



PFAS bedreigt visconsumptie

Onderzoek stelt visliefhebber voor nieuw dilemma

Snoekbaars is een geliefde consumptievis, maar hoeveel mag je er op jaarbasis nog van eten?

Monitoring in Nederland, Vlaanderen en Scandinavië laat zien dat fluorhoudende PFAS-stoffen zich ophopen in vissen. Vooral perfluorooctaansulfonaat (PFOS) springt eruit. De PFOS-gehalten in zoetwatervis overschrijden op veel meetlocaties de grenswaarde voor humane consumptie van vis. Wat betekent dit voor het consumeren van (zelfgevangen) vis?

Dat Zeeland in rep en roer is om PFAS, kan niemand zijn ontgaan. Onder de rook van Antwerpen zijn in bot verontrendend hoge gehalten PFAS aangetroffen. Milieuchemicus en ecotoxicoloog Chiel Jonker is de aanstichter van alle media-aandacht. Hij heeft namelijk in opdracht van Rijkswaterstaat afgelopen zomer een evaluatierapport geschreven over de tot nu toe verzamelde meetgegevens van PFAS in water en vis. Jonker is werkzaam als milieuchemicus en ecotoxicoloog bij de afdeling toxicologie aan de Universiteit Utrecht.

Het thema van zijn onderzoek is exposure assessment, in dit geval blootstelling van vis aan PFAS in het milieu. "Mijn rapport is naar de Tweede Kamer gestuurd en journalisten in Zeeland pikten het vervolgens op, omdat in de Westerschelde de concentraties PFAS erg hoog zijn. Toen is het balletje gaan rollen. Sindsdien staat er vrijwel dagelijks iets over PFAS in de krant. Toch is het niet alleen een probleem rond de fabriek van 3M, want uit wateren zoals de Zenne en de Rupel stroomt ook PFAS vanuit het achterland

richting de Schelde. Ook uit die zoete wateren zou ik zeker geen vis eten."

Daling in grote rivieren

Jonker gebruikte voor zijn rapport Nederlandse meetgegevens uit het Rijksmonitoringprogramma, waarin in 2008 voor het eerst PFOS en PFOA werden gemeten – de twee meest gebruikte PFAS-soorten die inmiddels in Europa in de ban zijn gedaan. Door de jaren heen is het PFAS-meetpakket uitgebreid, zegt Jonker. "Er worden nu 31 verschillende soorten PFAS gemeten.

TEKST

Arno van 't Hoog

ILLUSTRATIES

Sander Boer, Janny Bosman en Shutterstock

Handig, persistent én accumulerend

Waar je ook meet, je vindt er PFAS: in huisstof, ons bloed, moedermelk, voedsel, de tuingrond of het oppervlaktewater. Overal zijn sporen van deze fluorhoudende chemicaliën te vinden. Ze zijn immers al meer dan een halve eeuw in gebruik bij de productie van anti-aanbakpannen, blusschuim, smeermiddelen, waterafstotend tentdoek, tapijtcoatings, sportkleding, cosmetica, karton en verpakkingspapier. PFAS zijn namelijk handig: ze gaan heel lang mee en ze zijn water- en vuilstotend door de combinatie van koolstof en fluor. Dat blijkt ook uit de naam: Poly- en perFluorAlkyl-Stoffen, wat chemisch wijst op een koolstofketen die rijkelijk versierd is met fluoratomen.

De band tussen fluor en koolstof is chemisch zeer sterk en daardoor vrijwel onverwoestbaar. Agressieve chemicaliën, micro-organismen en zelfs open vuur krijgen geen grip op koolstofketens, en dat maakt PFAS zeer persistent. Bij rioolwaterzuivering wordt PFAS nauwelijks afgevangen, waardoor het na de zuivering weer richting oppervlaktewater stroomt. Daardoor vind je PFAS in water, bagger en vis, zelfs in zeewater en platvis die ver uit de kust wordt gevangen. Het zoete water spant qua PFAS-gehalten wel de kroon. Daar worden vooral het in de jaren tachtig en negentig massaal gebruikte perfluoroctaansulfonaat (PFOS) en perfluoroctaanzuur (PFOA) aangetroffen, al circuleren er tegenwoordig nog zo'n 5.000 andere PFAS-soorten.

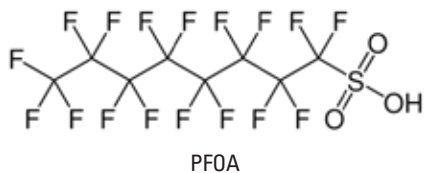
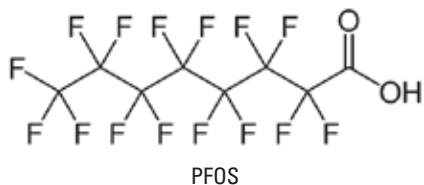
PFOS en PFOA verspreiden makkelijk via water en lucht, maar ook door de voedselketen. Veel PFAS-soorten binden aan eiwitten en doordat de uitscheiding ervan veel trager gaat dan de opname, hoopt de stof zich op. Dat is zichtbaar in onder meer paling, baars, snoekbaars, bot en voorn. Het gebruik van PFOS en PFOA is een aantal jaar geleden aan banden gelegd, maar sindsdien zijn nieuwe PFAS-varianten in opkomst. Daarom streven diverse Europese landen naar een totaalverbod op het gebruik van fluor-chemicaliën.



De grote hoeveelheden PFAS in de Westerschelde zijn het gevolg van de Vlaamse lozingsnormen voor de industrie en vervuiling via wateren die uitmonden in de Schelde.

Dat is nog steeds het topje van de ijsberg, want er zijn circa vijfduizend PFAS-soorten. Daarnaast kijkt Rijkswaterstaat naar geneesmiddelen-resten, industriële afvalstoffen en veel andere chemicaliën. Er komen telkens nieuwe stoffen bij.”

Uit grafieken in Jonkers rapport is af te lezen dat de laatste vijf jaar de PFAS-gehalten in de grote rivieren vrij stabiel zijn, terwijl op sommige plaatsen in de periode 2012 tot 2016 een daling te zien was – bijvoorbeeld



PFOS en PFOA zijn veel voorkomende PFAS-verbindingen.

van PFOA in de Westerschelde. In de Rijn is in diezelfde periode een halvering te zien van de PFOS-concentratie, maar sinds 2016 lijkt het op dat niveau te stabiliseren. Mogelijk was de eerste afname het gevolg van het verbod en de uitfasering van PFOS en PFOA.

Jaarlijks 1.800 kilo

Dat deze stoffen toch niet verdwenen zijn, is niet echt verbazingwekkend volgens Jonker: “Ze kunnen nog overall vandaan komen, bijvoorbeeld via lozingen door de rioolwaterzuivering. Daarnaast zijn PFOS en PFOA zogenaamde stabiele eindproducten van grotere PFAS-stoffen. Hoewel de meeste PFAS heel robuust zijn, kunnen sommige grotere varianten toch uiteenvallen waarbij PFOA en PFOS kunnen ontstaan. Die stoffen ontstaan dus in het milieu door chemische afbraak en dat verklaart ook dat je ze blijft terugvinden.”

Jonker berekent in zijn rapport dat via de Rijn en Maas in 2019 opgeteld zo’n 1800 kilo PFAS ons land binnenstroomde. Die vracht verdeelt zich over het IJsselmeer en de Beneden-

rivieren. Daar leeft vis, die plankton, benthos en prooi vis eet, waardoor PFAS zich in de voedselketen stapelt. PFAS-metingen in vis en schelpdieren zijn sinds 2014 in het Rijksprogramma opgenomen als uitvloeisel van de Kaderrichtlijn Water. Op die lijst staat PFOS als enige PFAS, omdat daarvan al langer bekend is dat het zich ophoopt in vis. Jonker: “In Nederland is blankvoorn gekozen als soort om te monitoren. Rijkswaterstaat meet ook in bot en schol, maar dat is niet binnen ▶

PFAS hoopt zich op in vissoorten die hoger in de voedselketen staan, zoals de baars.





Relatieve weergaven van PFOS-concentraties in vis op elf locaties in 2019. Bot in de Westerschelde springt eruit; vis gevangen verder op de Noordzee bevat duidelijk lagere concentraties. Bron: MTO Jonker 2021.

de Kaderrichtlijn Water. In ieder geval staan in mijn rapport de meetgegevens van blankvoorn, bot en schol.”

Piek in IJsselmeervoorn

Voor de meetwaarden in bot in de Westerschelde in de buurt van de 3M-fabriek zitten met 140 microgram PFOS per kilo ruim boven de Europese biota-norm, van ongeveer 9 microgram per kilo. “Dat is echt een uitschieter”, zegt Jonker. “Ik heb weleens in de krant de grap gemaakt dat sommige vis van zichzelf niet meer aanbakt in de pan. Antwerpen is wel een hotspot, dat heeft te maken met Vlaamse lozingsnormen voor de industrie en vervuiling via wateren die uitmonden in de Schelde.”

Maar vis elders in Nederland is ook bepaald niet vrij van PFAS. Het PFOS-gehalte in voorn gevangen bij Vrouwenzand, midden op het IJsselmeer, laat bijvoorbeeld ook een piek zien van 50 microgram per kilo, ruim een factor vijf boven de Europese norm. Dat is iets waarvan ik denk: dat is niet gezond. Maar goed, op meer dan de helft van de locaties waar in Nederland in vis wordt gemeten zit het PFOS-gehalte boven de Europese biotanorm.”

Vlaamse baars en paling

In Vlaanderen zien onderzoekers ruwweg hetzelfde beeld van

PFAS-vervuiling in water, bodems, vis en schelpdieren. De Vlaamse Milieumaatschappij monitort daar sinds enkele jaren PFAS door op 44 locaties baars en paling te vangen en te onderzoeken. In Vlaanderen geldt overigens al jaren het algemene advies om geen zelf gevangen zoetwatervis te consumeren, maar dat is op basis van gemeten vervuiling met PCB's, dioxines en vlamvertragers. Sinds een aantal jaar is daar een extra argument bijgekomen: te hoge gehalten PFAS.

Voor de Vlaamse bioloog Lies Teunen vormt de vis uit dit monitoring-programma de kern van haar promotie-onderzoek aan de Universiteit van Antwerpen. In haar proefschrift beschrijft ze in meerdere publicaties het voorkomen van persistente vervuilende stoffen in zoetwatervis, zoals zware metalen, PCB's en PFAS. Voor de chemische analyse van visvlees schakelt de Vlaamse overheid het laboratorium van Teunens promotor Thimo Groffen in, omdat die veel ervaring heeft met het nauwkeurig meten van PFAS in water, sediment en spierweefsel.

Rond steden meer PFAS

Teunen bepaalt in vis elf zogenaamd hydrofobe stoffen die worden genoemd in de Kaderrichtlijn Water.

“Als je hydrofobe verbindingen alleen in het water zou meten, krijg je een onderschatting van de mate van milieuvuiling omdat ze minder goed oplossen in water en juist de omgeving van vetten en eiwitten opzoeken. Daardoor wordt PFOS vooral in ‘hogere’ organismen zoals vissen aangetroffen. In mijn onderzoek gaan we nog een stapje verder door in baars, paling en mosselen te bepalen hoe veertien verschillende soorten PFAS zich stapelen.”

Net als in Nederland steekt PFOS er in Vlaanderen telkens bovenuit. In baars en paling microgram de PFOS-gehalten van 5 tot 60 microgram per kilo – vergelijkbaar met waarden die in Nederlandse voorn worden gemeten. De concentraties zijn volgens Teunen het hoogst in vissen die in de buurt van verstedelijkte gebieden in Vlaanderen zijn gevangen. Dat illustreert dat industrie, huishoudens, afvalverwerking en rioolwaterzuivering bronnen zijn.

Consumptie-risico's

Bij het bepalen van de risico's van visconsumptie draait het om de inname: hoeveel gram zoetwatervis consumeert iemand in een jaar, hoeveel PFAS zit daarin en wat krijgt een persoon daarmee opgeteld binnen? Voor humane blootstelling aan PFAS gelden normen die zijn opgesteld door de Europese Autoriteit voor Voedselveilig-

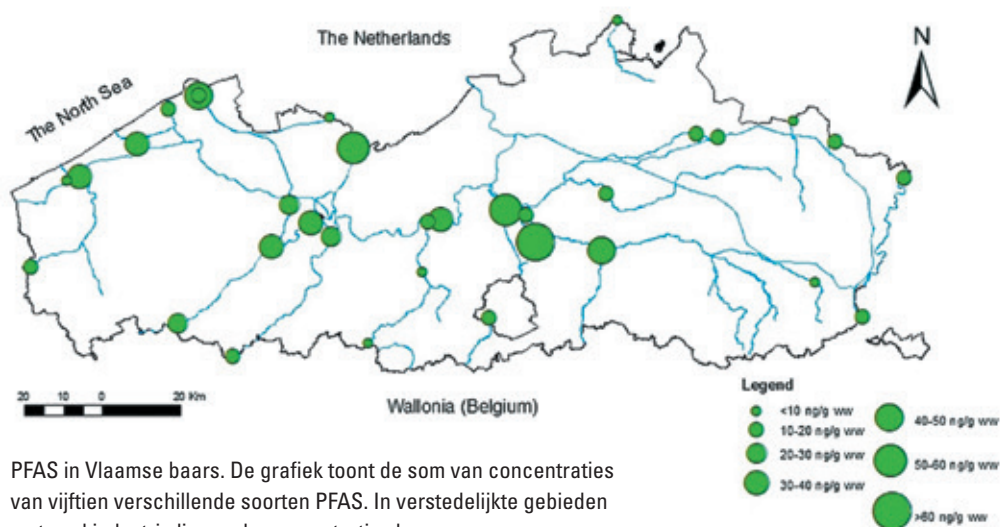


Bot uit de Westerschelde blijkt extreem veel PFOS te bevatten.

heid (EFSA). Die heeft in 2020 een nieuwe PFAS-norm gepubliceerd die rekent met de som van vier verschillende PFAS-soorten, de zogenaamde EFSA-4: PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS. Volgens die norm mag een mens van deze stoffen opgeteld niet meer dan 4,4 nanogram per kilo lichaamsgewicht per week binnenkrijgen.

"De oude norm keek alleen naar PFOA en PFOS en de drempelwaarde lag toen vier keer zo hoog", zegt Teunen. Dat betekent dat je sinds 2020 nóg minder zoetwatervis zou mogen eten. "Sinds de nieuwe norm van kracht is zien we in Vlaanderen daardoor eerder overschrijdingen geconstateerd bij consumptie van baars en paling."

Om de toxicologische risico's van visconsumptie in te schatten, worden PFAS-metingen in filet van baars en paling omgerekend naar een blootstelling bij een consumptie van een aantal gram



PFAS in Vlaamse baars. De grafiek toont de som van concentraties van vijftien verschillende soorten PFAS. In verstedelijkte gebieden met veel industrie liggen de concentraties hoger.

Bron: Teunen et al. Environ Sci Eur (2021) p 9.

want op sommige locaties is het aantal grammen nog lager.

Paar gram vis per dag

Een Vlaamse enquête onder hobbyvissers heeft ondertussen geleerd dat sommige vissers gemiddeld 18 gram paling per dag eten, ofwel 120 gram per week.

De gemiddelde baars-consumptie in Vlaanderen ligt lager, op 3,7 gram, maar op de meest vervuilde locaties wordt bij de consumptie van baars de norm toch al snel overschreden."

Datzelfde beeld komt naar voren uit analyses uit Scandinavië – bij uitstek landen die niet sterk geïndustrialiseerd of dichtbevolkt zijn. Het illustreert dat PFAS echt overal is doorgedrongen. In Zweden is PFOS ook de probleemstof in baars, snoekbaars en snoek. Deze soorten noemen onderzoekers in een recente publicatie een belangrijke risicofactor voor PFOS-blootstelling, zelfs bij mensen die maar enkele keren per jaar zoetwatervis eten. Finse wetenschappers zien op hun beurt hoge PFAS-gehalten in vis in de brakke Baltische zee. Bij vrijwel alle Baltische vissoorten – snoek, baars, snoekbaars, zalm of spiering – resulteert consumptie van meer dan 200 gram per week in een blootstelling die hoger is dan de EFSA-4 norm van 4.4 nanogram per kilo lichaamsgewicht per week.

Bij vrijwel dagelijkse consumptie over meerdere jaren kunnen gezondheidsrisico's ontstaan

vis per dag. Een persoon van 70 kilo zou op basis van de gemeten Vlaamse PFAS-waarden slechts 6 gram per dag of 42 gram per week zelf gevangen paling mogen eten, vertelt Teunen. Dat is gebaseerd op gemiddelde waarden,

"Dan krijg je dus drie keer meer binnen dan volgens de nieuwe norm toelaatbaar is. Voor baars ligt het iets anders, omdat die vis minder vaak wordt gegeten. Daarvan zou je niet meer dan gemiddeld 5 gram baars per dag moeten eten.



Cholesterol en afweer

Wat zijn precies de risico's voor een grootliefhebber van zelf gevangen paling of baars, bijvoorbeeld bij een gemiddelde wekelijkse consumptie van twee filets met een gewicht van 140 gram? Van PFAS is bekend dat ze in hoge concentraties een effect hebben op de cholesterolhuishouding in het bloed, op het immuunsysteem en het ongeboren kind. Tot slot zijn van een aantal soorten

De blankvoorn in het IJsselmeer overschrijdt de Europese norm voor PFOS vele malen.



Het consumeren van snoek uit de Baltische Zee wordt beschouwd als een belangrijke risicofactor voor PFOS-blootstelling.

PFAS bij proefdieren kankerverwekkende eigenschappen geconstateerd. Toch is het lastig om te precies te voorspellen wat de gevolgen kunnen zijn van jarenlange consumptie van vervuilde zoetwatervis, zegt Teunen. “Risico’s worden altijd bepaald aan de hand van langdurige blootstelling: iemand die een keer een vis vangt en opeet, zal geen problemen krijgen maar bij vrijwel dagelijkse consumptie over meerdere jaren kunnen wél gezondheidsrisico’s ontstaan. In zoetwatervis zit bovendien vaak een mix van verschillende vervuilende stoffen. Daarom lijkt het mij niet verstandig om deze vissen te consumeren.”

Norm met veiligheidsmarge

De nieuwe PFAS-normen zijn bepaald aan de hand van het kleinst waarneem-

bare biologische of epidemiologische effect. Onderzoekers hebben namelijk gezien dat boven een bepaalde blootstelling aan PFAS kinderen een minder goede afweer opbouwen na een vaccinatie, wat een signaal is dat het immuunsysteem onder invloed van PFAS minder effectief zijn werk kan doen. Teunen: “Dat effect is een soort ondergrens, maar je kunt je voorstellen dat voordat echt ernstige gevolgen voor de gezondheid duidelijk merkbaar zijn, je aan een vele malen hogere concentratie PFAS moet worden blootgesteld en daarmee dus langdurig veel meer moet binnenkrijgen. De norm is echter altijd strenger waarbij ook de subtielere effecten bij een lage blootstelling worden meegenomen. Op grond daarvan wordt een veiligheidsmarge bepaald. Daarnaast

kunnen er andere vervuilende stoffen in de vis zitten die het gezondheidseffect verder versterken.”

Er is eigenlijk geen compleet beeld van de PFAS-gehalten in het bloed van mensen die regelmatig Nederlandse zoetwatervis eten – ongeacht of die vis nou zelf gevangen is of afkomstig uit de handel. Op dit moment wordt onderzoek gedaan naar PFAS in bloed van bewoners in de omgeving van de 3M-fabriek in Antwerpen, waarvan een deel ook gevangen vis en zeegroenten heeft geconsumeerd. Teunen: “Dat project is nog volop bezig, maar van wat ik ervan begrijp zitten daar wel uitschieters bij met hoge PFAS-waarden.”

Geraadpleegde literatuur

- Teunen, L., Bervoets, L., Belpaire, C., De Jonge, M., & Groffen, T. (2021). PFAS accumulation in indigenous and translocated aquatic organisms from Belgium, with translation to human and ecological health risk. *Environmental Sciences Europe*, 33, [39]. <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00477-z>
- Jonker, M.T.O. (2021) Poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) in de Rijkswateren : Concentraties in water en biota tussen 2008 en 2020. Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht.
- Augustsson A, Lennqvist T, Osbeck CMG, Tibblin P, Glynn A, Nguyen MA, Westberg E, Vestergren R. Consumption of freshwater fish: A variable but significant risk factor for PFOS exposure. *Environ Res.* 2021 Jan;192:110284. doi: 10.1016/j.envres.2020.110284 .
- Kumar E, Koponen J, Rantakokko P, Airaksinen R, Ruokojärvi P, Kiviranta H, Vuorinen PJ, Myllylä T, Keinänen M, Raitaniemi J, Mannio J, Junttila V, Nieminen J, Venäläinen ER, Jestoi M. Distribution of perfluoroalkyl acids in fish species from the Baltic Sea and freshwaters in Finland. *Chemosphere.* 2022 Mar;291(Pt 3):132688. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.132688.