



MOGELIJKE DOORBRAAK IN ONDERZOEK NAAR PFAS-AFBRAAK

De afgelopen jaren zijn per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS) regelmatig in het nieuws. PFAS breken nauwelijks af en zijn al in zeer lage concentraties problematisch voor het milieu en voor de gezondheid van mensen. Onlangs vonden wetenschappers een manier om PFAS af te breken. Is een oplossing van het probleem van PFAS in (bronnen voor drink)water nabij?

AUTEURS: ROBERTA HOFMAN-CARIS, ELVIO AMATO, MILO DE BAAT, JOHAN VAN LEEUWEN, THOMAS TER LAAK (KWR WATER RESEARCH INSTITUTE)

Tot PFAS behoort een heel scala aan door de mens gemaakte verbindingen. De toepassingen zijn talrijk en divers, zoals waterafstotende stoffen, antiaanbakpannen, voedselverpakkingen, blusmiddelen, surfactanten (oppervlakte-actieve stoffen) in de mijnbouw, verf, lijm, enzovoort. Inmiddels zijn er al meer dan 6.000 PFAS op de markt. Ze worden letterlijk overal aangetroffen, zelfs op Antarctica.

Wat zijn PFAS?

Karakteristiek aan alle PFAS-moleculen is dat de koolstofketen, in plaats van waterstofatomen, fluoratomen bevat. De koolstof-fluorverbinding is een van de sterkste bekende verbindingen. Ze breken dan ook zeer moeilijk af en blijven daardoor lang in het milieu aanwezig. Niet voor niets worden ze ook wel 'forever chemicals' genoemd. Omdat ze bovendien al in extreem lage concentraties (enkele nanogrammen per liter) giftig zijn voor mens en milieu, pleiten de drinkwatersector en de waterschappen voor een nationaal en Europees totaalverbod op PFAS.

De meeste PFAS zijn geperfluoreerde verbindingen: ofwel carboxylzuren, ofwel sulfonzuren (afhankelijk van de functionele groepen aan het einde van de koolstofketen). Daarnaast zijn er nog gepolyfluoreerde verbindingen (fluortelomeren en precursors) en fluoropolymeren. De moleculaire structuur van deze

PFAS zorgt er juist voor dat ze zeer goed oplosbaar zijn in water, zich ophopen in vetweefsels, zeer mobiel zijn in het milieu en heel erg slecht biodegradeerbaar.

De koolstof-fluorbinding is zo sterk dat hij niet bijvoorbeeld geoxideerd kan worden. Onderzoek naar het omgekeerde proces, chemische reductie, waarbij fluoride-ionen worden gevormd, staat nog in de kinderschoenen. Afbraak door verbranding lukt pas bij extreem hoge temperaturen, boven 1600 °C. Inmiddels zijn er wel bacteriën aangetroffen die PFAS biologisch afbreken, maar dat proces verloopt onder specifieke omstandigheden en erg traag. Te traag voor drink- of afvalwaterzuiveringsprocessen.

PFAS-verwijdering of afbraak

Verwijdering van PFAS uit water kan via adsorptie aan actieve kool, al worden niet alle PFAS goed geadsorbeerd en treedt veel sneller doorslag op dan bij andere organische microverontreinigingen. Naar verwijdering met andere typen adsorbentia en bijvoorbeeld ionenwisselaars wordt veel onderzoek gedaan, maar het wordt tot nu toe nauwelijks op grote schaal toegepast. Een andere verwijderingsmethode is omgekeerde osmose. Beide technieken (adsorptie en omgekeerde osmose) geven echter een afvalstroom met daarin relatief veel PFAS. Onlangs verscheen in Science een veelbelovend artikel over de



succesvolle afbraak van PFAS. De auteurs gebruikten als oplosmiddel dimethylsulfoxide (DMSO) en voegden natriumhydroxide toe. Dit mengsel verhitten ze tot 80 - 120 °C. Resultaat: alle fluoride-atomen werden van de keten losgemaakt, wat de PFAS 'onschadelijk' maakte. Deze methode werkte goed voor verschillende perfluorcarboxylzuren.

Zijn dan nu alle zorgen over PFAS in (bronnen voor drink)water voorbij? Nee, zeker niet.

In de eerste plaats is de techniek bijzonder succesvol voor PFAS met vier tot negen koolstofatomen, maar veel minder voor kortere ketens. En dat zijn nou net de PFAS die zich het gemakkelijkst verspreiden en het lastigst te verwijderen zijn.

In de tweede plaats konden alleen de veel voorkomende carboxylzuren (zoals het bekende PFOA, dat vrijkomt bij de productie van bijvoorbeeld teflon) worden afgebroken. Maar voor een andere veel voorkomende, toxischer categorie PFAS, de sulfonzuren, werkt de nieuwe methode vooralsnog niet. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het bekende PFOS, waar men in de regio Antwerpen op dit moment veel problemen mee heeft.

Praktische obstakels

Daarnaast is de praktische uitvoering een punt van aandacht. De experimenten zijn gedaan in schoon water, waaraan alleen een PFAS was toegevoegd. Maar in de praktijk bevat water natuurlijk allerlei verontreinigingen. Hoe die het proces kunnen beïnvloeden is nog niet bekend. Bovendien werd gewerkt met relatief hoge concentraties, van circa 35 g/L. Bij PFAS in bronnen voor drinkwater gaat het echter om concentraties in de orde van enkele nanogrammen per liter, of, kijkend naar reststromen, microgrammen per liter. Een factor 1 miljoen of meer lager dus. Ook vonden de experimenten plaats in een vo-

lume van hooguit 10 ml, terwijl het bij bijvoorbeeld drinkwaterbehandeling om debieten van meer dan 100 m³/uur gaat. 10 ml verwarmen tot ongeveer 100 °C is niet zo moeilijk, maar voor 100 m³/uur betekent het een enorme energievraag.

Een laatste belangrijk aandachtspunt is dat DMSO als oplosmiddel wordt gebruikt. Dit is een stof die absoluut niet in het drinkwater terecht zou moeten komen. Dat maakt de methode risicovol. •

De auteurs danken Stefan Kools (KWR) en Harrie Timmer (Vewin) voor hun bijdrage aan dit artikel

Een uitgebreide versie van dit artikel is te vinden op H₂O-Online. Maak daarvoor gebruik van de QR-code of ga naar www.h2owaternetwerk.nl (onder H₂O-vakartikelen).



SAMENVATTING

De nieuwe techniek voor de afbraak van een categorie PFAS (perfluorcarboxylzuren) is bijzonder interessant. Praktische toepassing op grote schaal is echter nog ver weg. Een bronaanpak om gebruik van deze stoffen zoveel mogelijk te beperken en de totale inname via voedsel, verpakkingen, cosmetica enzovoort te verminderen, blijft dan ook onverminderd belangrijk. Gelukkig is de EU hier op dit moment mee bezig.