

DRIEDAAGSE BESLOTEN WORKSHOP VAN KIWA OVER ULTRA-VIOLETTE STRALING

UV-technologie voor drinkwaterbereiding: waar staan we nu?

Vraag een toponderzoeker een presentatie te geven over zijn eigen werk en je krijgt gegarandeerd een klinkend overzicht voorgeschoteld. Dit geldt ook voor de resultaten van het onderzoek naar de praktische toepassing van UV-technologie voor de bereiding van drinkwater. Bij Kiwa in Nieuwegein vond van 20 tot 23 maart jl. een workshop plaats, waarvoor onderzoekers uit Noord-Amerika en Europa waren uitgenodigd die hun sporen verdiend hebben op het gebied van UV-technologie. Zij presenteerden een overzicht van enerzijds de huidige stand van zaken en anderzijds van de onderwerpen waar momenteel onderzoek naar verricht wordt.

Kiwa Water Research verzorgde de workshop in samenwerking met de onderzoeksinstituten AWWARF en UKWIR, de drinkwaterinspectie DWI uit Engeland en de 'International Ultra Violet Association' IUVA. Joop Kruithof (PWN) leidde de bijeenkomst, die werd afgesloten met een bezoek aan de UV-proefinstallatie van PWN in Andijk.

Stand van zaken

Kruithof begon de workshop met de stand van zaken rond UV-desinfectie in Europa. Hij liet zien dat met name de aantoonde inactivatie van *Cryptosporidium* sterk bijdraagt aan implementatie van UV voor hoofddesinfectie van oppervlaktewater. Hierbij is bijproductvorming, AOC en nitriet, verwaarloosbaar. Daarnaast vormen UV-fotolyse en oxidatie met UV/H_2O_2 een goede barrière tegen onder meer pesticiden,

NDMA en MTBE. Tijdens oxidatie is de bijproductvorming wel significant, maar deze worden effectief verwijderd met actieve koolfiltratie. Van de voordelen van UV voor waterbehandeling noemde Malley (Universiteit New Hampshire, VS) met name de inactivatie van *Cryptosporidium*, de verwijdering van probleemchemicaliën en de lage kosten. De geleidelijke omslag van chloor-desinfectie naar UV-desinfectie wordt onder meer gekenmerkt door een hoog onderzoeksbudget voor UV in 2001, de toenemende rol van UV in drinkwaterreguleringen en de uitgave van een 'Guidance Manual' door de USEPA.

Fotofysica en -chemie

De interactie van UV-straling met micro-organismen en chemicaliën werd nader belicht door Masschelein (België). Kennis is gewenst in hoeverre afbraakpro-

ducten van desinfectie en oxidatie (UV/H_2O_2) verder door UV worden omgezet. Geconcludeerd werd dat een uitgebreide lijst met UV-spectra moet worden opgesteld van verbindingen die potentieel aanwezig zijn in natuurlijk water.

Haider (Universiteit Wenen, Oostenrijk) richtte zich op een verbeterde analysemethode voor het aantonen van het effect van UV-straling op eventuele genotoxische en mutagene veranderingen in water. De 'Comet-assay', welke gebaseerd is op primaire rat hepatocyten, geeft een beter beeld van de realiteit dan de veelgebruikte Amestest.

Bolton (Bolton Photosciences Inc., Canada) ging in op de achtergrondkennis van UV fotolyse en op het toepassingsgebied van geavanceerde oxidatieprocessen (AOP). Deze AOP's zijn gebaseerd op de krachtig oxiderende hydroxylradicalen ($\cdot OH$) waarmee verontreinigingen als 1,4-dioxaan en MTBE effectief kunnen worden omgezet. Uitzondering hierop vormt NDMA, dat door directe fotolyse prima wordt omgezet. Eén van de best toepasbare AOP's in de praktijk is UV/H_2O_2 . De omzetting van pesticiden door UV fotolyse en oxidatie met UV/H_2O_2 werd gepresenteerd door Ijpelaar (Kiwa Water Research). Onder meer atrazin en mecoprop worden voor het grootste gedeelte door UV fotolyse omgezet. Additionele dosering van H_2O_2 levert slechts een beperkt hogere omzetting op. Toepassing van de benodigde UV-dosis (circa 1500 MJ/cm^2) gaat echter wel gepaard met significante nitriet- en AOC-vorming.

Inactivatie

Volgens Belosevic (Universiteit van Alberta, Canada) worden sporen van bacteriën en pathogene protozoa effectief met middendruk UV-straling geïnactiveerd. Wel treedt tailing op, wat duidt op de aanwezigheid van een meer resistente subpopulatie. De troebelheid heeft beperkte invloed: bij toename van kleiner dan 1 tot 20 NTU neemt de inactivatie slechts met 1 log af. Ex-vivo reactivatie treedt bij *Cryptosporidium* en *Giardia* niet op. In-vivo reactivatie van *Giardia* is geconstateerd bij fluences (UV-dosis) kleiner of gelijk aan 25 MJ/cm^2 , maar niet bij fluences groter dan 60 MJ/cm^2 . Bewaking van UV-systemen is gebaseerd op het aantonen van de behaalde logverwijdering.

Medema (Kiwa Water Research) presenteerde de mogelijkheden hiertoe, zoals prototype testing, semi on-line microbiologische (natuurlijke micro-organismen) en chemische (degradatie natuurlijke verbinding) methoden en bewaking met sensoren.

De deelnemers aan de workshop over UV-technologie.



Volgens de huidige stand van de techniek dienen testmethoden voor UV-systemen echter altijd te zijn gebaseerd op biosimulatie.

Hardware

Op weg naar ontwikkeling naar UV-lampen zonder kwik, presenteerde Altena (Philips Lighting) een nieuwe generatie lagedrukklampen met een lager kwikgehalte: drie milligram versus vijf milligram in de huidige lampen.

Wright (Carolla Engineers) maakte duidelijk dat 'Computational Fluid Dynamics' onmiskenbaar de basis is voor modellering van UV-reactoren.

Bewaking

Bepaling van de UV-fluence met een collimated-beam apparaat vergt zowel chemische als fysische kennis. Linden (Duke University, VS) benadrukte met name het belang van homogene bestraling van het monster ('petrifactor') en de fotondichtheid ('divergentiefactor'). Actinometrie gebaseerd op natuurlijke chemische verbindingen of deeltjes is kosteneffectief voor het monitoren van de fluence in UV-installaties.

De combinatie van de biosimulatietest en gestandaardiseerde metingen van de UV-irradiantie aan de reactorwand is vastgelegd in de Önorm en DVGW Standaard.

Sommer (Hygiene Institute, Oostenrijk) concludeerde dat veilig drinkwater alleen kan worden gegarandeerd bij gebruik van gezondheidsgerelateerde micro-organismen. Bovendien is de biosimulatietest in tegenstelling tot rekenkundige modellen een objectieve en onafhankelijke methode.

Uitvoering

Hoyer (Wahnachtalsperrenverband, Duitsland) ging in op de minimaal benodigde desinfectiefluence van 40 mJ/cm², die wordt bepaald met de biosimulatietest, toegepast onder de slechtste condities. De minimaal toepasbare irradiantie (op basis van een gekalibreerde UV-sensor) en het maximaal toepasbare debiet worden vastgesteld. Voor de productie van veilig drinkwater dienen deze waarden in de praktijkinstallatie te worden getest. Op basis van een uitvoerige pilotstudie constateerde Mackey (Carollo Engineers, VS) dat geen duidelijk verband bestond tussen de geleverde UV-dosis (biosimulatie met MS2 fagen), de afgelezen UV-dosis en de waterkwaliteit. Voordat een 'UV Guidance manual' kan worden geïmplementeerd, zullen de kritische aspecten met betrekking tot een robuust UV-systeem moeten worden geïdentificeerd. Bovendien dient een heldere validatieprocedure te worden verstrekt.

Toepassing

Lagedruk UV-technologie mag in Frankrijk worden toegepast mits op elke plaats in de UV-reactor de UV-fluence minimaal 25 mJ/cm² bedraagt. Voor toepassing van middendruk UV-systemen is speciale toestemming nodig. Cervantes (Vivendi Water, Frankrijk) geeft aan dat de regulering ten aanzien van veel andere technische specificaties minder duidelijk is. Ondanks dat alternatieve fluencemetingen worden bestudeerd, blijft toepassing van de biosimulatietest vereist.

Van der Veer (Waterbedrijf Europoort) richtte zijn presentatie op UV als hoofddesinfectie voor locatie Berenplaat. Op basis van

indicatororganismen waaronder natuurlijke sporen van sulfietreducerende Clostridia (SSRC) werd de UV-fluence (1,5 log bij 120 mJ/cm²) bepaald. Daarnaast werd vastgesteld dat nitriet- en AOC-vorming niet significant optreedt met lagedrukklampen. Met middendrukklampen is de nitrietvorming beheersbaar en treedt een beperkte stijging van de AOC op.

Voor levering van drinkwater aan ondermeer de stad Seattle werd recentelijk gekozen voor zowel ozon- als UV-desinfectie. Eén van de doelstellingen, 3 log inactivatie van Cryptosporidium, wordt gerealiseerd met UV-desinfectie (40 mJ/cm²). De grote operationele flexibiliteit in reactie op variaties in waterkwaliteit heeft volgens Hilmoë (Seattle Public Utilities, VS) de doorslag gegeven te kiezen voor ozon gevolgd door UV.

Regulering

Drury presenteerde de terughoudendheid van de Drinking Water Inspectorate (Engeland) op de toepassing van UV-desinfectie voor de drinkwaterbereiding. De condities van in vivo muistesten, waaronder inactivatie van Cryptosporidium is aangetoond, zijn volgens Drury niet representatief voor de praktijk. Voor het bepalen van het effect van dergelijke oocysten zijn menselijke celculturen gewenst. Bovendien is onvoldoende bekend over de invloed van de waterkwaliteit op inactivatie van pathogenen.

De California Department of Health Services (VS) heeft positieve ervaring met regulering van UV voor afvalwaterbehandeling. Deze ervaring werd gebruikt voor het opstellen van regels welke de basis vormen voor de toepassing van UV voor drinkwater. Sakaji maakte duidelijk dat deze regels nodig zijn om enige garantie te geven dat acceptabel drinkwater wordt geproduceerd. Volgens Westeyn (VROM) bestaat in Nederland vertrouwen in de toepassing van UV voor drinkwaterbereiding. Verwezen wordt naar de toename van de toepassingen van UV bij de bestrijding van Legionella in drinkwater-systemen en het feit dat de nadelen van conventionele desinfectanten (THM, bromaat) bij UV niet spelen. Het infectierisico (10⁻⁴/jaar) is met name gebaseerd op pathogenen die tot op heden niet worden gedetecteerd in drinkwater, maar die wel worden aangetoond in het ruwe water.

Guus Ijpelaar (Kiwa)
Gertjan Medema (Kiwa)
Joop Kruithof (PWN)

Een UV-reactor met lampen volgens opzet van Trojan Technologies Inc.

