



Microplastics in (drink)water? – terugblik op een workshop met de drinkwaterbedrijven

Roberta Hofman-Caris, Patrick Bäuerlein (KWR), Eelco Pieke (HWL), Lapo Mughini-Gras (RIVM), Jan Peter van der Hoek (Waternet, TU Delft)

De drinkwaterbedrijven hebben samen met KWR, HWL en RIVM onderzoek gedaan naar microplastics in water. De resultaten werden onlangs op een workshop gepresenteerd, waarbij werd ingegaan op de oorsprong van microplastics in water, analyse en karakterisering van microplastics en wat ermee gebeurt tijdens het drinkwaterzuiveringsproces. Op dit moment bevat kraanwater nog vrijwel geen meetbare microplastics, maar meer onderzoek is nodig om te kijken of dit zo kan blijven.

De afgelopen eeuw heeft het gebruik van kunststoffen een enorme vlucht genomen in ontelbaar veel toepassingen. Het wordt nu echter duidelijk dat dit ook leidt tot gigantische afvalbergen en vervuiling van water met onder andere microplastics. De drinkwaterbedrijven hebben samen met KWR, HWL en RIVM onderzoek gedaan naar microplastics in water. De resultaten werden onlangs op een workshop gepresenteerd, waarbij werd ingegaan op de oorsprong van microplastics in water, analyse en karakterisering van microplastics, en wat ermee gebeurt tijdens het drinkwaterzuiveringsproces.

Onderzoek naar de combinatie microplastics en drinkwater is relevant omdat microplastics expliciet genoemd worden in de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn, die vastgesteld is in december 2020 en op 12 januari 2021 in werking is getreden. Lidstaten zijn verplicht om uiterlijk op 12 januari 2023 de bepalingen van de herziene drinkwaterrichtlijn te implementeren in de nationale wet- en regelgeving. In Nederland gebeurt dat door aanpassing van de Drinkwaterwet. In artikel 13 van de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn wordt gesproken van een 'aandachtsstoffenlijst' (watch list). Deze is bedoeld om tegemoet te komen aan de toenemende bezorgdheid van het publiek over de effecten van nieuwe verbindingen, waaronder microplastics, op de gezondheid van de mens via voor menselijke consumptie bestemd water, en om risico's van nieuwe verbindingen in het watervoorzieningssysteem aan te pakken. Dat betekent dat microplastics gemonitord zullen moeten worden en dat er risico-evaluaties opgesteld moeten worden. Ook wordt er een datum gekoppeld aan de ontwikkeling van een methodologie om microplastics te meten. Kortom, analysemethoden en kennis van actuele concentraties zijn van belang om aan de verplichtingen van de Europese drinkwaterrichtlijn te kunnen voldoen.

De huidige tijd wordt ook wel het antropoceen genoemd en een van de kenmerken daarvan is het gebruik van kunststoffen. Het eerste volledig synthetische plastic, bakeliet, werd al in 1907 ontwikkeld, maar pas halverwege de vorige eeuw kwamen steeds meer plastics in gebruik. Sindsdien is het aantal verschillende kunststoffen en toepassingen ervan gigantisch toegenomen en kunnen we ons een leven zonder niet meer voorstellen. Dit komt doordat ze eigenschappen als licht gewicht, sterkte en eenvoudige vormgeving combineren. In 2018 werd 359 miljoen ton plastics geproduceerd en men verwacht dat dit in 2050 zal zijn toegenomen tot 33 miljard ton. De keerzijde hiervan is dat er ook steeds meer plastics in het milieu terecht komen. Bekende voorbeelden zijn de 'plastic soep' in de oceanen of plastic zakjes in het milieu, maar die flessen, zakjes en bakjes vormen slechts het topje van de ijsberg. Nog niet zo heel lang geleden werd duidelijk dat de (vaak voor het oog onzichtbare) kleine

plastic deeltjes een veel groter probleem zouden kunnen vormen. De afgelopen vijf jaar is het aantal publicaties over deze zogenoemde micro- en nanoplastics in water exponentieel toegenomen. Sinds ongeveer twee á drie jaar neemt ook de aandacht voor de gevolgen hiervan voor drinkwater exponentieel toe. Daarom hebben de drinkwaterbedrijven onderzoek gedaan of laten doen naar microplastics. Naast hun rol in de Ketenverkenner van de Kennisimpuls Waterkwaliteit [1], [2], gebeurt dit ook in het kader van eigen onderzoek, het bedrijfstakonderzoek (BTO), en in het kader van het specifieke onderzoek van de duinwaterbedrijven (DPWE: Dunea, PWN, Waternet en Evides). De eerste resultaten hiervan werden gepresenteerd in een onlangs gehouden workshop, waarin ook werd ingegaan op de vraag of microplastics een bedreiging vormen voor het drinkwater.

Primaire en secundaire microplastics

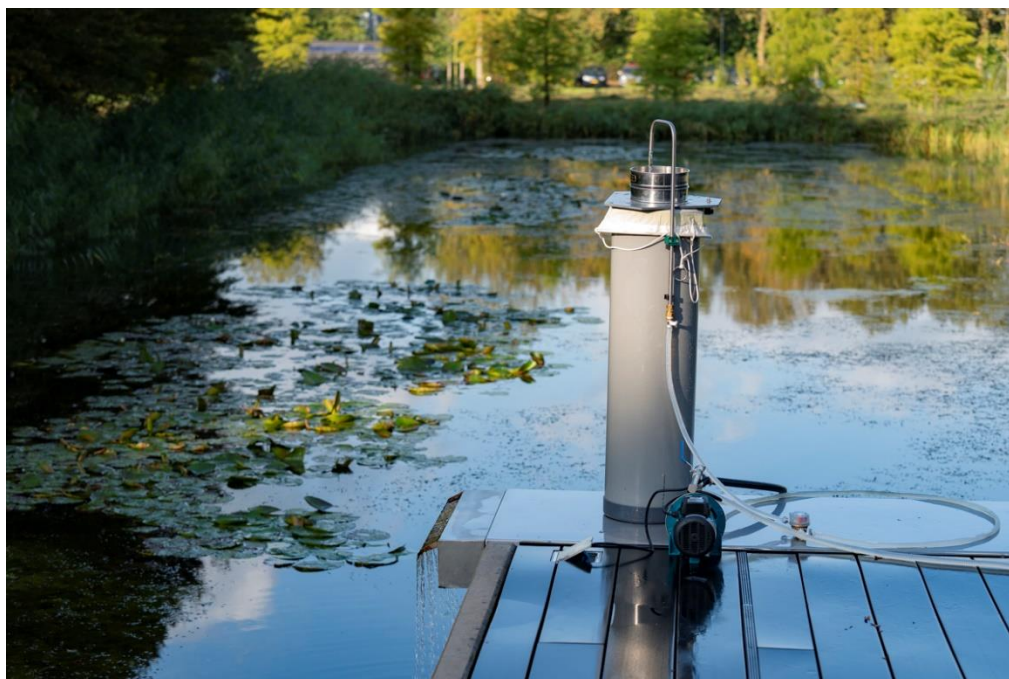
De eerste presentatie werd gegeven door Roberta Hofman. Zij ging in op de achtergrond van micro- en nanoplastics. Volgens een gebruikelijke definitie zijn microplastics tussen de 1 micrometer en 5 millimeter groot, en zijn nanoplastics kleiner dan 1 micrometer. Ze komen voor in de vorm van deeltjes, vezels, films en schuimachtige structuren. Er kunnen primaire en secundaire microplastics (MP's) worden onderscheiden. Primaire MP's worden als zodanig geproduceerd, bijvoorbeeld voor gebruik in 'personal care'-producten, glitters en dergelijke in textiel, dragermaterialen voor geneesmiddelen en als grondstoffen voor plastic producten. Die laatste komen vaak via industriële afvalstromen in het milieu terecht. In totaal gaat het hier wereldwijd om ongeveer anderhalf miljoen ton per jaar dat in de oceanen belandt. Secundaire MP's ontstaan door afbraak van grotere stukken plastic onder invloed van chemische, fysische en biologische processen. Dit gebeurt in het water, maar ook op bijvoorbeeld stortplaatsen, waarna de kleinere deeltjes terecht kunnen komen in oppervlakte-, grond- en rioolwater. Hoewel rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) het grootste deel van de plastics tegenhouden blijken ze toch een belangrijke emissieroute voor MP's naar het oppervlaktewater te zijn. Influent van RWZI's blijkt per liter tussen de 61 µg en 5,6 mg microplastics te bevatten, wat overeenkomt met 1 tot 31.400 deeltjes per liter. 45 procent hiervan wordt in de eerste trap van een RWZI verwijderd, de voorbezinking, 50 procent in de tweede trap, het actiefslibproces, en als er een derde trap (fosfaatverwijdering) is verwijderd die nog ongeveer 3 procent. Maar omdat er zoveel MP's in het afvalwater voorkomen en doordat afbraak van één deeltje meestal resulteert in de vorming van meerdere kleinere deeltjes, vormt RWZI-effluent toch een belangrijke bron van MP's in het milieu. Dagelijks worden tussen 9 miljoen en 4 miljard stuks MP's geloosd. De hoeveelheden hangen af van de grootte van de RWZI en de aangesloten huishoudens en industrieterreinen. MP's zijn minder zichtbaar dan de bekende flesjes en zakjes, maar kunnen door organismen worden opgenomen, waardoor ze mogelijk wel toxisch kunnen zijn voor allerlei organismen. De hoeveelheid secundaire MP's die in het milieu terechtkomt wordt inmiddels becijferd op circa 13 miljoen ton per jaar. In alle zeeën, oceanen en rivieren kunnen MP's worden aangetoond.

Aangezien drinkwater gemaakt wordt van grond- of oppervlaktewater is de vraag gerechtvaardigd hoeveel MP's de drinkwaterbereiding kunnen passeren. Volgens de literatuur wordt ongeveer 70 tot 82 procent van alle MP's verwijderd tijdens de drinkwaterproductie, wat ertoe leidt dat drinkwater hooguit ongeveer 200 MP's per 1000 liter bevat. Aangezien een mens ongeveer 2 liter per dag drinkt, komt dit neer op blootstelling aan minder dan één MP per dag vanuit kraanwater. In flessenwater is de situatie anders: hier kunnen tot 50 miljoen MP's per liter (!) worden aangetroffen, afhankelijk van het type fles en dop. Op de vraag of dit schadelijk is en zo ja hoe schadelijk kan echter nu nog geen

antwoord worden gegeven. Wel is uit de literatuur duidelijk geworden dat het niet alleen om de MP's op zich gaat. Onderzoekers hebben aangetoond dat stoffen als weekmakers en monomeren uit de MP's kunnen diffunderen. Verder kunnen MP's organische microverontreinigingen adsorberen en meenemen, en op hun oppervlak kunnen micro-organismen zich ontwikkelen. Ook dit zou allemaal tot toxische effecten kunnen leiden. Meer onderzoek is dan ook zeker nodig.

Nederlandse situatie

Om na te gaan wat dit alles voor de Nederlandse situatie betekent, is bij een aantal drinkwaterbedrijven onderzoek gedaan naar het voorkomen van MP's in bronnen voor drinkwater. Tevens is hier gekeken hoe het aantal en de aard van de MP's verandert tijdens de zuivering. Patrick Bäuerlein (KWR) en Eelco Pieke (HWL) lieten zien hoe zo'n onderzoek in zijn werk gaat. Het bemonsteren van microplastics luistert nauw, aangezien moet worden voorkomen dat er microplastics bijkomen tijdens de monstername. Denk bijvoorbeeld aan het gebruik van plastic kranen, slangen, monsterflessen en dergelijke. Vervolgens moeten de monsters voorbereid worden om opgeloste stoffen, organisch materiaal als vetten en eiwitten en anorganisch materiaal als steentjes en zand te verwijderen. Pas na deze stappen kunnen de MP's worden geanalyseerd, waarbij de hoeveelheid microplasticdeeltjes en -vezels wordt gemeten, de grootte en vorm worden vastgesteld en het type materiaal kan worden bepaald. Op dit moment zijn deze processtappen wereldwijd nog niet gestandaardiseerd. Het zal ook lastig zijn om dit te doen, aangezien op elke locatie maatwerk nodig is. De monstername bestaat op het moment uit het verzamelen van de plasticdeeltjes met behulp van zeef- of filtercascaden (zie afbeelding 1 voor een van de opstellingen). Vervolgens worden de monsters opgewerkt en geanalyseerd. Tijdens het onderzoek zijn twee analysemethoden toegepast: microscopie bij HWL en LDIR (Laser Direct Infrarood Microscopie) bij KWR. Een vergelijking tussen beide methoden is weergegeven in tabel 1.

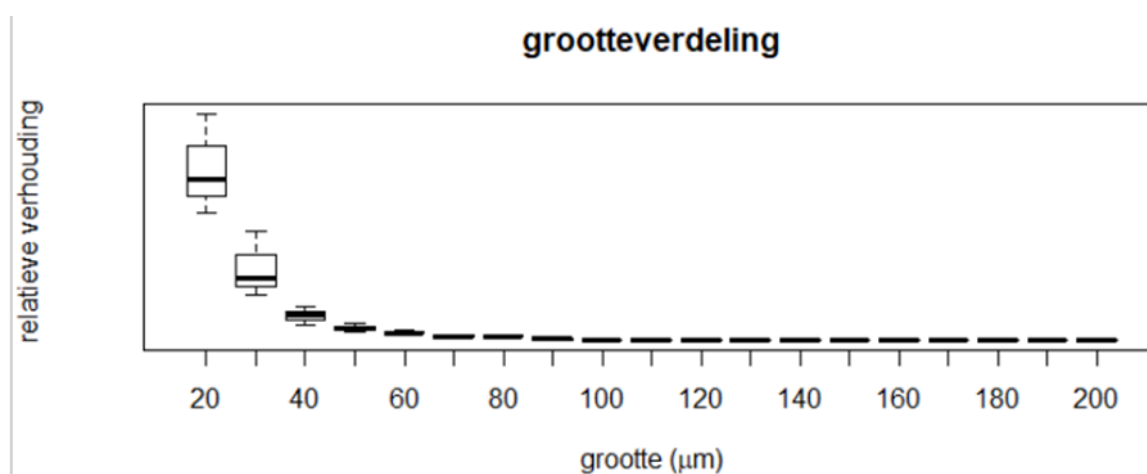


Afbeelding 1: Een van de opstellingen die KWR gebruikt voor monstername

Tabel 1. Vergelijking van analyses door middel van microscopie en LDIR

	LDIR	Microscopie
Minimale grootte van deeltjes	20 – 500 μm kan tot 10 μm	Groter dan 50 μm
Bepaling deeltjesgrootte	Continu, de grootte wordt door de software vastgesteld voor elk individueel deeltje	Per zeef, deeltjes worden gecategoriseerd per filter
Bepaling deeltjeskleur	Kan niet worden vastgesteld	Visueel vastgesteld
Bepaling type kunststof	Vastgesteld door de software op basis van infraroodspectra	Kan niet worden bepaald. Op basis van ervaring werd vastgesteld of een deeltje plastic was.
Vaststellen vorm	Op basis van fysieke parameters	Visueel vastgesteld
Praktische zaken	Vergt veel tijd en is relatief duur	Vergt minder tijd en is veel goedkoper

Het onderzoek laat zien dat de twee methoden in dezelfde grootte-orde vergelijkbare concentraties rapporteren. Met de LDIR-methode kunnen echter ook kleinere deeltjes worden aangetoond. Het onderzoek liet ook zien dat het aantal aanwezige MP's sterk toeneemt met afnemende diameter: in de kleinste fracties worden verreweg de meeste MP's aangetroffen. Hierdoor worden met LDIR in totaal aanzienlijk meer deeltjes gevonden. In de oppervlaktebronnen van drinkwater zijn concentraties van circa 80.000 deeltjes/ m^3 (20 – 500 μm) en ca. 1.000 deeltjes/ m^3 (50 – 5000 μm) aangetoond. Dit is weergegeven in afbeelding 2. De aandacht voor microplastics in relatie tot oppervlaktewater lijkt voornamelijk naar deze kleinere deeltjes uit te moeten gaan. Uitbreiden van het onderzoek naar deeltjes kleiner dan 10 μm wordt daarom aangeraden. Dat betekent ook dat nanodeeltjes op den duur meegenomen moeten worden.



Afbeelding 2. Voorbeeld van de grootteverdeling gemeten met het LDIR in een oppervlaktewater. Verreweg de meeste deeltjes zijn kleiner dan 50 μm

In tegenstelling tot oppervlaktewater werden in grondwatergerelateerde monsters nauwelijks tot geen plastics aangetoond. Onderzoek naar de verwijdering van MP's tijdens de drinkwaterzuivering laat zien dat tijdens de zuivering van het water wel meer dan 90 procent van alle plastics uit het water wordt verwijderd. Een kleine fractie van de deeltjes komt echter door de zuivering heen. Soorten plastics die worden aangetroffen zijn bijvoorbeeld polyethyleen, polypropyleen, polystyreen en rubber. Deze deeltjes hebben hiernaast ook nog verschillende vormen. Zo worden kleine brokstukken aangetroffen, maar ook vezels. Vezels worden echter tijdens de zuivering nagenoeg volledig verwijderd.

In het geproduceerde reinwater bleken nauwelijks MP's voor te komen. Met de microscopische methode werden 0,6 MP's per liter aangetoond. Met de LDIR-methode kunnen 18 deeltjes per liter worden aangetoond. Beide concentraties zijn veel lager dan de concentraties in oppervlaktewater, dus de huidige drinkwaterzuivering houdt zeer veel deeltjes tegen. Er is echter meer onderzoek nodig, want het is nog niet duidelijk hoe kleinere deeltjes, bijvoorbeeld kleiner dan 10 µm, zich in de zuivering gedragen. Bovendien moet nog antwoord worden gevonden op de vraag in hoeverre MP's in drinkwater gevolgen kunnen hebben voor de gezondheid. Op dit moment is er nog geen relatie aangetoond tussen de aanwezigheid van microplastics in oppervlaktewater of drinkwater en gezondheidseffecten voor de mens.

Micro-organismen

De laatste presentatie was van Lapo Mughini-Gras van het RIVM, die samen met Patrick Bäuerlein onderzoek heeft gedaan naar de samenstelling van micro-organismen op het oppervlak van MP's. Op het MP-oppervlak kan zich een biofilm vormen, die pathogenen kan bevatten en waarin overdracht van antibioticaresistente (AMR) genen kan plaatsvinden. Juist door de aanwezigheid van een biofilm op het oppervlak neemt de kans dat MP's in het voedselweb terechtkomen en accumuleren toe. Voor het onderzoek zijn monsters genomen bij Lobith en bij Vianen, in de zomer van 2019 en de winter van 2020. Op beide locaties werden gemiddeld 213.147 MP's/m³ aangetroffen, maar significant meer in de zomer dan in de winter. De meeste MP's bleken te bestaan uit polyamide (30 %) en polyvinylchloride (PVC; 26 %). Polypropyleen kwam ook veel voor, maar vooral in de grootte van 100-500 µm en niet zozeer tussen 20 en 100 µm. De samenstelling van de populaties micro-organismen bleek te variëren, afhankelijk van het seizoen en van de deeltjesgrootte, maar niet van de locatie. Op MP's werden 480 verschillende taxa van micro-organismen aangetroffen. De microbiële samenstelling op monsters van 100–500 µm verschilde van oppervlaktewater en van monsters van 10–100 µm of kleiner, met een lagere microbiële diversiteit in vergelijking met oppervlaktewater. Er werd een steeds meer 'waterachtige' microbiële gemeenschap waargenomen naarmate deeltjes kleiner werden. Het type micro-organisme dat werd aangetroffen hing ook sterk samen met de samenstelling van het polymeer. Bekende biofilmvormende en plasticafbrekende taxa (bijv. *Pseudomonas*) en taxa die potentiële pathogenen bevatten (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Arcobacter*) kwamen meer voor in bepaalde monstertypes. Bovendien bleken AMR-genen veel voor te komen in de op de MP's gehechte populaties. Over het algemeen kwamen de resultaten overeen met het bestaan van complexe mechanismen die de selectie van specifieke samenstellingen van micro-organismen en verminderde microbiële diversiteit op plastic substraten mogelijk maken, variërend over seizoenen, polymeertypes en deeltjesgroottes.

Uit een enquête onder de deelnemers van de workshop bleek dat de meeste deelnemers de aanwezigheid van MP's in bronnen voor drinkwater vooral zien als een milieuprobleem en niet zozeer als een probleem voor het drinkwater. Het is van groot belang de toxicologische aspecten van MP's eerst in kaart te brengen, al waren verreweg de meesten het er wel mee eens dat er, op basis van het voorzorgsprincipe, normen zouden moeten worden gesteld voor MP's in drinkwater. Ook is het heel belangrijk dat vooral ook kleine deeltjes ($\leq 20 \mu\text{m}$) gemeten kunnen worden. De meeste deelnemers verwachten wel dat MP's in de toekomst een serieus probleem kunnen gaan vormen voor de productie van drinkwater. Over de vraag of er meer onderzoek nodig is waren de deelnemers het eens. Hierbij werden echter verschillende onderwerpen genoemd, zoals de vraag wat er gebeurt met MP's die in bekkens en tijdens filtratie worden verwijderd, of MP's op den duur los kunnen komen uit het leidingnetwerk, mogelijkheden voor bronaanpak om het vrijkomen van MP's in het milieu tegen te gaan, en vooral ook welke toxische gevaren er zijn verbonden aan MP's in drinkwater. En naast aandacht voor MP's, is het waarschijnlijk ook van belang om nanoplastics (NP's) te kunnen meten.

Conclusies

Kunststoffen zijn op het moment niet meer weg te denken uit onze samenleving, maar de keerzijde hiervan is dat vrijwel overal in het oppervlaktewater, en zelfs op sommige plaatsen al in het grondwater, microplastics worden aangetroffen. In hoeverre deze deeltjes toxisch zijn is op dit moment nog niet bekend, maar het is duidelijk dat het hierbij niet alleen gaat om de deeltjes zelf, maar ook om de stoffen die ze adsorberen of afgeven, en de micro-organismen die erop kunnen groeien. Gelukkig blijkt Nederlands kraanwater op dit moment nog vrijwel geen MP's te bevatten, maar om ook in de toekomst een goede kwaliteit te kunnen blijven garanderen op dit gebied, is veel meer kennis nodig. Hiervoor is het noodzakelijk om verder onderzoek te doen naar bemonsteringsmethoden, de voorbereiding van de monsters en analysemethoden. Dit vereist zowel standaardisatie als maatwerk.

Referenties

1. Moermond, C., Broeke, J. van den, Laak, T. ter, Roessink, I., Roex, E. (2021). 'De Ketenverkenner van de Kennispuls Waterkwaliteit: biociden, microplastics en consumentenproducten'. *H2O-Online*, 31 mei 2021
2. <https://www.stowa.nl/deltafacts/waterkwaliteit/kennisimpuls-waterkwaliteit/microplastics>