

Auteur Dr. Peter Arens, vertaling Arie van Dommelen, lid TVVL Expertgroep Sanitaire Technieken

Succesvolle reiniging van de bacterie *Pseudomonas aeruginosa*

## Bacteriën in het drinkwater van een nieuw ziekenhuis

Tijdens het TVVL Nationale Congres Sanitaire Technieken (NCST) afgelopen voorjaar heeft de Duitse microbioloog Dr. Peter Arens een presentatie gegeven over de bacterie *Pseudomonas aeruginosa*. Naast ziekteverwekkende legionellosoorten zijn in het Nederlandse drinkwater ook andere ziekteverwekkende micro-organismen aangetroffen zoals de *Pseudomonas aeruginosa*, waarvoor geen regelgeving in het drinkwater geldt. De ziekte veroorzaakt door deze andere ziekteverwekkers zijn niet-meldingsplichtig, maar schattingen laten zien, dat het aantal ziektegevallen waarschijnlijk hoger zal zijn dan het aantal ziektegevallen veroorzaakt door de *Legionella non-pneumophila*-soorten. Dit artikel is eerder gepubliceerd in de Duitse vakbladen waaronder *Health&Care Management*. Het artikel is zo goed als mogelijk vertaald, waarbij de methodiek van aanpak volgens de Duitse wet- en regelgeving intact is gelaten.

*Pseudomonas aeruginosa* wordt beschouwd als een van de gevaarlijkste ziekteverwekkers die via het drinkleidingwater kunnen worden overgedragen. Zou dit kort voor de ingebruikname van een nieuw ziekenhuis worden ontdekt, dan is dat bijzonder rampzalig. Dit is wat er echter in 2016 gebeurde in een ziekenhuis welke in dit artikel niet bij naam genoemd zal worden. De microbiologische onderzoeken in het betreffende nieuwe ziekenhuisgebouw brachten buitensporige aantallen *Pseudomonas aeruginosa* en algemene kolonie-aantallen in het drinkwater aan het licht. Door snel en slim optreden werd de bron van de ziekteverwekker gevonden en werden de ziektekiemen geëlimineerd.

De buitensporige hoeveelheid bacteriën die in het nieuwe ziekenhuisgebouw werd ontdekt, vereiste onmiddellijke maar een gerichte actie. Hoewel het mogelijk is de drinkwaterinstallatie uit te voeren met een filterinstallatie, zou dit aanzienlijke extra kosten met zich mee brengen. Deze zouden rond de 60.000 tot 70.000 euro per maand voor een ziekenhuis met 800 bedden komen te liggen. Bovendien blijft er het wantrouwen van de eigenaar/exploitant van het gebouw, de werknemers en de patiënten ten aanzien van de waterkwaliteit. Daarom is het een kwestie van imago en geld om de oorzaken van dergelijke problemen zo snel mogelijk op te sporen en weg te nemen.

### Wat zijn pseudomonaden?

Terwijl Legionellabacteriën eerder als "tamme huisdieren" worden beschouwd en betrekkelijk goed onder controle gehouden kunnen worden, wordt *Pseudomonas aeruginosa* beschouwd als het "beest" in leidingwaterinstallaties. *Pseudomonas aeruginosa* is een van de meest voorkomende en klinisch significante ziekteverwekkers. Deze bacterie is meestal meervoudig resistent tegen antibiotica en gedijt goed, in vergelijking met *Legionella*, bij een geringe hoeveelheid beschikbare voedingsstoffen. Bovendien vermenigvuldigt het zich zeer snel: verdubbeling vindt plaats in ongeveer 20 minuten, terwijl *Legionella* 2-4 uur nodig heeft. Bovendien vormt het een biofilm en heeft het een groot temperatuurbereik waarin het kan groeien. In vergelijking met de "normale" bacteriën van een leidingwaterinstallatie is deze ondergeschikt, daar deze indien mogelijk niet met chemische maatregelen moet worden teruggedrongen om de "normale" bacteriën grotendeels te behouden en "biofilmbeheer" mogelijk te maken (zie de resultaten van het BMBF-project Biofilmbeheer, ([www.tuhh.de/www/forschung/beendete-projekte/bmbf-verbundvorhaben.html](http://www.tuhh.de/www/forschung/beendete-projekte/bmbf-verbundvorhaben.html))).

### Eerste bevindingen

Bij het eerste onderzoek van het betreffende nieuwe ziekenhuisgebouw werden op sommige monsternamenpunten buitensporige koloniegelden en *Pseudomonas aeruginosa* aangetroffen. *Pseudomonas aeruginosa* is een bijzonder gevaarlijke ziekteverwekker en kan onder bepaalde omstandigheden zelfs levensbedreigend zijn (facultatief pathogeen, uitleg in kader hiernaast). Overeenkomstig DIN EN ISO 19458 wordt slechts 100 ml op de kranen bemonsterd. Op basis van dergelijke bevindingen kan alleen een uitspraak worden gedaan over deze "specifieke" 100 ml. Daarom kan met dit soort bemonstering niet worden vastgesteld of de rest van de installatie ook verontreinigd is.

### Keuze van de juiste bemonsteringspunten en -technieken

Het is belangrijk dat bij de professionele bemonstering van leidingwaterinstallaties rekening wordt gehouden met de voorschriften - alleen dan kunnen en mogen testresultaten worden vastgesteld in relatie tot de grenswaarden van de "Trinkwasserverordnung" (Ned.: Drinkwaterbesluit). Voorts mogen monsters alleen worden genomen door gekwalificeerde monsternemers overeenkomstig Trinkwasserverordnung § 14.

Een van de belangrijkste voorschriften voor microbiologische bemonstering van leidingwaterinstallaties is (DIN EN) ISO 19458 (Waterkwaliteit - Bemonstering voor microbiologische beproevingen). Deze norm is wereldwijd geldig.

### DIN EN ISO 19458 streeft drie onderzoeksdoelstellingen na

In deze voorschriften staat onder andere: "De plaats van bemonstering moet representatief zijn en rekening houden met alle verticale, horizontale en tijdelijke veranderingen". DVGW twin 06 (gratis te downloaden op [www.dvgw.de](http://www.dvgw.de)) schrijft voor legionellaonderzoek voor wat ook nuttig is voor andere microbiologische parameters zoals *Pseudomonas aeruginosa*: "Bemonstering [...] moet worden uitgevoerd onder normale bedrijfsomstandigheden. De [...] reeks monsters [...] wordt op één kalenderdag genomen." De instructie luidt verder: "Indien er aanwijzingen zijn voor opwarming [...] moeten monsters worden genomen voor koud water." (cf. ook DVGW-Info Water nr. 90, maart 2017).

| Zweck (ziehe oben) | Qualität des Wassers   | Entfernen von angebrachten Vorrichtungen und Einsätzen | Desinfektion | Spülung         |
|--------------------|------------------------|--|--------------|-----------------|
| a                  | in der Hauptverteilung | Ja   | Ja           | Ja              |
| b                  | an der Entnahmearmatur | Ja   | Ja           | Nein* (minimal) |
| c                  | wie es verbraucht wird | Nein   | Nein         | Nein            |

Tabel 1: Het type monsterneming moet worden aangepast aan het doel van het onderzoek (DIN EN ISO 19458). In de meeste gevallen moeten de onderzoeken worden uitgevoerd volgens doel b) - ondanks de iets grotere inspanning. Bovendien vereist deze DIN EN ISO een statistische validatie van de resultaten.

In essentie streeft DIN EN ISO 19458 drie onderzoeksdoelen na (tabel 1):

- **Doel a:** beoordeelt het water van het waterbedrijf tot aan de watermeter - daarom moet de leiding altijd grondig worden doorgespoeld voordat monsters worden genomen.
- **Doel b:** wordt gebruikt om na te gaan of leidingwater in een goede kwaliteit op de tappunten kan worden geleverd - daarom wordt hier bemonsterd zonder schuimstraalmondstuk of straalregelaar. Dit is belangrijk omdat zich vaak bacteriën aan de het schuimstraalmondstuk hechten, welke afkomstig zijn uit de lucht of van gebruiksvoorwerpen zoals een vaatdoek of poetsdoek en het resultaat zouden verstoren. Voorts wordt voor doelstelling b) het uitloopgedeelte van de kraan altijd gedesinfecteerd en wordt vóór de bemonstering slechts een klein volume weggegooid.
- **Voor de proeven volgens doel c:** wordt het leidingwater genomen zoals het uit de kraan komt: via het schuimstraalmondstuk / straalregelaar, zonder voorafgaande ontsmetting en zonder aftappen van water. Onderzoeken volgens doel c) kunnen bijvoorbeeld duidelijk maken of een consument een ziekte kan hebben opgelopen bij het gebruik van het water uit deze kraan.

Alleen een duidelijke vraagstelling en statistische evaluaties leiden tot succes. Uit deze verschillende voorbeelden blijkt hoe belangrijk het is om vóór het begin van het onderzoek duidelijk naar het doel van het onderzoek te vragen, ten einde de bemonstering nauwkeurig te kunnen afstemmen.

Voorts is een statistische validatie van de bemonsteringsresultaten vereist volgens bijlage A van DIN EN ISO 19458. Het is bekend dat er in biologische en

**Foto 1:** Wastafelmengkranen, zoals de hier als voorbeeld getoonde "Xeris E-T" met infrarood-sensor, ondersteunen medewerkers bij de hygiënische en probleemloze contactloze bediening van de kranen. Elektronische armaturen zoals deze "Xeris E-T" met thermostaat zorgen voor verbrandingsbeveiliging bij de wastafel, detecteren stilstand van het waterverbruik en reageren hierop met een stagnatiespoeling. Zij worden door de fabrikant Schell droog getest om microbiologisch onberispelijke armaturen te garanderen.



technische systemen, zoals leidingwaterinstallaties, een hoge temporele en ruimtelijke variatie in de testresultaten kan optreden. Daarom moet, na een eerste vaststelling, het aantal monsters worden verhoogd en moeten extra bemonsteringspunten in het onderzoek worden opgenomen.

De belangrijkste vraag is: Is de besmetting plaatselijk of systemisch?

Dit is de belangrijkste vraag. De handhaving van de waterkwaliteit in gebouwen is in hoofdzaak gebaseerd op een regelmatige verversing van het water op alle monsternamenpunten. Waterverversing wordt



**Foto 2:** Speciale hoekstopkranen zoals deze "Comfort PT" van Schell zijn uitgerust met de universeel toepasbare temperatuursensor PT 1000. Daarmee kan de temperatuur van het leidingwater direct bij de tappunten elektronisch worden geregistreerd en via het watermanagementsysteem SWS met rechtszekerheid worden gedocumenteerd.

ook gebruikt om de temperatuur in de installatie op peil te houden door regelmatig koud water en warm water tot aan de tappunten te brengen. De temperaturen moeten regelmatig worden gecontroleerd, aangezien zij worden beschouwd als een indicator voor de juiste microbiologische waterkwaliteit (Foto 2).

"Water moet stromen" is daarom het belangrijkste beschermingsconcept in leidingwaterinstallaties. Het zou echter falen als het vers binnenkomende water niet microbiologisch in orde was. Daarom is het zo belangrijk dit te controleren via systematische bemonstering.

De volgende procedure is zinvol: Voorafgaand aan de eigenlijke bemonstering laat men minimaal drie liter leidingwater weglopen, zodat het te onderzoeken leidingwater zeer waarschijnlijk van een van de verdeelleidingen komt.

Dit komt omdat de technische voorschriften de lengte van de uittapleidingen PWH en PWC (DIN 1988-200 hfdst. 8.1) beperken tot maximaal 3 liter. Een dergelijke bemonstering zou daarom ook zinvol zijn voor legionellatests in de woningbouw, omdat alleen op die manier de invloed van het gebruiksgedrag op het testresultaat tot een minimum kan worden beperkt (vgl. Bundesbaublatt "Erhalt der Wassergüte ist kein Hexenwerk" 3/2017). Indien deze bevinding van een van de stijf- of verdeelleidingen juist is, kan worden aangenomen dat de leidingen in principe leidingwater van een hoge kwaliteit kunnen leveren, indien het systeem voldoende wordt gebruikt. Met één voorbehoud: sporadisch vrijkomende bacteriën, bijvoorbeeld uit besmette delen van de installatie, worden niet altijd op betrouwbare wijze gedetecteerd met een beperkte hoeveelheid monsters.

Oorzaken van verontreiniging bij bemonstering overeenkomstig het doel b

Als het leidingwater uit de voedingsleiding geen vervuiling oplevert, maar de bemonstering niet volgens ISO 19458 doel b), wordt ervan uitgegaan dat de armatuur verontreinigd is. In dit geval zijn er drie mogelijke oorzaken:

- **Oorzaak 1:** De armatuur was al vervuild aangeleverd.
- **Oorzaak 2:** Verontreiniging uit een ander deel van de installatie is in de armatuur terechtgekomen en/of
- **Oorzaak 3:** Als gevolg van onvoldoende waterverversing kunnen bacteriën van buitenaf in de armatuur terechtkomen en zich daar vermenigvuldigen.

Is het armatuur het enige dat besmet is?

Sommige fabrikanten, zoals Schell, testen hun kranen aan het eind van het fabricageproces droog. Op deze wijze kan verontreiniging van het product door de fabrikant op betrouwbare wijze worden uitgesloten. Reeds besmette armaturen zoals oorzaak 1 zijn echter moeilijk te onderscheiden van de hierboven genoemde oorzaken 2 en 3. Dit is echter van groot belang voor het wegnemen van de oorzaak.

Onvoldoende gebruikte tappunten fungeren als kritieke dode leidingen, omdat zij het eindpunt van de installatie vormen. Omdat het water in een leidingwaterinstallatie permanent onder druk staat, kunnen bacteriën "terug groeien", d.w.z. zich vermenigvuldigen, en zo steeds verder het leidingnet binnendringen. Tappunten moeten daarom uiterlijk na 72 uur volgens VDI/DVGW 6023 gebruikt worden. De waterverversing via de kranen is niet mogelijk door spoelstations en ring- of doorlusleidingen!

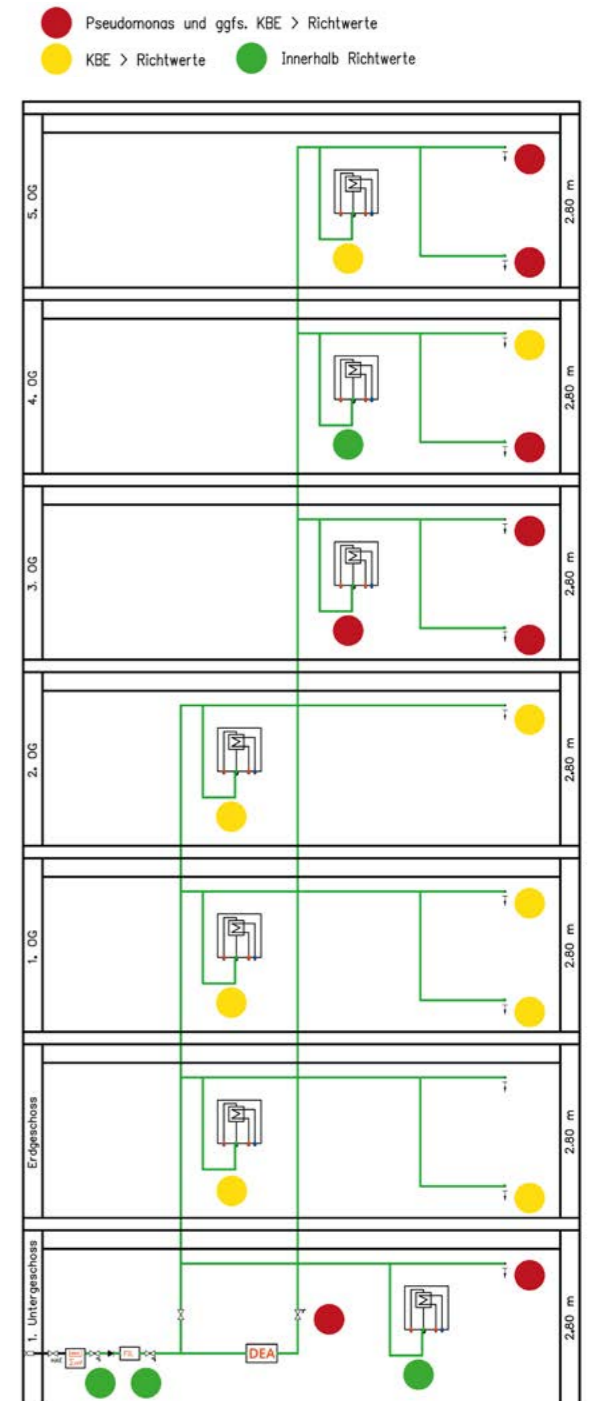
Of deze regelmatige waterverversing handmatig of elektronisch wordt uitgevoerd, is uit hygiënisch oogpunt niet relevant. De enige belangrijke verschillen zitten in het gebruiksgemak, de betrouwbaarheid en de documentatiemogelijkheden van het sanitair (Fig. 02: Xeris E-T met thermostaat).

De beste manier: microbiologische bevindingen in het lijndiagram invoeren

De DVGW beschikt over werkbladen die expliciet ingaan op de desinfectie van microbiologisch verontreinigde leidingwaterinstallaties:

- DVGW W 556 (A): Hygiënisch-microbiële afwijkingen in leidingwaterinstallaties; methodiek en maatregelen om deze te verhelpen.
- DVGW W 557 (A): Reiniging en desinfectie van leidingwaterinstallaties.

In het hierboven genoemde nieuw ziekenhuisgebouw waren het vooral de systematische evaluatie van de bevindingen en hun indeling in het lijndiagram die de juiste aanwijzingen gaven over de oorzaak van de verontreiniging (Fig. 04: Bevindingen in het lijndiagram).



**Figuur 1:** Vereenvoudigd schema van het betreffende nieuwe ziekenhuisgebouw met microbiologische bevindingen. Positieve aanwijzingen voor *Pseudomonas aeruginosa* zijn gevonden bij de hydrofoor en bij de armaturen van de drie bovenverdiepingen welke door de hydrofoor werden gevoed.

## Hydrofoorinstallaties

Microbiologische besmettingen komen bij hydrofoorinstallaties regelmatig voor, omdat ze meestal met water worden getest. Vervolgens worden deze gedesinfecteerd en meestal of kort erna uitgeleverd. Maar desinfectie is slechts een vermindering van het aantal bacteriën. Het maakt producten niet steriel. Daarom kunnen de weinige overlevende bacteriën zich kort na desinfectie weer sterk vermenigvuldigen, wanneer de omstandigheden (water- en watertemperatuur, voedingsstoffen, voldoende tijd) het toelaten.

### Armaturen als "oorzaak"

Bij vergelijking van de bevindingen op de etages met hydrofoorinstallatie (etage 3, 4 en 5) en zonder hydrofoorinstallatie (etage UG, EG, 1 en 2: Fig. 04), werd het volgende geconstateerd: *Pseudomonas aeruginosa* werd alleen aangetroffen op de etages die door de hydrofoorinstallatie werden gevoed. Op de verdiepingen daaronder was het koloniegetal wel verhoogd, maar werden geen pseudomonaden aangetroffen. Aangezien daar dezelfde armaturen zijn geïnstalleerd als op de verontreinigde etages, kan worden aangenomen dat de armaturen "de oorzaak" waren van de verontreiniging bovenstrooms. Deze verontreiniging moet derhalve worden gezocht in het gebied van de installatie bovenstrooms tot aan de hydrofoorinstallatie.

### De hydrofoor als de oorzaak

De hydrofoor bestond uit twee pompen die beurtelings schakelde. Ze werden bemonsterd en vertoonden sporadisch sporen van *Pseudomonas aeruginosa*. Met het verontreinigde hydrofoor werd de oorzaak en dus de belangrijkste aanpak voor de snelste en duurzaamste oplossing gevonden. In de DVGW-werkbladen W 556 en W 557 wordt ook duidelijk aangegeven dat herstellen alleen duurzaam is als alle oorzaken worden gevonden en weggenomen.

### Reiniging

Nadat de oorzaak van de vervuiling was gevonden werd de hydrofoor en de gehele installatie aan het einde intensief gespoeld en in delen thermisch gedesinfecteerd. Bovendien werd de werking van de hydrofoor hygiënisch geoptimaliseerd. De twee pompen werden elk uur afwisselend aangezet om de vermenigvuldigingstijd voor de bacteriën aan elke kant van de pomp te minimaliseren. De verontreiniging in de armaturen bleek echter zeer hardnekkig te zijn en vereiste een laatste thermische desinfectie via de gedecentraliseerde "reinwaterkelders".

Gelukkig had het Technisch Adviesbureau een hygiënisch geoptimaliseerde leidingwaterinstallatie voorgeschreven als een "slanke installatie" met eindspiegelstations. Dit betekende dat waterversing en hoge stroomsnelheden relatief gemakkelijk konden worden toegepast. Omdat er echter geen elektronische, maar uitsluitend handbediende armaturen waren geïnstalleerd, moesten alle armaturen op wastafels, douches en badkuipen, alsmede de WC- en urinoirspoelingen handmatig worden gespoeld - wat veel personele inspanning vergde. Zo kon men er op vertrouwen, dat er betrouwbaar leidingwater door de spoelstations zou stromen. Dat is meestal het geval. In enkele gevallen kan het echter gebeuren dat enkele van de weinige pseudomonaden uit de hydrofoor door de waterstroom worden meegevoerd. Reeds



Foto 3: De *Pseudomonas aeruginosa*-bacterie.

gedesinfecteerde leidingdelen en fittingen kunnen vervolgens opnieuw worden besmet.

De gehele procedure duurde ongeveer 2 maanden en er waren ook tegenslagen omdat *Pseudomonas aeruginosa* steeds weer sporadisch opdook. Uiteindelijk is het project echter geslaagd en kan de reiniging en aanpassing als een groot succes worden beschouwd dankzij een systematische aanpak. Er zijn echter al vergelijkbare gevallen geweest waarin verontreinigde leidingwaterinstallaties in ziekenhuizen alleen met continu gedoseerd ontsmettingsmiddel verder konden worden geëxploiteerd of zelfs de installatie moest worden vervangen.

### Aanbevelingen voor de praktijk

Fabrieksmatige vervuiling van onderdelen kunnen niet altijd worden uitgesloten. Niettemin zou de adviseur al in het bestek moeten eisen dat zoveel mogelijk onderdelen door de fabrikant uitsluitend droog worden getest. Indien dergelijke losse onderdelen niet beschikbaar zijn - wat bij een hydrofoor het geval zal is - mogen zij alleen getest zijn met microbiologisch veilig water en vervolgens gedesinfecteerd. Deze procedure tijdens de fabricage garandeert de waterkwaliteit echter alleen als de onderdelen uiterlijk 3 dagen na de desinfectie in bedrijf worden genomen of bij proefdraaien.

In principe moet de lek- en druktest van een grote installatie ook droog worden uitgevoerd. Vanaf het moment dat het systeem met water is gevuld, moet de installateur er namelijk voor zorgen dat het water op alle tappunten regelmatig wordt ververs - tenzij er elektronische armaturen met stagnatiespoeling of zelfs netwerkarmaturen voor centrale regeling van de waterversing heeft geïnstalleerd (b.v. met het watermanagementsysteem "eShell" van Schell).

Bovendien wordt aanbevolen om in gebouwen met strenge hygiënische eisen, het vullen van de installatie stapsgewijs

uit te voeren - altijd gecombineerd met een microbiologische bemonstering en goedkeuring: Eerst wordt het leverpunt gespoeld en bemonsterd. Als de resultaten bevredigend zijn, wordt de installatie in de technische ruimte gevuld en vervolgens bemonsterd. Pas daarna wordt als de resultaten positief zijn de gehele installatie gevuld en gespoeld.

### Veiligheid van leidingwater gegarandeerd

In de toekomst zullen in gebouwen met strengere hygiëne-eisen steeds meer elektronische kranen worden toegepast. Dit komt omdat deze het gebruik herkennen en daarop reageren met een stagnatiespoeling bij geen gebruik. Het handmatig spoelen van het water is dan niet meer nodig. Op die manier draagt dit bij tot de borging van de waterkwaliteit, een economische exploitatie en tot de rechtsbescherming van de verantwoordelijken.

### Conclusie

Armaturen kunnen vervuild worden door benedenstroomse besmettingen. In dit geval was het echter een in de fabriek verontreinigde hydrofoor de oorzaak. Dankzij de identificatie en ontsmetting van de hydrofoor, een hoge waterversingsgraad en een systematisch toegepaste en gecontroleerde thermische ontsmetting is de sanering geslaagd, ondanks de besmetting met *Pseudomonas aeruginosa*, die in professionele kringen bijzonder gevreesd wordt.

### Over de auteur

Dr. Peter Arens is microbioloog en promoveerde op het onderwerp microbiologisch geïnduceerde corrosie van koper aan de Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität te Bonn. Al meer dan 20 jaar werkt hij aan de nationale en internationale regelgeving voor leidingwaterinstallaties (EN 806 serie), voor corrosie (EN 12502) en voor het handhaven van de leidingwaterkwaliteit met betrekking tot *Legionella* en *Pseudomonas aeruginosa* (VDI 6023, DVGW W551 enz.). Peter Arens is werkzaam als Senior Consultant Hygiene Manager bij Schell Armaturen in Olpe. Bij Schell dragen hij en zijn collega's bij aan de ontwikkeling van productzijdige oplossingen om de waterkwaliteit te behouden. Zijn slogan: "Alles rund um den Erhalt der Trinkwassergüte".



Dr. Peter Arens