



MEDICIJNEN UIT DE KRAAN

De concentratie geneesmiddelen in drinkwater neemt de laatste jaren gestaag toe. Waterzuiveringsbedrijven moeten steeds weer nieuwe trucs bedenken om de voortdurend veranderende stroom microverontreinigingen het hoofd te bieden.

Door Annemieke VAN ROEKEL



Oppervlaktewater bevat steeds vaker geneesmiddelen. Medicijnen passeren gedeeltelijk ongewijzigd het maag-darmkanaal en komen via het riool in het oppervlaktewater terecht. Drinkwater dat uit oppervlaktewater wordt gehaald, bevat dan ook steeds vaker sporen van medicijnen, constateert het Nederlandse Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). In de toekomst zal de hoeveelheid medicijnen in drinkwaterbronnen alleen maar stijgen, verwacht het RIVM. Die trend hangt samen met het groeiende geneesmiddelengebruik van een steeds ouder wordende bevolking. 'Vooral de concentratie middelen tegen hart- en vaatziekten, diabetes en reumatische klachten zal de komende decennia sterk toenemen,' aldus drinkwaterexpert Ans Versteegh van het RIVM. Die prognose baseert het instituut op de verkoop van 33 geneesmiddelen die via apotheken worden verspreid.

In monsters van oppervlaktewater in gebieden waar het als bron voor drinkwaterbereiding dient, vond het RIVM in 2007 meer en hogere concentraties medicijnen dan in 2003. Het ging met name om de pijnstillers ibuprofen, diclofenac, acetylsalicylzuur (aspirine) en paracetamol, het anti-epilepticum carbamazepine en röntgencontrastmiddelen zoals amidotrizoïnezuur. Versteegh: 'We waren verbaasd dat we zoveel carbamazepine aantreffen, maar dat middel blijkt ook als tranquillizer gebruikt te worden.' Veel röntgencontrastmiddelen bereiken Nederland via de Rijn vanuit Duitsland, Oostenrijk en Zwitserland. Voor waterzuiveringsbedrijven zijn het lastige stoffen, omdat ze 'ontworpen' zijn om zo min mogelijk reacties met andere stoffen aan te gaan en dus het lichaam ongewijzigd verlaten. Daardoor zijn ze ook moeilijk uit water te verwijderen.

'Ook pijnstillers en ontstekingsremmers, zoals diclofenac en ibuprofen, en het eerder genoemde anti-epileptiemiddel carbamazepine vormen een bedreiging voor waterzuiveringsbedrijven', aldus Karin Teunissen van Duinwaterbedrijf Zuid-Holland (DZH). 'We vinden ook steeds vaker diergeneesmiddelen in het oppervlaktewater, zoals antibiotica.' Teunissen verwacht dat steeds meer waterzuiveringsbedrijven een extra zuiveringsstap zullen inbouwen als reactie op de hogere medicijnenconcentratie in drinkwaterbronnen.

TOPJE VAN DE IJSBERG

Dat er steeds meer medicijnen worden aangetroffen, is volgens Teunissen deels een kwestie van betere meettechnieken, waardoor ook zeer kleine hoeveelheden – ter grootte van nanogrammen (een miljardste gram) – kunnen worden opgespoord. Daar staat

tegenover dat de hoeveelheid stoffen die technisch meetbaar is, slechts het topje van de ijsberg is. Zo laten cytostatica zich nauwelijks meten, waardoor de verspreiding van die stof niet goed in kaart kan worden gebracht. Teunissen: 'We meten misschien maar enkele honderden van de duizenden stoffen. De introductie van nieuwe middelen door de industrie gaat razendsnel. Waterbedrijven die grondwater als bron gebruiken, hebben er minder last van, omdat verontreinigingen zich pas een jaar of twintig later in het grondwater openbaren'.

Voor zuiveringsbedrijven is het vervelend dat stoffen in toenemende mate polair zijn en daardoor beter in water oplossen, zodat ze moeilijker te verwijderen zijn. Een voorbeeld is de inmiddels verboden onkruidbestrijder atrazine, die op grote schaal vervangen is door glyfosaat. Tegelijk met een afname van atrazine wordt er in het oppervlaktewater een sterke toename van glyfosaat gemeten. Dat middel is niet alleen populair bij boeren, maar wordt ook door gemeenten en particulieren veelvuldig gebruikt om stoepen en perken onkruidvrij te maken.

'De industrie bepaalt de eigenschappen van een nieuwe stof op basis van het gewenste gedrag,' licht Teunissen toe. 'Ze maken daarbij gebruik van de QSAR-methode, wat staat voor *Quantitative Structure Activity Relationship*. Wij doen als waterzuiveringsbedrijf in principe hetzelfde, maar dan in omgekeerde richting. Wij kijken naar de stoffeïenschappen en verbindingen en kunnen daaruit het gedrag van de stof in de zuivering afleiden. Vervolgens moeten we bedenken met welke techniek we zo'n stof het best kunnen verwijderen.'

NATUURLIJKE FILTER

Een geruststellende gedachte is dat waterzuiveringsbedrijven in staat blijken de meeste medicijnen te verwijderen door het oppervlaktewater in duinen te infiltreren. Het water sijpelt door de slib- en zandlagen en wordt zo op natuurlijke wijze gefilterd. In Nederland is dat systeem al bijna anderhalve eeuw in gebruik, maar ook in Vlaanderen wordt duininfiltratie toegepast. Teunissen: 'Voor normale concentraties geneesmiddelen voldoen de duinen erg goed. Het wordt pas een probleem wanneer de concentraties bovengemiddeld zijn'. Om goed voorbereid te zijn op incidenteel voorkomende hoge doses, experimenteert DZH nu met drie technologieën van geavanceerde oxidatie (advanced oxidation process, AOP): ozon, ozon in combinatie met peroxide (H₂O₂) en uv-licht gecombineerd met peroxide. Zowel ozon als ultraviolet licht zet de peroxide om in vrije radicalen, die goed in staat zijn microveront-

Duingebied met duinplassen en nazuivering.



reinigingen zoals medicijnen af te breken. 'Helaas bestaat er niet één technologie die alle stoffen tegelijkertijd aanpakt,' zegt Teunissen. 'Zo scoort ozon maar matig bij de verwijdering van ibuprofen en breekt de combinatie ozon/peroxide het röntgencontrastmiddel amidotrizoïnezuur maar mondjesmaat af.' Het Amsterdamse waterbedrijf

land het drinkwater niet meer gechlloreerd'. Een ander ongewenst effect van behandeling met ozon is bromaatvorming. Bromide is van nature aanwezig in water, maar reageert onder invloed van ozon tot bromaat. Deze kankerwekkende stof wordt in het maag-darmkanaal waarschijnlijk grotendeels geneutraliseerd, maar sommige zuiveringsbedrijven zijn toch

'We meten misschien maar enkele honderden van de duizenden stoffen'

Waternet combineert al ruim tien jaar ozon met een actieve koolfilter. Ozon oxideert de microverontreinigingen tot kleine verbindingen, die vervolgens in een koolfilter geabsorbeerd worden. Jan Peter van der Hoek van Waternet: 'We zijn hiermee begonnen toen we het bestrijdingsmiddel bentazon aantroffen. Tot nu toe volstaat deze techniek ook voor medicijnen, maar we blijven constant waakzaam omdat er steeds nieuwe stoffen op de markt komen'.

CHLOOR

Geavanceerde oxidatie is niet zonder nadelen. Onder invloed van ozon en uv-licht ontstaat het zogeheten assimileerbaar organisch koolstof (AOC), een verzamelnaam voor stofjes die een voedingsbodem voor bacteriën vormen. AOC kan zorgen voor nagroei in het distributienet. Teunissen: 'Om nagroei te voorkomen, zou je kunnen chloreren. Maar dat willen we liever niet, omdat chloor weer reageert met andere stoffen. Om die reden wordt in Neder-

overgestapt van de behandeling met ozon/peroxide naar het meer energie-intensieve uv/peroxide.

In haar promotieonderzoek aan de Technische Universiteit Delft, dat gefinancierd wordt door het NWO Casimir-programma, onderzoekt Teunissen de combinatie van AOP en duinpassage als meervoudige barrière tegen verschillende medicijnen en andere microverontreinigingen. AOP kan volgens haar het best worden toegepast als processtap voorafgaand aan duininfiltratie, zodat eventuele bijproducten – zoals AOC – er tijdens de duinpassage alsnog uitgefilterd worden. Daarnaast kan AOC de bioafbraak in de duinen stimuleren.

DUURZAAM SYSTEEM

Raken de duinen zelf niet langzamerhand verzadigd met afvalstoffen? 'Na 135 jaar duininfiltratie zien we nu pas een invloed in de eerste halve meter van de zandlaag,' aldus Teunissen. 'Uitgaande van het minimale traject van vijftig meter, kun je berekenen dat

dit systeem 13.500 jaar kan meegaan.' Met een (voor grondwater gangbare) stroomsnelheid van een meter per dag, is de verblijftijd van het geïnfiltreerde water tenminste twee maanden, maar sommige druppels verblijven tientallen jaren in de duinbodem.

De meeste verontreinigingen worden verwijderd in de sliblaag, die vanzelf ontstaat op de bodem van de duinplassen waar het rivierwater wordt ingelaten. Die sliblaag wordt eens in de tien tot twintig jaar verwijderd. In zo'n zuurstofrijke laag zorgt biologische activiteit voor de afbraak van de meeste stoffen door aerobe bacteriën. Ook de röntgencontrastmiddelen worden vrij goed afgebroken in de zuurstofloze dieper gelegen zandlagen.

Een deel van het medicijnenprobleem zou opgelost kunnen worden door rioolwater eerst te zuiveren alvorens het te lozen in het oppervlaktewater. In Nederland is afvalwaterzuivering de gangbare praktijk, maar dat geldt niet voor heel Europa. Zo wordt in België nog rechtstreeks in rivieren zoals de Maas geloosd. Teunissen: 'Wij maken drinkwater uit Maaswater en hebben dus rechtstreeks te maken met het ongezuiverde Belgische rioolwater. Gelukkig is men in België nu bezig met de bouw van rioolwaterzuiveringsinstallaties'.

ZIEKENHUIZEN

De watersector pleit er al jaren voor dat ziekenhuizen hun eigen afvalwater voorzuiveren. Van der Hoek: 'Rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn ontworpen om koolstof-, stikstof- en fosfaatverbindingen te verwijderen, geen medicijnen en organische microverontreinigingen. Eigenlijk zou je een heffing op geneesmiddelen moeten instellen, waarmee ziekenhuizen gescheiden afvalstromen organiseren en medicijnen uit hun afvalwater zuiveren.'

In Nederland komt voorzuivering van de vloeibare afvalstromen uit ziekenhuizen nog niet echt van de grond. Voorlopig gebeurt het alleen op experimentele schaal. 'In geen enkel West-Europees land is afvalwaterzuivering in ziekenhuizen gemeengoed,' aldus onderzoekscoördinator Bert Palsma van Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA). 'In Duitsland zijn enkele experimenten aan de gang en in Frankrijk denkt men erover na.'

In een Nederlands ziekenhuis in Delft is onlangs een experiment met het Pharmafilter afgerond. De vloeibare en vaste afvalstroom werden samengevoegd en na vergisting behandeld in een membraan-bioreactor, in combinatie met oxidatie en een actieve koolfilter. Afvalstromen uit ziekenhuizen bevatten een ander mengsel van medicijnen dan het afvalwater dat afkomstig is van huishoudens, aldus Palsma. Afvalwater uit ziekenhuizen be-



De watersector wil dat ziekenhuizen hun eigen afvalwater voorzuiveren.

vat veel antibiotica, röntgencontrastmiddelen en cytostatica, terwijl pijnstillers vooral via de huishoudens in het rioolwater terechtkomen. Ook carbamazepine is grotendeels afkomstig van huishoudelijk afvalwater.

LAGE CONCENTRATIES

De medicijnsporen in drinkwater leveren geen gevaar op voor de volksgezondheid, menen deskundigen. Daarvoor zijn de concen-

van de individuele stoffen te meten. 'Onduidelijkheden zijn er zeker,' bevestigt Versteegh. 'We weten weinig van het metabolisme van medicijnen. In onze monitoringprogramma's meten we alleen de oorspronkelijke medicijnen, niet de afbraakproducten. Vanuit de ecologie is wel veel bekend over de effecten van hormoonverstorende stoffen op dieren die in het water leven. Maar over de invloed van andere medicijnen op het waterleven we-

Wie 70 jaar lang per dag twee liter water drinkt, krijgt de werkzame stof van maar één pil binnen

traties te laag. Je zou zeventig jaar lang twee liter water per dag moeten drinken om een hoeveelheid werkzame stof binnen te krijgen die vergelijkbaar is met één pil. Toch horen geneesmiddelen niet in drinkwater thuis, vindt zowel de watersector als het RIVM. Ook is nog maar weinig bekend over het effect van combinaties van medicijnen. Duinwaterbedrijf Zuid-Holland doet de laatste tijd daarom ook veel effectmetingen in plaats

ten we nog maar weinig.' Ook botst het RIVM op gebrekkige cijfers over het werkelijke gebruik van medicijnen. Versteegh: 'Bij het vaststellen van toekomstige trends in medicijngebruik baseren we ons op gegevens van algemene apotheken. Verkoopcijfers van drogisten zijn lastig te verkrijgen. Dat maakt het moeilijker om voorspellingen te doen. Ook weten we niet goed wat mensen echt gebruiken en welke hoeveelheid ze weggooien.' ●