Nederland lopende onderzoeken zal naar verwachting in de nabije toekomst uitvoerig worden gerapporteerd.

Conclusies
Uit het bovenstaande komt naar voren dat in het afgelopen decennium is gebleken dat de mens door het gebruik van water afkomstig uit het leidingnet onder bepaalde omstandigheden wordt besmet met bacteriën, die bij personen met verminderde weerstand ziektes kunnen veroorzaken. Het gaat hierbij vooral om besmetting van de luchtwegen. Daarnaast zijn vragen gerezen ten aanzien van de toelaatbaarheid van *Aeromonas* in drinkwater, nu gebleken is dat dit organisme het maagdarmkanaal kan infecteren. Het huidige bacteriologische onderzoek van drinkwater richt zich op het voorkómen van de overdracht via drinkwater van de klassieke zgn. 'waterborne diseases' tyfus en cholera. De uitvoering van winning, zuivering en distributie is vooral hierop gebaseerd. Het bacteriologisch onderzoek met behulp van niet selectieve voedingsbodems ter bepaling van koloniegetallen geeft geen informatie over de in de voorgaande paragrafen beschreven bacterietypen. Hiervoor zijn selectieve media nodig. Mycobacteriën en legionella's blijken zich onder bepaalde omstandigheden vooral in drinkwaterinstallaties te vermeerderen. *Aeromonas* aantallen kunnen toenemen in het drinkwater tijdens opslag en verblijf in

het leidingnet. Glijmiddelen kunnen leiden tot verhoogde aantallen bacteriën van de coligroep. De eigenschap van genoemde organismen om zich te vermeerderen in het drinkwater tijdens opslag, transport en distributie vormt een essentieel punt van verschil met de echte indicator voor fecale verontreiniging, *Escherichia coli* en met de obligaat pathogene bacteriesoorten die zich vrijwel uitsluitend in een gastheer vermeerderen. Een aantal kenmerken en gedragingen van de hierboven beschreven bacterietypen zijn in tabel II samengevat.

Voor de bestrijding van de beschreven bacteriesoorten kunnen desinfectiemiddelen en methoden worden toegepast, zoals chloor, chloordioxide, ozon en UV-straling. Toepassing van UV-straling, chloor of ozon kan leiden tot reductie van de aantallen bij de zuivering. Deze werkwijzen zijn echter ongeschikt voor de bestrijding van (de vermeerdering van) deze organismen in het leidingnet. Chloordioxide kan hiervoor mogelijk wel worden gebruikt. Gebrek aan kennis over de ongewenste neveneffecten verhindert echter nog een meer algemene toepassing van dit middel.
Voor een structurele oplossing van de genoemde bacteriologische problemen dient echter vooral te worden gezocht naar mogelijkheden om de factoren die de vermeerdering van bacteriën in het drinkwater versterken, te elimineren. Constructiematerialen en chemicaliën, die worden toegepast in drinkwaterinstallaties of in transport en opslagmiddelen, behoren de groei van bacteriën niet te bevorderen. Derhalve dienen ze mede op deze eigenschap te worden beoordeeld met daarvoor geschikte keuringsmethoden. Tevens zal moeten worden nagegaan in welke mate een verlaging van het gehalte aan gemakkelijk afbreekbare verbindingen (AOC, ammoniak, methaan) in het drinkwater nodig en haalbaar is om nagroei verder te beperken. Onderzoek op genoemde terreinen is reeds gaande.

TABEL II – *Gedrag van enkele ziekteverwekkende bacteriesoorten aanwezig in drinkwater.*

	Mycobacterium kansasii	Legionella pneumophila	Aeromonas soorten[1]
Pathogene eigenschappen	+	+	+ huid(wond)
Plaats van infectie	longen	longen	maagdarmkanaal
Infectie door overdracht via besmet drinkwater	+	+[2]	?
Vermeerdering in:			
– drinkwaterinstallaties	+	+[3]	–[4]
– opslag/distributie	–	–	+
Effect chloor	–	±	+[5]

[1] soorten = *A. hydrophila* en *A. sobria*.
[2] warmtapwater.
[3] vooral warmtapwatersystemen bij watertemperaturen beneden 60 °C.
[4] Aeromonassen zijn zeer kopergevoelig (Hoekstra, pers. meded.). Bij afwezigheid van koperen leidingen is vermeerdering niet uitgesloten.
[5] Aeromonassen zijn wel gevoelig voor chloor maar komen niettemin voor in leidingnetten gevoed met gechloord drinkwater [Lechevalier et al, 1980].

Geraadpleegde literatuur

Agger, W. A., McCormick, J. D. and Gurwith, M. J. (1985). *Clinical and microbiological features of Aeromonas hydrophila-associated diarrhea.* J. Clin. Microbiol. 21: p. 909-913.
Bailey, R.K., Wyles, S., Dingley, M., Hesse, F. and Kent, G. W. (1970). *The isolation of high katalase Mycobacterium kansasii from tap water.* Ann Rev. Respiratory Disease, 101: p. 430-431.
Bartlett, C. L. R., Kurz, J. B., Hutchinson, J. G. P., Turner, G. C. and Wright, A. E. (1983). *Legionella in hospital and hotel water supplies.* The Lancet, December 3: p. 1315.
Boulanger, Y., Lallier, R. and Gousingeau, G. (1977). *Isolation of enterotoxigenic Aeromonas from fish.* Can. J. Microbiol. 23: p. 1161-1164.
Burke, V., Robinson, J., Gracey, M., Peterson, D. and Partridge, K. (1984a). *Isolation of Aeromonas hydrophila from a metropolitan water supply: seasonal correlation with clinical isolates.* Appl. Environ. Microbiol. 48: p. 361-366.
Burke, V., Robinson, J., Gracey, M., Peterson, D., Meyer, N. and Haley, V. (1984b). *Isolation of Aeromonas spp. from an unchlorinated domestic water supply.* Appl. Environ. Microbiol. 48: p. 367-370.
Burke, V., Robinson, J., Atkinson, H. M. and Gracey, M. (1982). *Biochemical characteristics of enterotoxigenic Aeromonas spp.* J. Clin. Microbiol. 15: p. 48-52.
Burke, V., Robinson, J., Berry, R. J. and Gracey, M. (1981). *Detection of enterotoxins of Aeromonas hydrophila by a suckling-mouse test.* J. Med. Microbiol. 14: p. 401-408.
Carson, L. A., Petersen, N. J., Favero, M. S. and Aguero, S. M. (1978). *Growth characteristics of atypical mycobacteria in water and their comparative resistance to disinfectants.* Appl. Environ. Microbiol. 36: p. 839-846.
Chapman, J. S. (1971). *The ecology of the atypical mycobacteria.* Arch. Environ. Health 22: p. 41-46.
Clark, J. A. and Pagel, J. E. (1977). *Pollution indicator bacteria associated with municipal raw and drinking water supplies.* Can. J. Microbiol. 23: p. 465-470.
Colbourne, J. S., Pratt, D. J., Smith, M. G., Fisher-Hoch, S. P., Harper, D. (1984). *Water fittings as sources of Legionella pneumophila in a hospital plumbing system.* The Lancet: p. 210-213.
Collins, C. H., Grange, J. M., Yates, M. D. (1984). *Mycobacteria in water; a review.* J. Appl. Bacteriol: p. 193-211.
Cumberbatch, N., Gurwith, M. J., Langston, C., Sack, R. B., Brunton, J. L. (1979). *Cytotoxic enterotoxin produced by Aeromonas hydrophila: relationship of toxigenic isolates to diarrheal disease.* Infection Immunity 23: p. 829-837.
Dizon, D., Mihailescu, C. and Bae, H. C. (1976). *Simple procedure for detection of Mycobacterium gordonae in water causing false-positive acidfast smears.* J. Clin. Microbiol. 3: p. 211.
Engel, H. W. B., Havelaar, A. H. en Berwald, L. G. (1977). Rapport RIVM, nr. 109/77 Bact.
Engel, H. W. B., Berwald, L. G. and Havelaar, A. H. (1980). *The occurrence of Mycobacterium kansasii in tapwater.* Tubercle 61: p. 21-26.
Engel, H. W. B., Berwald, L. G., Grange, J. M. and Kubin, M. (1980). *Phage Typing of Mycobacterium kansasii.* Tubercle 61: 11-19.
Engel, H. W. B. en Berwald, L. G.; namens een Werkgroep (1980). *Verder onderzoek naar het voorkomen van Mycobacterium kansasii in leidingwater.* Rapport nr. 76180 Bact. Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
Frankland, P. and Frankland, P. (1984). *Micro-organisms in water; Their significance, identification and removal.* Longmans, Green and Co, Londen.
Good, R. C. (1985). *Opportunistic pathogens in the genus Mycobacterium.* Ann Rev. Microbiol. 39: p. 347-669.
Goslee, S. and Wolinsky, E. (1976). *Water as a source of potentially pathogenic mycobacteria.* Am. Rev. Respiratory Desease 113: p. 287-292.
Gracey, M., Burke, V. and Robinson, J. (1982). *Aeromonas associated gastroenteritis.* The Lancet: p. 1304-1306.
Groothuis, D. G., Berwald, L. G. and Baas, J. G. (1983). *Groei van Mycobacterium kansasii in verschillende typen leidingwater; invloed van bebroedingstemperatuur en toevoeging van lood, koper, polyvinylchloride (PVC) en tyleen.* Rapport nr. 128009001, Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
Groothuis, D. G. and Berwald, L. G.; namens een Werkgroep (1982). *Voorkomen van M. kansasii in leidingwater te Amsterdam en te 's-Gravenhage.* Rapport nr. 128102001, Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
Gurwith, M., Bourque, C., Cameron, E. and Green, M. (1977). *Cholera-like diarrhea in Canada; Report of a case associated with enterotoxigenic Escherichia coli and a toxin producing Aeromonas hydrophila.* Arch. Intern. Med. 137: p. 1461-1464.
Haas, C. N., Meijer, M. A. and Paller, M. S. (1983). *The ecology of acid-fast organisms in water supply, treatment and distribution systems.* J. Am. Waterworks Ass. 74: p. 139-144.
Havelaar, A. H. (1983). *Microbiologisch onderzoek van drinkwater.* H_2O 16: p. 105-112.
Hazen, T. C. (1983). *A model for the density of Aeromonas hydrophila in Albemarle Sound, North Carolina.* Microb. Ecol. 9: p. 137-153.
Hazen, T. C. (1979). *Ecology of Aeromonas hydrophila in a South Caroline cooling reservoir.* Microbial Ecol. 5: p. 179-195.
Hoekstra, A. C., van der Kooij, D., Visser, A. and Hijnen, W. A. M. (1984). *Bacteriological, chemical, and physical characteristics of samples from two hot water systems containing Legionella pneumophila compared with drinking water from municipal waterworks.* In: Legionella; proceedings of the 2nd International Symposium (Thornsberry, C., Balows, A., Feeley, J. C. and Jakubowski, W., eds.) p. 343-348. American Society for Microbiology, Washington D.C..
Hoekstra, A. C., de Jonge, H. G. en Hoogcarspel, B. B. (1985). *Aeromonas in het Haagse drinkwater.* Rapport Duinwaterleiding van 's-Gravenhage.
Hoogendorp, C. J. (1983). *Onderzoek naar de desinfecterende werking van chloor en chloordioxide op Mycobacterium kansasii.* Rapport BHB 83-27. Drinkwaterleiding Rotterdam.
Huisman, J. (1982). *Water en ziekte.* H_2O 15: p. 512-517.
Hutchinson, M. (1974). *WRA Medlube: an aid to mains disinfection.* J. Soc. Water Treatment Exam. 23: p. 174-189.
Janda, J. M., Clark, R. B. and Brenden, R. (1985). *Virulence of Aeromonas species as assessed through mouse lethality studies.* Curr. Microbiol. 12: p. 163-168.
Joynson, D. H. M. (1979). *Water; the natural habitat of Mycobacterium kansasii?* Tubercle 60: p. 77-81.
Kaper, J. B., Lockman, H. and Colwell, R. R. (1981). *Aeromonas hydrophila: ecology and toxigenicity of isolates from an estuary.* J. Appl. Bacteriol. 50: p. 359-377.
Kaustova, J., Olsovsky, Z., Kubin, M., Zatloukal, O., Pelikan, M. and Hradil, V. (1981). *Endemic occurrence of Mycobacterium kansasii in water-supply systems.* J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol. 25: p. 24-30.
Kazda, J. (1973). *Die Bedeutung von Wasser für die Verbreitung von potentiell pathogenen Mykobakterien. I. Möglichkeiten für eine Vermehrung von Mykobakterien.* Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 158: p. 161-169.
Ketover, B. P., Young, L. S. and Armstrong, D. (1973). *Septicemia due to Aeromonas hydrophila: clinical and immunologic aspects.* J. Inf. Diseas. 127: p. 284-290.

Piket, R. J. (1979). *Onderzoek groeibevorderende eigenschappen van glijmiddelen.* Eerste interimrapport. Duinwaterleiding van 's-Gravenhage.
Popoff, M. (1984). *Genus III, Aeromonas Kluyver and Van Niel 1936, 398.* In: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.
Popoff, M. and Veron, M. (1976). *A taxonomic study of the Aeromonas hydrophila – Aeromonas punctata group.* J. Gen. Microbiol. 94: p. 11-22.
Rippey, S. R. and Cabelli, V. J. (1980). *Occurrence of* Keur, W. (1983). *Onderzoek van glijmiddelen.* Intern rapport, Gemeentewaterleidingen Amsterdam.
Kielwein, G. (1971). *Pseudomonaden und Aeromonaden in Trinkmilch: ihr Nachweis und ihre Bewertung.* Arch. Lebenmittelhyg. 22: p. 15-19.
Kubin, M., Svandova, E., Medek, B., Chobot, S. and Olsovsky (1980). *Mycobacterium kansasii infection in an endemic area of Czechoslovakia.* Tubercle 61: p. 207-212.
Kuchta, J. M., States, S. J., McNamara, A. M., Wadowsky, R. M. and Yee, R. B. (1983). *Suceptibility of Legionella pneumophila to chlorine in tap water.* Appl. Environ. Microbiol. 46: p. 1134-1139.
Kuchta, J. M., States, S. J., McGlaughlin, J. E., Overmeyer, J. H., Wadowsky, R. M., McNamara, A. M., Wolford, R. S. and Yee, R. B. (1985). *Enhanced chlorine resistance of tap water-adapted Legionella pneumophila as compared with agar medium-passaged strains.* Appl. Environ. Microbiol. 50: p. 21-26.
Lautrop, H. (1961). *Aeromonas hydrophila isolated from human faeces and its possible pathological significance.* Act. Pathol. Microbiol. Scand. 61, Suppl. 144: p. 299-301.
Lechevallier, M. W., Seidler, R. J. and Evans, T. M. (1980). *Enumeration and characterization of standard plate count bacteria in chlorinated and raw water supplies.* Appl. Environ. Microbiol 40: p. 92-930.
Leclerc, H. et Buttiaux, R. (1962). *Fréquence des Aeromonas dans les eaux d'alimentation.* Ann. Inst. Past. Lille, 103: p. 197-97100.
Ljungh, A., Popoff, M. and Wadstrom, T. (1977). *Aeromonas hydrophila in acute diarrheal disease: detection of enterotoxin and biotyping of strains.* J. Clin. Microbiol. 6: p. 96-100.
Martinez-Silva, R., Guzmann-Urrego, M. und Catelitz, F. H. (1961). *Zur Frage der Bedeutung von Aeromonasstämmen bei Säuglingenteritis.* Zeitschr. Tropenmedizin 12: p. 445-451.
Meenhorst, P. L., van Cronenburg, B. J. en van Furth, R. (1983). *De betekenis van leidingwater besmet met Legionella pneumophila voor het ontstaan van legionella-pneumonie als ziekenhuisinfectie.* Ned. Tijdschr. Geneeskd. 127: p. 327-332.
Palumbo, S. A., Maxino, F., Williams, A. C., Buchanan, R. L. and Thayer, D. W. (1985). *Starch-ampicillin agar for the quantitative detection of Aeromonas hydrophila.* Appl. Environ. Microbiol. 50: p. 1027-1030.

Aeromonas hydrophila in limnetic environments: relationship of the organism to trophic state. Microb. Ecol. 6: p. 45-54.
Rosner, R. (1964). *Aeromonas hydrophila as the etiologic agent in a case of severe gastro enteritis.* Am. J. Clin. Pathol. 42: p. 402-404.
Runyon, E. H., Karlson, A. G., Kubica, G. P. and Wayne, L. G. (1980). *Mycobacterium; Chapter 14 (p. 150-179).* In Manual of Clinical Microbiol. Third Ed (Lennette, E. L., Balows, A., Hauser, W. J. H. and Truant, J. P. eds.). American Society for Microbiology, Washington D.C.
Sanyal, S. C., Singh, S. J. and Sen, P. C. (1975). *Enteropathogenicity of Aeromonas hydrophila and Plesiomonas shigelloides.* J. Med. Microbiol. 8: p. 195-198.
Schofield, G. M., Locci, R. (1985). *Colonization of components of a model hot water system by Legionella pneumophila.* J. Appl. Bacteriol. 58: p. 151-162.
Schubert, R. (1976). *Der Nachweis von Aeromonaden der 'Hydrophila-Punctata Gruppe im Rahmen der hygienischen Trinkwasserbeurteilung.* Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B. 161: p. 482-497.
Schubert, R. H. W. (1967). *Die Pathogenität der Aeromonaden für Mensch und Tier.* Arch. Hyg. Bakt. p.709-716.
Schubert, R. H. W. (1967). *Das Vorkommen der Aeromonaden in oberirdischen Gewässern.* Arch. Hyg. 150: p. 688-708.
Schubert, R. H. W. (1964). *Zur taxonomie der Voges-Proskauer negatieven 'hydrophila-ähnlichen' Aeromonaden.* Zentralbl. Bakt. Orig. I. 193: p. 482-490.
Seidler, R. J., Allen, D. A., Lockmann, H., Colwell, R. R., Joseph, S. W. and Daily, O. P. (1980). *Isolation, enumerations, and characterization of Aeromonas from polluted waters encountered in diving operations.* Appl. Environ. Microbiol. 39: p. 1010-1018.
Steadham, J. E. (1980). *High-catalase strains of Mycobacterium kansasii isolated from water in Texas.* J. Clin. Microbiol. 11: p. 496-498.
Sürücu, F. and Haas. C. N. (1976). *Inactivation of new indicator organisms of desinfection efficiency: Part I, Free available chlorine species kinetics.* Proceedings 96th Annual Conference, American Water Works Association, Nwe Orleans.
Tobin, J. O'H., Dunnill, M. S., French, M., Morris, P. J., Beare, J., Fisher-Hoch, S., Mitchell, R. G., Muers, M. F. (1980). *Legionnaires' disease in a transplant unit: isolation of the causitive agent from shower baths.* The Lancet, July: p. 118-121.
Trust, T. J. and Chipman, D. C. (1979). *Clinical involvement of Aeromonas hydrophila.* CMA Journal 120: p. 942-946.
Trust, T. J. and Sparrow, R. A. H. (1974). *The bacterial flora in the alimentary tract of freshwater salmonid fishes.* Can. J. Microbiol. 20: p. 1219-1228.
Van der Kooij, D. en Hijnen, W. A. M. (1984). *Aanwezigheid en bestrijding van Legionella pneumophila, de veroorzaker van de veteranenziekte, in warmtapwater-systemen.* H_2O 17: p. 387-391.
Van der Kooij, D. en Hoekstra, A. C. (1984). *Legionella pneumophila in warmtapwaterinstallaties.* Ziekenhuis-hygiëne en Infektiepreventie 5: p. 103-106.
Van der Kooij, D., Hijnen, W. A. M. en Oranje, J. P. (1981). *Vermeerdering van bacteriën in drinkwater.* H_2O 14: p. 317-323.
Van der Kooij, D. (1981). *Multiplication of bacteria in drinking water.* Antonie van Leeuwenhoek 47: p. 281-282.
Van der Kooij, D., Visser, A. and Hijnen, W. A. M. (1980). *Growth of Aeromonas hydrophila at low concentrations of substrates added to ta water.* Appl. Environ. Microbiol. 39: p. 1198-1204.
Van Ketel, R. J., Rietra, P. J. G. M., Zanen-Lim, G. G. en Zanen, H. C. (1983). *Een epidemie van pneumonie door Legionella pneumophila in een Nederlands ziekenhuis.* Ned. Tijdschr. Geneeskd. 127: p. 324-327.
Von Graevenitz, A. (1980). *Aeromonas and Pleisiomonas.* p. 220-235. In: Lennette, E. H., Balows, A., Hausler, W. J. and Truant, J. P. (eds.). Manual of Clinical Microbiol., 3rd ed. American Society of Microbiology, Washington D.C.
Von Graevenitz, A. and Zinterhofer, L. (1970). *The detection of Aeromonas hydrophila in stool specimens.* Health Lab. Sci. 7: p. 124-127.
Von Wolzogen Kühr, C. A. H. (1932). *Über eine Gärungsmikrobe in Fäkaliën von Muckenlarven.* Zentr. Blatt Bakteriol. Parasitenk. Infektionskrankh. Hyg. Abt. II, 85: p. 223-250.
Wadström, T., Ljungh, A. and Wretlind. B. (1976). *Enterotoxin, haemolysin and cytotoxic protein in Aeromonas hydrophila from human infections.* Acta Path. Microbiol. Scand. Sect. B. 84: p. 112-114.
Wagenvoort, J. H. T., Niemandsverdriet, P. C. J., Monnier, C. and Michel, M. F. (1983). *Legionella pneumophila in a hospital potable hot water supply.* Antonie van Leeuwenhoek 49: p. 612-613.
Watson, I. M., Robinson, J. O., Burke, V. and Gracey, M. (1985). *Invasiveness of Aeromonas spp. in relation to biotype, virulence factors and clinical features.* J. Clin. Microbiol. 22: p. 48-51.
Zimmerman, O. E. R. (1890). *Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer, insbesondere des Wassers der Chemnitzer Wasserleitung.* Erste Reihe. Carl Brunner, Chemnitz.

● ● ●

Raad voor de Drinkwater-voorziening adviseert positief over reorganisatie Zuid-Holland

Minister Nijpels van Milieubeheer heeft een positief advies ontvangen van de Raad voor de Drinkwatervoorziening over het plan tot reorganisatie van de openbare drinkwater-voorziening in de provincie Zuid-Holland. Met dit plan beoogt de provincie het aantal waterleidingbedrijven in Zuid-Holland terug te brengen van 28 naar drie.
Bij zijn advisering heeft de raad ook voor-stellen uit een aantal bezwaarschriften tegen het provinciale plan in beschouwing genomen. Na toetsing komt de raad tot het oordeel dat het reorganisatieplan een alleszins ver-antwoorde grondslag vormt voor de ook in zijn ogen noodzakelijke, reorganisatie aan de openbare drinkwatervoorziening in Zuid-Holland.
De raad merkt op dat om de voordelen van de reorganisatie zo goed mogelijk te kunnen benutten aanvullende maatregelen nodig zijn, zoals zogenaamde verbruikerskantoren om de afstand tussen de nieuwe bedrijven en de verbruikers zo klein mogelijk te houden. Het reorganisatieplan van de provincie voorziet in een driedeling van Zuid-Holland. Het bedrijf West zal de bewoners van het noord-westelijke deel van de provincie voorzien van duinwater. Het bedrijf Zuid zal het Maaswater uit de Biesbosch in het zuid-westelijke deel van de provincie distribueren. Het bedrijf Oost zal met grondwater het oostelijk deel van Zuid-Holland van drink-water voorzien.
In zijn advies noemt de raad als voordeel van de reorganisatie onder meer het in één hand brengen van de duinwaterwinning en infiltratie. De hiermee verband houdende activiteiten kunnen zo ook worden samen-gevoegd in een ook op winning en infiltratie gericht duinbeheer in het gebied West, aldus de raad.