

## Internationaal onderzoek naar geneesmiddelen in water

*In Minneapolis (VS) verzorgde de National Ground Water Association afgelopen oktober voor de vierde keer een internationale conferentie over geneesmiddelen en hormoonverstorende stoffen in water. Hoewel de naam van de organiserende instantie anders doet vermoeden, kwamen overwegend thema's met betrekking tot het oppervlaktewater aan bod en was de aandacht voornamelijk gericht op geneesmiddelen. De achterstand in kennis in de VS op dit gebied wordt in hoog tempo ingehaald.*

De aanwezigheid van antibiotica en de resistentie hiertegen is een onderwerp van toenemende zorg. Momenteel is het DVGW TechnologieZentrum Wasser (Karlsruhe, Duitsland) in opdracht van de IAWR/RIWA bezig met een studie naar antibioticaresistentie, waarvan de resultaten binnenkort zullen worden gepubliceerd. Bovendien is recent een rapport verschenen over dit onderwerp van het Joint Research Centrum van de Europese Commissie.

Vooraf in de VS worden momenteel veel geneesmiddelen in het water gevonden. Bij een groot landelijk onderzoek werden in oppervlaktewater in totaal 158 geneesmiddelen en huidverzorgingsproducten aangetroffen. Daarvan waren er 65 geneesmiddelen (vergelijkbaar met het aantal dat in het oppervlaktewater in Nederland wordt gevonden), betrof het in 14 gevallen hormonen en steroïden en was bij 79 verbindingen sprake van verbindingen die een bestanddeel waren van cosmetica en aanverwante producten.

Bij een onderzoek van enkele rivieren bleken op alle onderzochte locaties bacteriën resistent te zijn tegen de antibiotica sulfadiazine, sulfamethoxazol en trimethoprim. Ampicilline-resistente bacteriën werden aangetroffen in zeven tot 70 procent van de monsters, terwijl het aandeel daarvan in het verleden nog tussen de zeven en 20 procent lag.

Het is overigens opvallend dat de Amerikanen meestal wel data presenteren over het aantal monsters waarin een geneesmiddel is gevonden, maar niet over het gehalte ervan. Bovendien worden in de VS veel data verza-

meld over hoeveelheden die zijn aangetroffen in septic tanks bij bedrijven en particulieren.

### Zuivering van het rioolwater

Aangezien de hoofdmoot van de farmaceutische middelen die in het milieu terecht komen wordt geloosd via het riool, wordt veel onderzoek verricht naar de zuivering van rioolwater. Het nabehandelen van biologisch gezuiverd rioolwater met ozon bleek uiterst effectief in het oxideren van farmaceutische middelen en synthetische muskgeurstoffen. Ook actieve kool, dan wel een combinatie daarvan met nanofiltratie, bleek een goede zuiverende werking te hebben op dit soort verbindingen (uitgezonderd iopromide). Het is echter wel een zeer kostbare manier om rioolwater te zuiveren. In rioolwaterzuiveringsinstallaties speelt de slibverwerking een belangrijke rol in de microbiologische omzetting van deze verbindingen. De conclusie was dat ozonisatie van afvalwater om geneesmiddelen en huidverzorgingsproducten te verwijderen, de enige manier is die met het oog op de kosten haalbaar lijkt.

### Zuivering van het drinkwater

Van Duitse zijde werden gegevens gepresenteerd, afkomstig uit het NASRI-project (Natural and Artificial Systems for Recharge and Infiltration). Naast geneesmiddelen wordt in dat project ook de verwijdering van ziekteverwekkende stoffen onderzocht. De uitkomsten laten zien dat bezafibraat, indomethacine en oestrogene steroïden tijdens infiltratie nagenoeg volledig worden verwijderd.

De antibiotica trimethoprim, clarithromycine en roxithromycine bleken goed verwijderd te kunnen worden door oeverfiltratie. Ook de polaire röntgencontraststof iopromide bleek daarbij tamelijk goed verwijderbaar. Afhankelijk van de bodemgesteldheid (aëroob, anaëroob of denitrificerend) werden bemoedigende resultaten vastgesteld voor een aantal geneesmiddelen dat doorgaans moeilijk te verwijderen is. Amidotrizoïnezuur, jopamidol en carbamazepine werden goed verwijderd onder anaërobe omstandigheden. Daarnaast bleek jopamidol ook goed te kunnen worden verwijderd onder denitrificerende omstandigheden (dit in tegenstelling tot carbamazepine en amidotrizoïnezuur). Voor sommige 'zure' farmaceutische middelen is absorptie in de bodem sterk afhankelijk van de pH-waarde. Veranderingen in de pH-waarde van de bodem kunnen derhalve van invloed zijn op de absorptie van farmaceutische middelen.

Tijdens de conferentie werd verder het één en ander ontvouwd over de zogeheten 'accelerated ion injection', een relatief nieuwe zuiveringsmethode. Dit procédé wordt ook toegepast bij het bestralen van voedsel. Deze methode bleek een goede zuiverende werking te hebben op rwzi-effluent. Zo werd NDMA voor 95 procent verwijderd. Ook bij atrazine, simazine, TCE, PCE, benzeen, toluen, xyleen en chloroform bleek een verwijdering van 90 tot 95 procent mogelijk. De voordelen van de methode zijn de niet-selectieve manier van afbreken en de snelle werking, de onafhankelijkheid van de zuurgraad of vaste deeltjes, geen afval en geen vervuiling van het systeem zelf, omdat de apparatuur niet direct in contact met de stoffen komt. Het nadeel is dat de aanloopkosten voor het installeren hoog zijn (de exploitatiekosten daarentegen laag) en de mogelijke (onbekende) nevenproducten die hierbij kunnen ontstaan.

Wat betreft het verwijderen van geneesmiddelen en aanverwante verbindingen door diverse desinfectieprocessen werd tijdens deze dagen eveneens interessant feitenmateriaal aangedragen. Zo werd aangetoond dat fluoxetine (prozac) niet verwijderd wordt met chloor, maar grotendeels (circa 80 procent) te verwijderen is met UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en met O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> zelfs volledig verdwijnt. In de VS is overigens nergens fluoxetine aangetroffen in het drinkwater.

Ook carbamazepine en naproxen werden met UV en waterstofperoxide goed verwijderd. Het röntgencontrastmiddel johexol kon alleen worden verwijderd met gebruikmaking van hoge doses (1700 mJ/cm<sup>2</sup> UV en 10 mg/l H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

Een verbinding die mogelijk voor problemen zou kunnen zorgen, is trichloroethylfosfaat, een brandvertragende stof die met Cl<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> en O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> slechts voor een deel te verwijderen valt. Ook UV en UV/waterstofperoxide hadden op de verwijdering van deze stof geen effect. Verwijdering door UV en waterstofperoxide bleef daarnaast onvolledig bij meprobamaat, ibuprofen en diazepam (maximaal 80 procent). ■

Voor meer informatie:  
Margreet Mons (030) 606 96 57 of  
Peter Stoks (030) 600 90 30.

**Margreet Mons**  
(Kiwa Water Research)