Microplastics in het vizier: vorderingen in de drinkwatersector

Patrick Bäuerlein, Karel van Laarhoven (KWR), Merijn Schriks (VItens), Eelco Pieke (Het Waterlaboratorium), Maarten Lut (Oasen)

Microplastics worden wereldwijd aangetroffen in water, lucht en bodem. Hierdoor kunnen ze ook in drinkwaterbronnen terechtkomen. Sinds 2013 doet de drinkwatersector onderzoek naar de ontwikkeling van meetmethoden en de mogelijke invloed van microplastics op de drinkwaterproductie. Dit artikel biedt een perspectief op de ontwikkelingen in het bedrijfstakonderzoek van Nederlandse drinkwaterbedrijven en De Watergroep in Vlaanderen, gebundeld onder het programma Waterwijs. Er worden slechts zeer weinig microplastics in drinkwater aangetroffen. Momenteel beschikt de drinkwatersector over drie verschillende technieken om microplastics te meten. Door verder onderzoek bereiden drinkwaterbedrijven zich voor op een mogelijke meetverplichting vanuit de EU.

Microplastics zijn een heterogene groep plasticdeeltjes met een maximale omvang van 5 millimeter. Als ondergrens wordt vaak 10 micrometer gehandhaafd. Deeltjes die kleiner zijn dan 100 nanometer worden ook wel nanoplastics genoemd. De effecten van microplastics op het milieu zijn nog onvoldoende inzichtelijk, maar het is duidelijk dat ze daar niet thuishoren. Hoewel de effecten op mens en milieu nog onderwerp van divers onderzoek zijn, is er op basis van het voorzorgsprincipe internationaal al veel aandacht voor het verminderen van de uitstoot van microplastics. De drinkwaterbedrijven in Nederland doen onderzoek naar de potentiële impact van microplastics op de drinkwaterproductie. Dit artikel biedt een perspectief op het onderzoek naar microplastics en nanoplastics in de drinkwatersector, vanaf vroegere verkenningen tot aan de huidige ontwikkelingen en vooruitzichten.

Het begin

Nog voordat microplastics een algemeen begrip waren, voerde de drinkwatersector in 2013 een verkennend onderzoek uit naar de aanwezigheid van microplastics in drinkwaterzuiveringsprocessen. Hierbij werd ook oriënterend onderzoek gedaan naar de eventuele risico's van microplastics. Al snel werd duidelijk dat het belangrijk was om aanvullend onderzoek te doen naar de aanwezigheid van microplastics in bronnen van drinkwater, om inzicht te krijgen in de omvang van de verontreiniging met deze deeltjes [1]. Daarvoor moesten echter meetmethodes worden verbeterd om betrouwbaarder te kunnen meten.

Het TRAMP-project (Towards a Robust and Applicable Methodology for Monitoring Microplastics) markeerde in 2015 een belangrijke uitbreiding van het onderzoek naar microplastics, waarbij verschillende Nederlandse universiteiten, instituten en de drinkwatersector meer dan vier jaar lang samenwerkten. Het project had als doel te bepalen in welke mate binnenwateren in Nederland vervuild zijn met deze kleine plastic deeltjes. De watersector droeg vooral bij aan de meetmethode (infraroodspectroscopie), inzicht in het gedrag/verwijdering van de deeltjes tijdens drinkwaterzuivering en inzicht in hun impact op de mens (met behulp van bioassays). De resultaten werden vervolgens vertaald naar toepassingen in de watersector. In de loop van vier jaar werden er onder andere meetmethoden en -strategieën ontwikkeld om microplastics te identificeren en te

kwantificeren. Voor de drinkwatersector werd al snel duidelijk dat oppervlaktewater aanzienlijke hoeveelheden microplastics kan bevatten. In de Maas, die voor meerdere drinkwaterbedrijven als bron dient, werden op sommige meetpunten meer dan 1000 microplasticdeeltjes per kubieke meter (MP/m³) gesignaleerd [2]. In de Dommel werden concentraties microplastics tussen ongeveer 100 en 12.000 MP/m³ gedetecteerd.

Aanvullend onderzoek naar bronnen van microplastics

Uit voortschrijdende inzichten bleek het effluent van RWZI's een belangrijke bron van microplastics te zijn, hoewel een groot deel al wordt verwijderd [3]. Onderzoek wereldwijd toont aan dat microplastics via deze route in rivieren kunnen komen. Een logische oplossing zou daarom zijn om aanvullende maatregelen te nemen om de hoeveelheid geloosde microplastics te verminderen. Onderzoeken bij RWZI's tot en met 2019 laten zien dat conventionele technieken gemiddeld 94% van alle binnenkomende microplastics kunnen verwijderen. Tijdens de primaire zuivering, waaronder het verwijderen van gruis en vet, en afschuimen, wordt gemiddeld 76% van de microplastics verwijderd. In de secundaire zuiveringsstappen, zoals behandeling met actief slib, wordt nog eens circa 17% afgevangen. Een derde stap (biologische filtratie of zwaartekrachtfiltratie) kan vervolgens nog 15% verwijderen. Dit betekent dat al een groot deel van de microplastics uit het water wordt verwijderd, maar de resterende 4% kan nog aanzienlijke hoeveelheden microplastics bevatten (meer dan 50.000 MP/m³).

Vandaar dat de drinkwatersector samen met het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) en de Great Bubble Barrier onderzocht of microplastics met behulp van een bellenscherm kunnen worden tegengehouden. Het bellenscherm had in eerder onderzoek al bewezen dat de bellen grotere deeltjes (macroplastics) effectief vasthouden. Daarom werden er in een sloot van een RWZI experimenten met een bellenscherm uitgevoerd. Dit onderzoek toonde echter aan dat microplastics niet meetbaar worden tegengehouden [4]. Toch heeft het langdurige meten en bemonsteren bijgedragen aan het behalen van een tweede doel van het onderzoek: het verkrijgen van waardevolle kennis, zoals inzicht in de MP-concentratie in effluent over een langere periode, en het bevorderen van de ontwikkeling van de laser direct infrarood (LDIR)-meetmethode.

Met de verder ontwikkelde LDIR-methode onderzocht de drinkwatersector of microplastics uit bestaande oppervlaktewaterbronnen verwijderd konden worden. Het doel van het onderzoek was om te achterhalen waar in de drinkwaterzuivering microplastics worden tegengehouden. Naast oppervlaktewater werden bij dit onderzoek ook andere bronnen onderzocht, zoals grondwater, oeverfiltraat en duinfiltraat.

De gegevens tonen aan dat microplastics in meetbare hoeveelheden aanwezig zijn in oppervlaktewater (Lekkanaal, Maas en Vecht), met concentratieniveaus variërend tussen ongeveer 12.000 en 450.000 MP/m³ (12 – 450 MP/L). Tijdens het zuiveringsproces neemt de totale concentratie van microplastics aanzienlijk af (tussen de 80% en 99%). In het gezuiverde drinkwater zijn de hoeveelheden in microplastics vervolgens zeer laag, namelijk minder dan 2000 MP/m³ in de grootte van 20 tot 500 µm. De verwijdering gebeurt met name al tijdens de natuurlijke zuivering, zoals door bezinking in de spaarbekkens of bodempassage (oeverfiltraat). In grondwater zijn vanaf het begin al nauwelijks microplastics aanwezig vergeleken met oppervlaktewater. De concentraties in het geanalyseerde grondwater liggen rond 2000 MP/m³. In het drinkwater gemaakt uit grondwater liggen

de concentraties uiteindelijk rond 1500 MP/m³). Omdat er vanaf het begin al weinig deeltjes zijn, zijn de verschillen tussen bron en tap klein of niet meetbaar [5].
In vergelijking met andere bronnen, zoals lucht, voedsel en dranken, is de blootstelling aan microplastics via kraanwater klein [5]. De bijdrage van kraanwater aan de totale jaarlijkse inname van microplastics door een persoon in Nederland is gemiddeld minder dan 1%. De gemiddelde persoon in Nederland zal op basis van deze meetgegevens hiermee via het drinkwater hooguit rond de 3 deeltjes per dag binnenkrijgen. Dranken in fles kunnen tot een grotere blootstelling leiden. Ter vergelijking: er worden veel meer microplastics aangetroffen in water uit flessen, tussen de 7.000 en 90.000 MP/m³ [6] en volgens sommige onderzoekers zelfs ongeveer 6.000.000 MP/m³ [7].

Recent onderzoek

Recent is bij verschillende drinkwaterbedrijven oriënterend onderzoek verricht naar het vrijkomen van microplastics in het distributienet van drinkwater. Meer dan de helft van het Nederlandse leidingnet bestaat namelijk uit kunststof leidingmateriaal, zoals polyetheen (PE) en polyvinylchloride (PVC). Zo is er bijvoorbeeld onderzoek gedaan naar verschillen in de concentratie van microplastics tussen productielocaties, woonwijken en woningen die verderop in het leidingnet liggen. Daarnaast is er vóór en ná de aanleg van nieuwe delen van het leidingnet gemeten om te controleren of werkzaamheden, zoals boren en het verbinden van leidingstukken, leiden tot de afgifte van microplastics.
Onderzoeken in het distributienet wijzen echter uit dat er geen significant verschil bestaat in microplastic-concentraties tussen drinkwater bij het pompstation en later in het distributienet. De concentraties in het kraanwater van verschillende woonwijken met verschillende productielocaties zijn hetzelfde en liggen in dezelfde ordegrootte als het eerder uitgevoerde onderzoek naar microplastics in de drinkwaterproductie, namelijk rond 1000 tot 2000 MP/m^3 (1 -2 microplastics per liter). Er worden dus geen extra microplastics gevonden worden in het onderzochte kraanwater. Uit de resultaten blijkt dat het onderzochte leidingmateriaal geen invloed heeft op de hoeveelheid microplastics.
In het ZonMW-Momentumproject (2021-2025) wordt hiernaast onderzoek uitgevoerd dat gericht is op het ontrafelen van de effecten van micro- en nanoplastics (MNP's) op de menselijke gezondheid en het bepalen van maatregelen om de mogelijke gevolgen voor de gezondheid te minimaliseren. Het Momentumproject is een samenwerking van onderzoekers van verschillende universiteiten, academische ziekenhuizen en onderzoeksorganisaties, samen met bedrijven en belangrijke belanghebbenden, zoals de drinkwatersector. Het onderzoek omvat het meten van MNP’s in het menselijk lichaam en onderzoek naar de effecten op de menselijke gezondheid. Ook wordt onderzocht of pathogenen, zoals bacteriën of virussen, zich aan MNP’s hechten. De verkregen kennis zal bijdragen aan een geïntegreerde aanpak om mogelijke gezondheidseffecten van blootstelling aan MNP’s te voorspellen en te voorkomen.
Behalve microplastics komen ook nanoplastics steeds meer in beeld. Daarom is het onderzoek inmiddels uitgebreid naar methodeontwikkeling voor het meten van nanoplastics in drinkwatermonsters. Hiervoor heeft KWR de samenwerking met de TU Delft gezocht. Uit deze samenwerking volgt de intentie om bestaande meetmethodes te valideren zodat ze geschikt zijn om nanoplastics in water te meten.
Om het onderzoek naar zowel de nano- als de microplastics steeds nauwkeuriger en betrouwbaarder te maken, wordt niet alleen aan de meetmethodes en bemonstering gewerkt, maar wordt ook onderzoek verricht naar de mate waarin machine learning de drinkwatersector kan helpen om de

meetmethodes te verbeteren. Het identificeren van microplastics in milieumonsters is namelijk uitdagend vanwege de veranderingen die deze deeltjes ondergaan na (gedeeltelijke) afbraak in het milieu. Hierdoor kunnen infraroodspectra van hetzelfde type plastic en van aangetaste microplastics aanzienlijk verschillen. Machine learning-modellen bieden een oplossing om deze aangetaste microplastics alsnog correct te identificeren. Dit model is inmiddels geïntegreerd in een gebruiksvriendelijke interface, waardoor het eenvoudig te bedienen is. Zowel het identificeren van microplastics als het trainen van een nieuw model kan via deze interface worden uitgevoerd, zonder dat er specifieke kennis van machine learning nodig is.

Beschikbare meetmethodes

Op het moment van schrijven heeft KWR twee technieken om microplastics aan te tonen. De eerste methode is de al eerder genoemde infrarood-spectroscopische methode voor microplastics (laser direct infrared imaging, LDIR). Met deze techniek kunnen deeltjes zowel visueel als met een infraroodlaser worden gekarakteriseerd en geteld. Op deze manier ontstaat van individuele deeltjes de grootte, vorm en chemische samenstelling (type plastic). Op dit moment is het kleinste deeltje dat met de LDIR gemeten kan worden ongeveer 10 µm. Naast deze techniek is het ook mogelijk om plasticdeeltjes te karakteriseren met TGA (thermogravimetrische analyse) in combinatie met gaschromatografie en massaspectrometrie (GC/MS). Bij deze techniek worden de deeltjes onder invloed van warmte afgebroken. De afbraakproducten kunnen vervolgens worden geïdentificeerd. Dit maakt het mogelijk om conclusies te trekken over het type en het aantal plastics. Deze techniek levert echter geen informatie over de grootte en vorm van een deeltje. In tegenstelling tot de visuele techniek, die het aantal deeltjes per monster kwantificeert, geeft TGA de hoeveelheid plastic per massa weer, wat een vergelijking van de twee genoemde methodes bemoeilijkt (tabel 1).

Naast de twee technieken bij KWR, heeft Het Waterlaboratorium (HWL) ook nog de mogelijkheid om met een optische microscoop deeltjes groter dan 50 µm visueel te beoordelen op aantal, grootte, kleur en vorm. Deze techniek geeft geen informatie over het type plastic, maar maakt alleen, op basis van deskundige kennis van een analist, een beoordeling of een deeltje plastic is of niet.

Tabel 1. Beschikbare meetmethodes bij enkele laboratoria in de drinkwatersector

Criteria	LDIR (infrarood)	TGA-GC/MS	Microscoop
Type van gedetecteerde plastics	Ja	Ja	Nee
Grootte van de deeltjes	Ja	Nee	Ja
Aantal deeltjes	Ja	Nee	Ja
Vorm	Ja	Nee	Ja
Deeltjesgrootte die kan worden gedetecteerd	10 – 500 µm	50 nm – 500 µm	50 – 5000 µm
Monstervolume	500 – 10.000 L (water), ~100 g bodem/sediment	1 – 100 L (water), 1 g bodem/sediment	100 – 10,000 L (water)

Voor de drinkwaterlaboratoria heeft KWR een meetprotocol ontwikkeld voor het effectief monitoren van microplastics in drinkwater. Deze methode voldoet aan het gedelegeerd besluit C(2024) 1459 tot aanvulling van richtlijn (EU) No 2020/2184, waarin wordt beschreven hoe microplastics in voor menselijke consumptie bestemd water moeten worden gemonitord. De richtlijn schrijft onder andere voor welke monsternamemethode moet worden gebruikt (zie afbeelding 1), welke meetmethode moet worden toegepast, en welke prestatiekenmerken belangrijk zijn. Dit gedelegeerde besluit werd begin 2024 van kracht. Op dit moment is het echter nog niet verplicht om microplastics te monitoren. Deze verplichting komt wel op het moment dat microplastics op de aandachtslijst (watchlist) van zorgwekkende stoffen en verbindingen voor water bestemd voor menselijke consumptie moeten worden geplaatst.

Vanwege het belang van dit onderwerp hebben drinkwaterbedrijven echter besloten hierop niet te wachten en om nu al met deze methode aan de slag te gaan. Op dit moment lopen er verkennende onderzoeken met de nieuwe meet- en bemonsteringsmethode. Het doel hiervan is om snel inzicht te krijgen in de manier van bemonsteren, de voorgeschreven EU meetmethode en het aantal microplastics in drinkwater uit verschillende bronnen.

Afbeelding 1. Een filtercascade met vier filters, gerangschikt van boven naar beneden. De twee primaire filters (100 µm en <20 µm) vangen de zwevende deeltjes in het water, waaronder mogelijke microplastics. De twee secundaire filters (100 µm en <20 µm) dienen als blanco controlefilters. Deze worden niet blootgesteld aan het watermonster, maar worden geanalyseerd om eventuele contaminatie door externe bronnen, zoals lucht, tijdens de monstername te kwantificeren. Deze contaminatie zou kunnen worden geïntroduceerd na de monstername. De secundaire filters fungeren als kwaliteitscontrole om onderscheid te maken tussen microplastics die daadwerkelijk in het water aanwezig zijn en microplastics die mogelijk tijdens de analyse zijn geïntroduceerd

Conclusie

De Nederlandse drinkwatersector en De Watergroep in Vlaanderen zijn al meerdere jaren bezig de mogelijke impact van microplastics op de drinkwaterkwaliteit in beeld te brengen. In onderzoek tot nu toe worden nauwelijks microplastics in drinkwater aangetoond (rond 1 - 2 deeltje per liter). Ook zijn er geen aanwijzingen dat er microplastics vrijkomen tijdens de drinkwaterproductie of in het leidingnetwerk. De sector past op dit moment drie verschillende methodes toe om de microplastichoeveelheid te bepalen, namelijk LDIR, TGA-GC/MS en optische microscopie. Deze methodes worden voortdurend verbeterd; in eigen onderzoek, maar ook met kennis van derden (b.v. wetenschappelijke literatuur). Hoewel er al veel bereikt is, kan worden geconcludeerd dat er nog ruimte is om de meetmethodes te verbeteren, zeker op het gebied van nauwkeurigheid en snelheid. De drinkwatersector werkt hieraan, om betrouwbare meetresultaten te kunnen rapporteren. Daarnaast willen drinkwaterbedrijven al over meetgegevens beschikken zodra de meetverplichting van de EU van kracht wordt. De sector wacht niet tot dat moment, omdat het belang van dit onderwerp te groot is om uit te stellen.

Referenties

1. Wezel, A. van, Caris, I., Kools, S.A.E. (2016). 'Release of primary microplastics from consumer products to wastewater in the Netherlands'. *Environmental Toxicology and Chemistry* 35(7), 1627-1631.

2. Mintenig, S.M. et al. (2020). 'A systems approach to understand microplastic occurrence and variability in Dutch riverine surface waters'. *Water Research* 176, 115723.

3. Iyare, P.U., Ouki, S.K. and Bond, T. (2020). 'Microplastics removal in wastewater treatment plants: a critical review'. *Environmental Science: Water Research & Technology* 6(10), 2664-2675.

4. Bäuerlein, P.S., Pieke, E.N., Oesterholt, F., Laak, T. ter en Kools, S.A.E. (2023). 'Microplastic discharge from a wastewater treatment plant: long term monitoring to compare two analytical techniques, LDIR and optical microscopy while also assessing the removal efficiency of a bubble curtain'. *Water Sci Technol* 87(1), 39-56.

5. Bäuerlein, P.S., Hofman-Caris, R.C.H.M., Pieke, E.N. en Laak, T.L. ter (2022). 'Fate of microplastics in the drinking water production'. *Water Res* 221, 118790.

6. Nizamali, J., Mintenig, S.M. en Koelmans, A.A. (2023). 'Assessing microplastic characteristics in bottled drinking water and air deposition samples using laser direct infrared imaging'. *Journal of Hazardous Materials* 441, 129942.

7. Oßmann, B.E.et al. (2018). 'Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water'. *Water Research* 141, 307-316.