



© Shutterstock

PFAS AAN ZEE, moeten we ons zorgen maken?

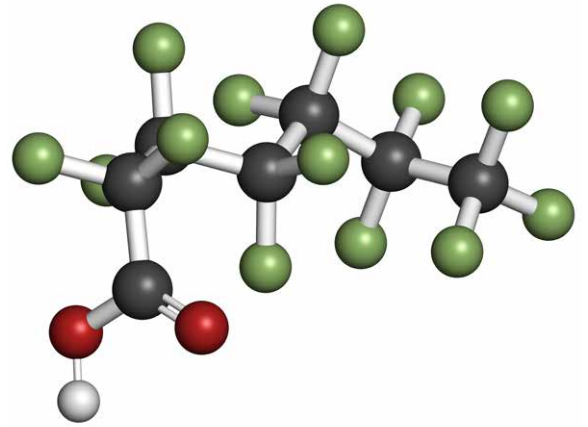
Steven Dauwe¹

In 2020 streden woorden als “covid” en “corona” voor de titel van “woord van het jaar”. In 2021 viel die bedenkelijke eer te beurt aan “PFAS”. Tijdens werkzaamheden aan de Oosterweelverbinding, in de buurt van de 3M-site in Zwijndrecht, werden dat jaar namelijk extreem hoge concentraties van dit toxisch goedje gemeten. Deze ontdekking leidde tot een storm van media-aandacht, politiek vingerwijzen, maar gelukkig ook nieuw wetenschappelijk onderzoek. Vandaag, meer dan drie jaar later weten we al iets meer over deze onzichtbare indringer en loont het de moeite om eens te kijken of PFAS ook in het marien milieu terug te vinden zijn. Komen ze voor aan onze geliefde kust? Blijft een kustbezoek nog wel goed voor onze gezondheid of strooit PFAS roet in het eten? Wordt het in de toekomst beter?

¹ Vlaams Instituut voor de Zee



Hun vet- en waterafstotende eigenschappen maken PFAS bijzonder gewild in tal van toepassingen, waaronder anti-aanbaklagen voor pannen en ovenmateriaal. © Shutterstock



Een 3D-model van perfluorheptanoic acid (PFHpA), een PFAS-molecule. De cirkels stellen atomen voor: waterstof (wit), koolstof (grijs), zuurstof (rood), fluor (groen). © Shutterstock

WAT ZIJN PFAS?

Ondanks alle recente aandacht zijn PFAS (Per- en polyFluorAlkyl Stoffen) allesbehalve nieuw. Ze zijn al meer dan 70 jaar in gebruik en in die tijd zijn ze uitgegroeid tot een groep van meer dan 10.000 chemische stoffen. De reden voor hun grote populariteit ligt in de kenmerkende vet- en waterafstotende eigenschappen. Deze eigenschappen maken PFAS bijzonder gewild in tal van toepassingen, gaande van verpakkingsmiddelen, anti-aanbaklagen voor pannen en ovenmateriaal, brandwerende schuimen, outdoor kledij, schoonmaakproducten, etc. Maar zoals zo vaak, geen voordelen zonder nadelen. Om te beginnen is de groep PFAS tegenwoordig zodanig omvangrijk geworden

“UIT EEN EERSTE UITGEBREIDE INVENTARIS VAN DE PFAS-VERSPREIDING IN EUROPA BLIJKT DAT PFAS-VERVUILING WIJDVERSPREID IS.”

dat het onmogelijk is om ze volledig te doorgronden. We weten dus eigenlijk nog niet zo bijzonder veel over wat al deze stoffen in het milieu en in ons lichaam uitspoken. Wat we wel met zekerheid weten, is dat ze stuk voor stuk potentieel toxisch zijn en niet op een natuurlijke wijze in het milieu afbreken. Ze worden daarom ook vaak de “forever chemicals” genoemd. Daarnaast verspreiden

PFAS zich bijzonder gemakkelijk in het milieu. Omdat ze niet op een natuurlijke manier afbreken gaan ze bij herhaaldelijke blootstelling opstapelen in planten en dieren (bioaccumulatie). Verder toont onderzoek aan dat de PFAS-concentraties toenemen naarmate men hogerop in de voedselketen komt (biomagnificatie). Vooral vis en schaaldieren zijn, naast eieren en op vervuilde bodems gekweekte producten, bijzonder vatbaar voor hoge PFAS-concentraties.

HOE GEVAARLIJK ZIJN DEZE STOFFEN?

Wat deze stoffen met ons doen en welk risico we lopen ziek te worden na opname is niet zo eenvoudig vast te stellen. Onze kennis beperkt zich grotendeels tot enkele van de meest voorkomende PFAS-stoffen. Daarnaast spelen wisselende factoren als blootstellingsduur en PFAS-concentratie een belangrijke rol. Bovendien is er nog bijzonder weinig bekend over hoe PFAS reageren met andere gevaarlijke stoffen, zoals zware metalen, pesticiden en PCB's – ook wel mengseltoxiciteit genoemd – en wat de gevolgen van deze mengseltoxiciteit zijn voor mens en milieu.

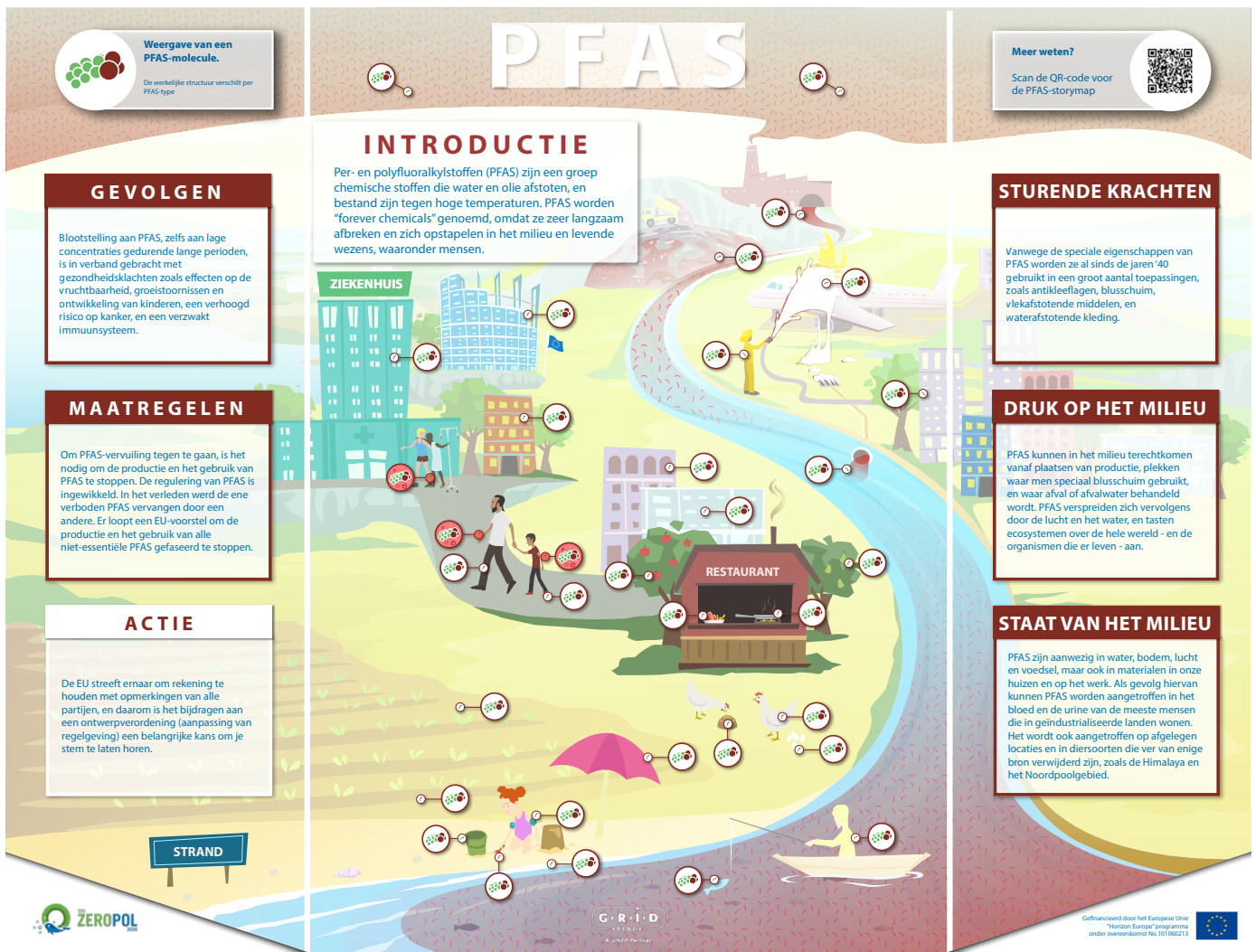
Wat wel steeds duidelijker wordt, is dat PFAS een hele waslijst aan reacties kan in gang zetten. De lijst aan negatieve effecten in het geval van te hoge PFAS-concentraties groeit met elk nieuw onderzoek. Een van de eerste en meest waarschijnlijke reacties is de aantasting van het immuunsysteem. Naast een immunoreactie kunnen ook het zenuwstelsel, de voortplanting en het metabolisme worden aangetast. Daarnaast zijn te hoge concentraties PFAS inmiddels in verband gebracht met bloedvergiftiging, verstoringen

in de schildklierhormoonregulatie, een verhoogd risico op kanker en een toename van cholesterol. Daarbij neemt het risico en de impact op onze gezondheid toe naarmate de concentratie PFAS in het lichaam en de aanwezigheid van andere pollutanten stijgt.

PFAS kunnen het lichaam binnendringen door het consumeren van besmet voedsel en drinkwater, het inslikken van bodem- en stofdeeltjes, door inademing en via huidcontact. Eenmaal in het lichaam stapelen ze zich voornamelijk op in de lever, nieren en gal en in mindere mate in het spierweefsel. Het lichaam kan PFAS gedeeltelijk uitscheiden via urine, bloedverlies en moedermelk, al kan je die laatste moeilijk een permanente oplossing van het probleem noemen.

WAAR VIND JE PFAS?

Uit een eerste uitgebreide inventaris van de PFAS-verspreiding in Europa blijkt dat PFAS-vervuiling wijdverspreid is, met vandaag ongeveer 2.100 PFAS hot spots (plekken waar meer dan 100 ng/kg PFAS zijn gedetecteerd). Ze zijn aangetroffen in alle milieucompartmenten (lucht, water, bodem) en biota (planten, dieren, mensen). Ondanks de toename in metingen, blijft België en vooral Vlaanderen koploper wat betreft milieuconcentraties. Op basis van een grootschalige screening door de Vlaamse Milieumaatschappij weten we nu dat PFAS in Vlaanderen algemeen voorkomen in het Vlaamse afval- en oppervlaktewater, de waterbodem, het grondwater en in planten en dieren. Hoewel de meerderheid van deze metingen binnen veilige gezondheidsmarges ligt, zijn er duidelijke PFAS-hot spots, gelinkt aan historisch PFAS-gebruik.



De stroom en opstapeling van PFAS in het milieu. Infografiek gemaakt door GRID-Arendal in het kader van het project 'Source to Seas – Zero Pollution 2030'. (ZEROPOL2030)

EINDSTATION ZEE?

We horen je al denken... Als PFAS overal op het land en in de waterlopen voorkomen, dan moeten ze toch ook in de zeeën en oceaan zitten? Klopt! Dankzij wetenschappelijk onderzoek weten we dat PFAS zowel in zoet, brak als zout water aanwezig zijn. Meer zelfs, wetenschappers schatten dat maar liefst 95% van alle PFAS gedurende hun levenscyclus minstens eenmaal in contact komen met water. Door hun detergentachtige eigenschappen bewegen deze stoffen zich bijzonder gemakkelijk met het water mee waardoor ze zich snel wereldwijd kunnen verspreiden, zelfs tot in de open oceaan en de poolgebieden.

PFAS komt in het mariene milieu terecht via rivieren en atmosferische neerslag. Heel ruw geschat komt er jaarlijks in Europa 26 ton aan PFAS in zee terecht. Eenmaal in het mariene milieu kan je ze aantreffen in de waterkolom, het zeeschuim, de zeebodem en het zeeleven. In het water verplaatsen PFAS-deeltjes zich horizontaal en verticaal door zich te hechten aan vaste (organische) deeltjes. Hierdoor bevindt de overgrote

meerderheid aan PFAS in zeewater zich op of nabij het wateroppervlak. Na een verblijf in de waterkolom zinken PFAS uiteindelijk naar de zeebodem. Op lange termijn is de oceanbodem het eindstation voor nagenoeg alle mariene PFAS-vervuiling.

In het mariene milieu vindt men de hoogste PFAS-concentraties terug in kustgebieden. Niet onlogisch gezien de nabijheid van rivieren en menselijke activiteit. Onderzoek en monitoring laten echter zien dat PFAS-concentraties in zeewater nagenoeg altijd onder de milieugrens blijven, waar dit in waterlopen zeker niet steeds het geval is. De afstand tot de vervuilsbron is immers aanzienlijk groter en er treedt bovendien een aanzienlijk verdunningseffect op. Maar hier houdt het niet op, ook de oploseigenschappen van PFAS kunnen een rol spelen. Zo heeft PFOS (PerFluorOctaanSulfonaat), de meest voorkomende PFAS-stof in waterige milieus, de neiging om zich te binden aan sediment of opgeloste deeltjes bij toenemend zoutgehalte. Hoe zouter het water, hoe minder PFOS je erin terugvindt. Estuaria zoals onze Schelde kunnen op die manier fungeren als een PFOS-buffer

voor het mariene milieu. Maar het mariene milieu omvat natuurlijk meer dan enkel het zeewater...

EEN VISPANNETJE OF TOCH MAAR STOOFFLEES?

Laten we maar ineens met de deur in huis vallen. Er zitten PFAS in de vis en schaaldieren die we eten. PFAS zijn inmiddels waargenomen in de volledige mariene voedselketen. Van de kleinste algen en plankton, via ongewervelden zoals week- en schaaldieren, tot vissen en toppredatoren als pijlstormvogels, zeehonden, dolfinen en haaien. Algen, wieren, plankton en de kleinere zeedieren nemen met PFAS vervuuld water en sediment op (de bioaccumulatie), waarna de PFAS zich opstapelen naarmate men verder klimt in de voedselketen (de biomagnificatie). Zeezoogdieren en zeevogels vertonen van alle zeedieren gemiddeld gezien de hoogste PFAS-concentraties.

Ook in de Belgische Noordzee zijn er vissoorten en garnalen en krabben gevangen die PFAS bevatten. De concentraties PFAS



Wanneer golven breken worden minuscule zeewaterdruppels de lucht ingeslingerd. Deze zogenaamde zeespray aerosolen vormen een belangrijk transportmiddel voor PFAS van zeewater naar de atmosfeer. © Shutterstock

lagen hierbij doorgaans hoger dicht bij de kust en dicht bij het Schelde-estuarium dan bij individuen gevangen verder op zee. Bij een aantal exemplaren lagen de concentraties hoger dan de toegelaten grenswaarde (9,1 µg/kg natgewicht). Dit betekent echter niet noodzakelijk dat het onveilig is om vis uit onze Noordzee te eten, of dat visconsumptie per se ongezond is. Mits een gevarieerd dieet is er bijzonder weinig risico op schadelijke PFAS-effecten door de consumptie van vis en zeevruchten. We kunnen dus met een gerust hart blijven genieten van een vispannetje of verse garnaalkroketjes.

GEZONDE ZEELUCHT?

Vis eten blijft dus mogelijk, maar wat met de gezonde zeelucht waar onze kust zo voor bekend staat? Ook in de lucht die we aan zee inademen zit namelijk PFAS. Er is gewoonweg geen ontkomen aan. PFAS komen in de (zee) lucht terecht via zeespray. Deze minuscule zeewaterdruppels bestaan uit een mengeling van zeewater en organische deeltjes die de lucht in worden geslingerd wanneer luchtballen aan het wateroppervlak openbarsten. Ze komen voornamelijk tot stand bij het breken van golven. Wat blijkt nu? Deze zeespray aerosolen zijn een erg belangrijk transportmiddel voor PFAS. Deze kleine, zwevende druppeltjes zijn zelfs zo efficiënt in het meevoeren van PFAS dat ze wereldwijd evenveel of misschien zelfs meer PFAS vervoeren dan wat via landbronnen het milieu bereikt. Men schat dat jaarlijks 183 ton PFAS via deze zeedruppels in de atmosfeer terecht komen. Eens in de atmosfeer kunnen ze zich over honderden tot tienduizenden kilometers verspreiden vooraleer ze terug op het land neerslaan. In eerste instantie ontdekken de kustregio's hiervan de impact. Dit betekent dat we het mariene milieu niet enkel als een opslagplaats voor PFAS mogen zien, maar ook als een potentieel belangrijke oorzaak van PFAS-vervuiling aan land.

Onderzoek van VITO aan de Belgische kust heeft aangetoond dat de concentraties PFAS

in de lucht er daadwerkelijk hoger zijn dan die in landelijk en stedelijk gelegen meetstations verder landinwaarts. Toch hoeven we ons niet teveel zorgen te maken. De gemeten concentraties zijn te laag om een bedreiging te vormen voor onze gezondheid. Bovendien konden onderzoekers van het VLIZ, UGent en Universiteit Antwerpen recent nog aantonen dat bacteriën in zeelucht dan weer een positieve invloed hebben op ons immuunsysteem. Alles samen blijft zeelucht dus bovenal goed voor onze gezondheid!

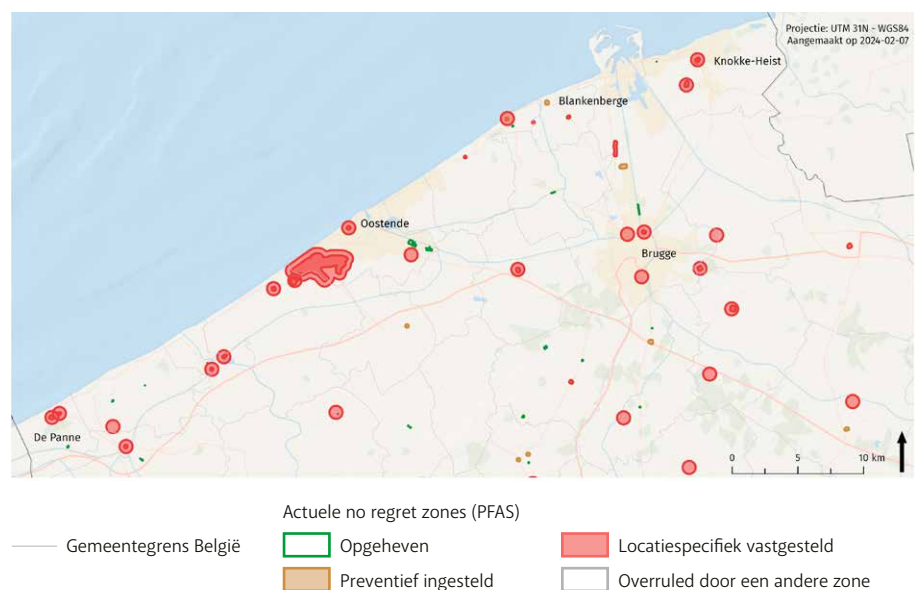
PFAS-ZANDKASTELEN?

“What goes up, must go down”, horen we je denken? Zeer zeker, ook voor PFAS geldt de zwaartekracht. PFAS in zeelucht (en in zeeschuim, maar hier komen we later toe) bereiken in de eerste plaats het strand. De afgelopen jaren zijn op verschillende tijdstippen metingen uitgevoerd naar de

aanwezigheid van PFAS op stranden en in de duinen langs de Nederlandse en Belgische kust. En wat blijkt, op alle onderzochte locaties vind je PFAS. De hoeveelheden en samenstelling variëren echter erg sterk per locatie. In ons land zijn nog geen zorgwekkende PFOS-concentraties gemeten, op Nederlandse stranden bleken er enkele hotspots voor te komen (>59,0 µg/kg PFOS).

In België deed VITO recent onderzoek naar PFAS in het strandzand en het duinzand. Ook daar komen PFAS voor, met de hoogste concentraties in het duinzand. In tegenstelling tot de Nederlandse stalen, zijn hier geen zorgwekkende metingen gedaan. Er zit dus effectief PFAS in het Belgische strandzand, al is de kans op gezondheidsrisico's door contact met PFAS op het strand bijzonder klein. Het is ook zeer onwaarschijnlijk dat iemand te veel gecontamineerd zand inslikt of hiermee aanzienlijk en langdurig huidcontact maakt. Zandkastelen bouwen of putten graven blijft dus veilig voor de gezondheid... althans wat PFAS-betreft.

Als we echt heel diep gaan graven, tot bij de zoetwaterlenzen onder de duinen is het mogelijk een ander verhaal. PFAS kan namelijk infiltreren tot het grondwater. Wanneer dit grondwater omgezet wordt tot drinkwater, kan er een gezondheidsrisico optreden. Door een gebrek aan cijfergegevens is er echter nog veel onzekerheid rond dit risico en moet meer onderzoek helpen om de potentiële impact van dit proces in te schatten.



'No regret zones' aan de Belgische kust. 'No regret zones' zijn locaties waar bepaalde activiteiten preventief verboden zijn omdat de gemeente er zorgwekkende hoeveelheden PFAS heeft aangetroffen. Luchthavens en oefenterreinen van de brandweer zijn klassieke PFAS-hotspots. (Basiskaart: ESRI, België: NGI, Belgisch deel van de Noordzee: Vlaamse Hydrografie, PFAS: Databank Ondergrond Vlaanderen)

Om het verhaal van de PFAS die uit de lucht komen gevallen compleet te maken, keren we nog eens terug naar de zeespray-aerosolen. We hebben eerder al verteld dat PFAS via deze zeespray ver landinwaarts kunnen reizen, en ook meer landinwaarts zijn PFAS te vinden. De met PFAS-vervuilde zeedruppels zijn hier vermoedelijk niet de hoofdoorzaak van de vervuiling en moeten we eerder in de richting kijken van huidige of historische menselijke activiteiten. Zo blijken luchthavens en oefenterreinen van de brandweer klassieke PFAS-hotspots. Als een gemeente op zijn grondgebied zorgwekkende hoeveelheden PFAS aantreft, kunnen ze preventieve “no-regret” maatregelen treffen. In de praktijk kan het gaan om een verbod op grondwaterextractie of het verbieden van de consumptie van eigen gekweekte groenten.

NIET ZO PROPER SCHUIM?

Nu we toch bezig zijn, is het beter om volledig open kaart te spelen. We hebben naar PFAS gekeken in het water, in zeevoedsel, de lucht, het strand en toch zijn we er nog net niet helemaal. Zeeschuim, die onschuldig ogende zachte wolkjes die af en toe onze stranden overspoelen bevatten... Je kent het antwoord inmiddels... ook PFAS.

De vorming van zeeschuim heeft veel gemeen met de vorming van zeespray. Hoe sterker de wind en de golven, hoe meer zeeschuim er kan ontstaan. Je vindt zeeschuim dan ook het vaakst terug in de branding, de zone waar de golven breken en uitrollen op het strand. Zeeschuim ontstaat door een samenspel van zeewater, wind en een oppervlakte-actieve stof (surfactant). Deze surfactant kan zowel van menselijke (meststoffen, detergent, etc.) als van natuurlijke oorsprong zijn (uiteenvallende kolonies schuimalg of andere dode organische materie), waardoor het voorkomen een seizoenaal karakter kent. Langs de Belgische kust ligt de piek traditioneel tussen maart en mei, dus buiten het badseizoen.

Gezien de sterke link met zeespray kan ook zeeschuim bovengemiddeld veel PFAS bevatten. VITO zocht in samenwerking met het Agentschap Zorg en Gezondheid in 2021 en 2022 naar PFAS in het zeeschuim langs onze kust. De PFAS-concentraties in de verzamelde stalen varieerden sterk, van 8,7 µg/L tot 2.400 µg/L. Om dit in perspectief te plaatsen, de ecologische grenswaarde bedraagt 7,2 µg/L. Zeeschuim is dus duidelijk gevoelig voor PFAS-aanrijking. Door de weinige zeeschuimstalen en de grote variabiliteit in gemeten PFAS-concentraties is het echter moeilijk om veel conclusies te trekken over waar, wanneer en hoeveel PFAS er voorkomt in zeeschuim aan zee.



Zeeschuim op het strand van Schiermonnikoog in Nederland. © Ronald Wilfred Jansen - Shutterstock.com

Ook wat betreft het risico voor de volksgezondheid blijft veel onzeker. Of zeeschuim een gezondheidsrisico vormt, hangt vooral af van de PFAS-concentratie in het schuim, de frequentie en duur van het contact, de hoeveelheid schuim die met de huid in aanraking komt, en of er schuim wordt ingeslikt. Om dit risico te beoordelen, heeft VITO een eigen blootstellings- en risicobeoordelingskader opgesteld voor zowel kinderen als volwassenen, gericht op recreatie aan zee. Hieruit blijkt dat gezondheidsrisico's enkel kunnen optreden in geval van een chronische en intensieve blootstelling zoals bij het herhaaldelijk inslikken van erg gecontamineerd zeeschuim. Vooral watersporters en kleine kinderen zijn kwetsbaar. Op basis van de resultaten van dit onderzoek stelde het Agentschap Zorg en Gezondheid enkele voorzorgsmaatregelen in: niet spelen in of met zeeschuim, niet bewust zeeschuim inslikken, en een goede hygiëne toepassen na een strandbezoek (bijvoorbeeld door het lichaam af te spoelen met water en de handen te wassen).

WAT BRENGT DE TOEKOMST?

We zijn dit verhaal begonnen met PFAS de “forever chemicals” te noemen. Is alle hoop dan verloren? Gelukkig niet. Om te beginnen kan je in uiterste nood PFAS-vervuiling op een industriële manier saneren. Maar dit is duur, weinig efficiënt en vergt veel energie. Idealiter doen we het dus anders. Zoals altijd geldt dat voorkomen beter is dan genezen. Met het Europese “Zero Pollution Action Plan” wil Europa tegen 2050 de milieuvuiling in het water, de bodem en de lucht zodanig verminderen tot er geen gevaar meer overblijft voor mens en milieu. Voor PFAS betekent dit een verdere uitfasering. Doel is om nog enkel PFAS te gebruiken waar écht nodig en geen milieuvriendelijk alternatief voorhanden is. Om toe te werken naar deze ambitieuze milieudoelstellingen heeft

Vlaanderen de Visie Zeer Zorgwekkende Stoffen opgesteld.

Dat dergelijke preventiemaatregelen wel degelijk hun nut hebben, bewijzen monitoringresultaten uit Zweden. Onderzoekers daar onderzochten gedurende veertig jaar de evolutie van PFAS in het marien milieu (bv. in vis- en vogelsoorten). En wat bleek? Na de invoering van PFAS-bepalende maatregelen stabiliseerden de PFAS-concentraties in dalende lijn sinds het stopzetten van de PFAS-productie door 3M in 2015.

In de toekomst is er mogelijk nog een onverwachte bondgenoot. Uit cases in het verleden is gebleken dat, mits voldoende tijd en een continue blootstelling aan een bepaalde verontreinigende stof, micro-organismen ons misschien wel te hulp kunnen schieten. In die gevallen ontwikkelen bacteriën afbraakreacties en ruimen het goedje op. We moeten het nog zien. Tot die tijd blijft een brongerichte aanpak van de problematiek in combinatie met doelgroepgerichte sensibiliseringsacties de meest waardevolle strategie in het aanpakken van de PFAS-vervuiling. En af en toe genieten van een zeebezoekje kan natuurlijk nooit kwaad.

BRONNEN

- Dauwe, S.; Devriese, L.; Verleye, T.J.; Pirlet, H. (2024). De aanwezigheid en impact van PFAS in een marien milieu – de Belgische kustzone en het Schelde-estuarium als case study. VLIZ Beleidsinformerende Nota's, 2024_01. Vlaams Instituut voor de Zee: Oostende. 43 pp. <https://dx.doi.org/10.48470/72>
- De Brouwere, K.; Gemoets, J.; Jacobs, G.; Voorspoels, S. (2023). PFAS in zeewater en zeeschuim. VITO: Mol. 29 + bijlage pp.
- Vlaeminck, K.; Briels, N.; Viaene, K.; Vangheluwe, M.; Verdonck, F. (2023). Oriënterend onderzoek naar verspreiding van PFAS in Vlaanderen: Afvalwater, oppervlaktewater, waterbodembiot, biota & grondwater. ARCHE Consulting: Gent. 104 pp.
- PFAS-Verkenner, Vlaamse overheid: www.dov.vlaanderen.be/portaal/?module=pfasverkenner
- Horizon Europe SOS-ZEROPOL2030 project: <https://soszeropol2030.eu/#>