

## Microplastics

Deze Deltafact is een product van de Ketenverkenner, een project onder de Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK In de KIWK werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstututen samen om meer inzicht te krijgen in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. In het programma wordt bestaande en nieuwe kennis bijeen gebracht en (beter) toepasbaar gemaakt voor de praktijk.

Het doel van de ketenverkenner is om voor een aantal geselecteerd stofgroepen een aantal aspecten in kaart te brengen, met als uiteindelijk doel om de emissies naar het watermilieu te reduceren. Deze aspecten zijn:

- Welke actoren spelen een rol in de ketens van de geselecteerde stofgroepen, van ontwerp en productie tot en met de afvalfase?
- Wat is de stand van zaken binnen deze stofgroepen; welke kennis is beschikbaar?
- Welke kennis ontbreekt nog (kennisleemtes) om een goed beeld te krijgen van de emissies, de actoren en hun invloed op de waterkwaliteit?
- Met welke aangrijpingspunten - zowel op het gebied van technologie, bestuur als gedrag - kan voor de betreffende (sub)stofgroep de waterkwaliteit positief worden beïnvloed?

In deze Deltafact wordt de huidige kennis op het gebied van waterkwaliteit met betrekking tot "microplastics" samengebracht en worden kennisleemtes benoemd.

## Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Randvoorwaarden.....	3
3	Gerelateerde onderwerpen en Deltafacts.....	4
4	Strategie.....	4
5	Werking .....	5
5.1	Indeling van microplastics.....	5
5.2	Bronnen en emissieroutes.....	5
5.3	Afbraak en persistentie .....	8
5.4	Risico's en effecten .....	8
5.5	Bemonstering en meting van microplastics .....	9
5.6	Aanwezigheid van microplastics in het milieu .....	12
5.6.1	Microplastics in afvalwater .....	12
5.6.2	Microplastics in oppervlaktewater.....	12
5.6.3	Microplastics in grondwater .....	13
5.6.4	Microplastics in leiding- en flessenwater .....	13
6	Governance .....	13
6.1	Stof niveau .....	14
6.2	Primaire microplastics.....	14
6.3	Secundaire microplastics .....	15
7	Kennisleemtes.....	16
7.1	Het vaststellen van de blootstelling van microplastics .....	16
7.2	Het vaststellen van de effecten van microplastics.....	17
8	Bronnen en Links .....	18
9	Colofon.....	21

## 1 Inleiding

Microplastics zijn een gevarieerde groep van plastic deeltjes die gekenmerkt worden door een maximale omvang van 5 mm, waarbij de hele kleine deeltjes ( $\leq 100$  nanometer) ook wel nanoplastics worden genoemd.

Microplastics worden veel aangetroffen in het milieu terwijl ze er niet bewust in toegepast worden. Hoewel de effecten van microplastics op het milieu nog niet eenduidig zijn, is het een feit dat ze daar niet in thuishoren. Daarom is er veel aandacht voor microplastics en wordt vanuit het voorzorgsprincipe getracht om, waar mogelijk, de emissies van microplastics terug te dringen.

Microplastics bestaan grotendeels uit synthetische polymeren waar additieven, pigmenten, oliën, vulstoffen en andere productverbeteraars aan toegevoegd kunnen zijn. Microplastics kunnen onderverdeeld worden in primaire en secundaire microplastics. Primaire microplastics worden als deeltje geproduceerd en toegepast in allerlei producten, en kunnen als zodanig in het milieu terecht komen. Voorbeelden hiervan zijn de microplastics die als additief worden toegevoegd aan cosmetica, of de pre-productie plastics die via morsen tijdens productie en transport in het milieu belanden. Secundaire microplastics zijn deeltjes die door verwerking ontstaan uit grote stukken plastics, bij zwerfafval of bandenslijtage.

Eenmaal in het milieu kunnen de eigenschappen van de microplastics veranderen door verwerking, biofilmvorming, binding van chemicaliën, en adsorptie aan (natuurlijke) deeltjes (dit wordt in meer detail besproken in sectie 2.3). Deze processen spelen een prominente rol bij secundaire microplastics, en in mindere mate bij primaire microplastics die in het algemeen een homogener oppervlak hebben ([RIVM, 2019](#)).

## 2 Randvoorwaarden

Het Comité risicobeoordeling (RAC) van het Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA) heeft recentelijk (11 juni 2020) in zijn opinie de definitie van microplastics verder uitgewerkt. Zo vallen plastic vezels met een lengte van  $\leq 15$  mm en een lengte tot diameter ratio  $< 3$  mm ook onder de definitie van microplastics. Ook heeft het RAC in zijn opinie vastgesteld dat microplastics geen ondergrens hebben, en dus vallen nanoplastics wat betreft de restrictie ook onder de definitie van microplastics ([ECHA, 2020](#)). Hoewel de RAC opinie definitief is, moet de restrictie nog wel door de Europese Commissie worden aangenomen. In afwachting daarvan, zullen in deze factsheet nanoplastics niet uitputtend behandeld worden. Ook speelt

mee dat er nog geen goede gestandaardiseerde analysemethodes beschikbaar zijn voor dergelijke kleine plastic deeltjes.

### 3 Gerelateerde onderwerpen en Deltafacts

In 2013 werd in opdracht van de STOWA een eerste factsheet over de gevolgen van microplastics voor het zoetwater voor waterbeheerders opgesteld ([Roex et al., 2013](#)). Verder zijn in de afgelopen jaren verschillende vrijwillige initiatieven van belangenorganisaties en industrie ontstaan. Voorbeelden hiervan zijn de campagne "[Beat the Microbead](#)" uit 2012 van de Plastic Soup Foundation en de Stichting de Noordzee, het [advies van Cosmetics Europe](#) uit 2015 aan haar leden om microbeads vrijwillig uit te faseren vanaf 2020 uit wash-off cosmetische producten, zoals scrub en reinigende producten, en de aanbevelingen van de Branchevereniging Sport en Cultuurtechniek (BSNC) en vier grote gemeenten (Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht) uit 2017 om [verspreiding van microplastics uit infill kunstgrasvelden te beperken](#). Naast deze initiatieven vanuit belangenorganisaties en industrie brengt het RIVM regelmatig een [nieuwsbrief uit met relevante informatie betreffende microplastics](#). Vanuit ZonMw is een programma genaamd "[Microplastics & Health](#)" opgesteld om meer inzicht te krijgen in de gezondheidseffecten van microplastics. Het project is in 2019 gestart en omvatte toen 15 kortlopende onderzoeken naar o.a. toxiciteit, mechanismes, effecten op organen en ziekteverwekkers. Inmiddels is deze eerste ronde aan projecten afgerond en wordt aan het opzetten van vervolgonderzoek gewerkt. Deze gaat naar verwachting in 2021 van start. Al deze initiatieven illustreren de toenemende publieke zorg omtrent het gebruik van microplastics en het voorkomen in het milieu.

### 4 Strategie

Deze deltafact heeft als doel om de invloed van microplastics op de zoetwaterkwaliteit in beeld te brengen. Deze invloed zal bepaald worden aan de hand van een aantal belangrijke aspecten van microplastics, namelijk :

1. de verschillende types van microplastics.
2. De bronnen en emissieroutes
3. Afbraak en persistentie in het milieu
4. Risico's en effecten van microplastics
5. Beschikbare monitoringstechnieken

## 6. Het voorkomen van microplastics in het milieu.

De beschikbare kennis op deze aspecten zal in de volgende paragrafen beschreven worden. Op basis van deze kennis zullen een aantal belangrijke kennisleemtes geïdentificeerd en geprioriteerd worden.

## 5 Werking

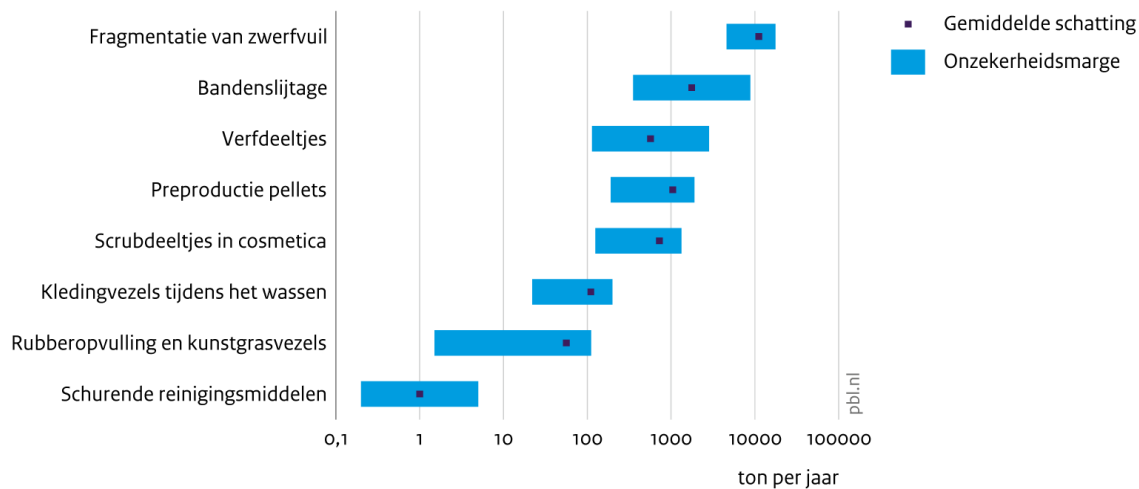
### 5.1 Indeling van microplastics

Microplastics kunnen op verschillende manieren gecategoriseerd worden: naar grootte, vorm (bijvoorbeeld deeltje, pallet, vezel) oorsprong (primair, secundair) of polymeertype. De meest gebruikte synthetische polymeren in Europa (EU28, Noorwegen en Zwitserland) zijn: polyethyleen (PE; 29,8%), polypropyleen (PP: 19,3%), polyvinylchloride (PVC; 10,2%), polyurethaan (PU; 7,7%), polyethyleentereftalaat (PET; 7,4%), en polystyreen (PS; 6,6%) (Plastics Europe, 2018). Deze polymeren mineraliseren nauwelijks in het milieu, maar kunnen na verloop van tijd fragmenteren in steeds kleinere deeltjes. De manier waarop microplastics gecategoriseerd worden is van belang, omdat de bron en emissieroute (sectie 2.2), afbraak en persistentie (sectie 2.3), en risico's en effecten (sectie 2.4) per categorie kunnen verschillen.

### 5.2 Bronnen en emissieroutes

Schattingen van de emissies van microplastics in Nederland zijn gebaseerd op een combinatie van beschikbare monitoringsgegevens en verspreidingsmodellen en gaan gepaard met grote onzekerheden, vooral vanwege het ontbreken van monitoringsgegevens van specifieke bronnen. Daarnaast zijn er ook onzekerheden als gevolg van variatie in productkwaliteit, gedrag van consumenten, geografie, weer, infrastructuur en hydrologie ([RIVM, 2019](#)). Figuur 1 geeft een overzicht van de belangrijkste bronnen van microplastics naar het oppervlaktewater.

De hoeveelheid microplastics die jaarlijks in het milieu terecht komt is groot, en bestaat voor het voornaamste deel uit secundaire microplastics (zie Figuur 1). Het aandeel secundaire microplastics ligt dan ook substantieel hoger dan het aandeel primaire microplastics.



*Figuur 1. Geschatte microplastic-emissies in stroomgebied Nederland in ton/jaar (Verschoor en De Valk, 2018). De kolommen laten de onzekerheidsmarge zien; de witte stippen zijn het gemiddelde. Let op, de x-as is op log-schaal weergegeven.*

De grootste bijdrage wordt geleverd door fragmentatie van plastic zwerfvuil. Gemiddeld wordt aangenomen dat circa een kwart kilogram plastic afval per persoon per dag wordt geproduceerd. Het meeste hiervan wordt ingezameld, maar circa 2 procent eindigt op straat als zwerfafval, waarvan 15 tot 40 procent weer via het oppervlaktewater in zee terecht komt ([RIVM, 2019](#)).

Een andere bron van microplastics is bandenslijtage, en dit komt zowel rechtstreeks als via het riool in oppervlaktewater terecht. Van de microplastics die vrijkomen door verkeer in stedelijke gebieden komt circa 15-35 procent via het riool en rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) in het oppervlaktewater terecht, door verkeer op snelwegen en in het landelijk gebied belandt circa 10 procent van de vrijgekomen microplastics rechtstreeks in het water ([Verschoor en De Valk, 2018](#)).

Microplastics kunnen ook uit verf-gerelateerde activiteiten ontstaan, voornamelijk gerelateerd aan (ver)bouwwerkzaamheden door professionals en doe-het-zelvers, samen goed voor bijna 75 procent van alle gebruik, en werkzaamheden gerelateerd aan het produceren en onderhouden van schepen (9 procent). De scheepvaartsector is vooral van belang omdat er, ondanks alle reducerende maatregelen, directe emissie naar oppervlaktewateren plaatsvindt. Microplastics gevormd in de (ver)bouwsector gaan merendeels naar de bodem; maar een gedeelte komt via het riool en rwzi's in oppervlaktewateren terecht ([RIVM, 2019](#)).

Overige belangrijke bronnen zijn: pre-productiepellets, synthetisch textiel, cosmetica, reinigingsmiddelen en kunstgrasvelden. De hoeveelheid pre-productiepellets die verloren gaan en in het milieu terechtkomen is lastig te schatten; informatie is vaak gebaseerd op interviews en schattingen. Ook zijn verschillende bedrijven betrokken bij de verschillende fases, waardoor vaak een compleet overzicht ontbreekt. De pellets kunnen in het oppervlaktewater terechtkomen door onzorgvuldig handelen tijdens het transport en/of de productie van plastic producten ([RIVM, 2019](#)).

Microplastics uit cosmetica en schurende reinigingsmiddelen komen ook via het riool in de rwzi en vervolgens in het oppervlaktewater terecht. Het is te verwachten dat de bijdrage van deze bronnen steeds kleiner zal worden. Enerzijds omdat de cosmetica-industrie heeft besloten om het gebruik van microplastics in producten vrijwillig uit te faseren. Anderzijds omdat ECHA een restrictievoorstel zal indienen dat het vrijkomen van opzettelijk toegevoegde microplastics in het milieu moet voorkomen ([RIVM, 2019](#)). Deze restrictie zal overigens ook voor andere toepassingen waarbij primaire microplastics gebruikt worden invloed hebben.

Tijdens de productie van synthetische kleding en tijdens het dragen ervan (slijtage) komen microplasticvezels vrij in de lucht. Dit is echter een kleine bron in vergelijking met de microplasticvezels die vrijkomen tijdens het wassen (laundry fibers, Figuur 2). De hoeveelheid vezels die vrijkomen tijdens het wassen hangt onder andere af van het type textiel en draad, de textieldichtheid, de textielslijtage (pluizen), de temperatuur waarbij gewassen wordt en het soort wasmiddel. In Nederland komen de meeste microplasticvezels via het riool in rwzi's terecht waar een deel wordt verwijderd; het resterende deel komt in het oppervlaktewater ([RIVM, 2019](#)). Als het gaat om de belasting van de Europese zeeën, zijn microplastics uit textiel de tweede grootste bron (met 29 procent van de totale belasting), na autobanden (42 procent) ([Kooi et al., 2018](#)).

Emissies van microplastics uit kunstgrasvelden ontstaan doordat vezels afbreken, en doordat het rubbergranulaat wordt verspreid. Microplastics kunnen zich ophopen in de bodem naast de velden en vandaaruit kunnen ze uitspoelen naar omliggende oppervlaktewateren. Ook kunnen de microplasticsdeeltjes via putten op het sportterrein in het riool komen. Tot slot kan granulaat vast komt te zitten in sportkleding en of -schoenen en tijdens het wassen met het afvalwater naar het riool worden afgevoerd ([RIVM, 2019](#)).

### 5.3 Afbraak en persistentie

Voor het vaststellen van effect van microplastics op de milieukwaliteit is het onder andere belangrijk om de afbreekbaarheid te bepalen. Dit is voor microplastics lastig omdat testrichtlijnen voor afbraakstudies over het algemeen zijn opgesteld voor oplosbare chemicaliën en niet voor deeltjes zoals microplastics. De richtlijnen die specifiek voor (micro)plastics zijn opgesteld (zoals de ISO richtlijnen) zijn echter lastig tegen afbreekbaarheidscriteria te leggen. Dit is vooral van belang, omdat er een vrijstelling voor biologisch afbreekbare microplastics is voorzien in de restrictie voor bewust toegepaste microplastics (zie sectie 5.2). De biologische afbraak van microplastic deeltjes in een bepaalde omgeving zal van vele factoren afhangen, zoals het type polymeer, de kristalliniteit, de dichtheid, de aanwezigheid van additieven, de aanwezigheid en diversiteit van competente micro-organismen, temperatuur, vocht en de pH van de omgeving. Het blijkt dat microplastics gemaakt van een bacterieel polymeer volledig biologisch afbreekbaar kunnen zijn ([McDonough et al., 2017](#)). Het is te verwachten dat als de Europese commissie het restrictievoorstel voor bewust toegepaste microplastics aanneemt, er meer biologisch afbreekbare plastics op de markt zullen komen.

### 5.4 Risico's en effecten

Mogelijke risico's van microplastics kunnen worden onderverdeeld in fysieke en chemische toxiciteit. De fysieke toxiciteit wordt veroorzaakt door de eigenschappen van de deeltjes zelf, de chemische toxiciteit door de met de plastics geassocieerde additieven. Doordat microplastics vrijkomen in het milieu en het merendeel van de microplastics niet tot nauwelijks afbreekt, worden organismen continue blootgesteld aan deze deeltjes. Hierdoor is het lastig om mogelijke effecten onder realistische omstandigheden in het milieu te voorspellen of te verklaren op basis van laboratorium testen. Deze laatste worden vaak uitgevoerd met deeltjes die qua samenstelling (vorm, aard van het materiaal, puur materiaal zonder verwerking/biofilm) sterk afwijken van welke in het milieu worden aangetroffen. Bovendien zijn de in het laboratorium gebruikte blootstellingsconcentraties vaak veel hoger dan de concentraties die in het milieu worden aangetroffen. Dit omdat in relatief kortdurende testen dermate hoge concentraties moeten worden gebruikt om effecten waar te nemen ([Burns en Boxall, 2018](#)), dat deze niet meer in verhouding staan tot de concentraties die in het milieu gevonden worden.

In zowel de samenstelling van gebruikte organismen als de duur van de blootstelling zitten vaak grote verschillen tussen het laboratorium en het milieu.



Veldstudies komen dichterbij van realistische milieumomstandigheden, maar zijn vaak lastiger te interpreteren. De kwaliteit van de uitgevoerde studies is ook lastig te bepalen, omdat er tot op heden nog geen gestandaardiseerde protocollen en testmethoden specifiek voor microplastics zijn ontwikkeld (hoe dient materiaal te worden voorbehandeld, welk organisme wordt gebruikt, welke testduur, aard van de blootstelling en welke eindpunten) om de toxicologische risico's van (mengsels van) microplastics bij realistische concentraties in het laboratorium te onderzoeken en te kunnen vertalen naar risico's in het veld ([Jahnke et al., 2017](#); [Rummel et al., 2017](#); [Burns en Boxall, 2018](#); [Paul-Pont et al., 2018](#)).

Als effecten van microplastics op organismen optreden, zal dit waarschijnlijk het gevolg zijn van opname door ingestie van de microplastics of door adsorptie van de microplastics aan het oppervlak van het organisme (bijvoorbeeld kieuwen; [Watts et al., 2016](#)). Hoewel effecten veroorzaakt kunnen worden door fysieke beschadigingen of blokkade van het maagdarmstelsel, het veroorzaken van een gevoel van verzadiging waardoor minder voedsel zal worden opgenomen, of het 'lekker' van in het plastic aanwezige verontreinigingen, is voornamelijk het meeste bewijs geleverd voor het optreden van 'fysieke interne schade' ([Jabeen et al., 2018](#); [Wang et al., 2019](#)) en 'remming van voedselopname en/of verlaging van voedingswaarde' ([Cole en Galloway, 2015](#); [Blarer en Burkhardt-Holm, 2016](#); [Gardon et al., 2018](#); [Murphy en Quinn, 2018](#); [Qiao et al., 2019](#)).

Ondanks de gesignaleerde tekortkomingen van de beschikbare studies zijn er wel degelijk aanwijzingen dat de aanwezigheid van microplastics in oppervlaktewater gevolgen heeft voor de aanwezige waterorganismen. Zo zijn er effecten gevonden die variëren van het nadelig beïnvloeden van de reproductie bij watervlooien ([Schür et al., 2020](#)) en marine copepoden ([Zhang et al., 2019](#)), het remmen van de groei van algen ([Zhang et al., 2017](#)) tot een minder diverse gemeenschap (met name wormen) van zoetwater macro-invertebraten na een langdurige blootstelling van 15 maanden ([Redondo-Hasselerharm et al., 2020](#)). Echter laten al deze studies zien dat significante effecten vaak pas optreden bij veel hogere concentraties dan veelal in het milieu worden aangetroffen.

## 5.5 Bemonstering en meting van microplastics

Bemonstering en analyse van microplastics in het milieu wijkt in aanzienlijke mate af van de methodes die we kennen voor andere stoffen. Omdat microplastics niet goed oplosbaar zijn, zijn ze nooit homogeen verdeeld in het systeem. Hierdoor bepaalt de manier van bemonsteren, opwerken en analyseren i) de nauwkeurigheid van een

meting, ii) welke deeltjesgroottes kunnen worden gevonden en iii) welke types plastic kunnen worden geanalyseerd.

Om de microplastics te concentreren/bemonsteren voor een representatieve analyse is de meest toegepaste methode het filteren van waterige monsters door netten of metalen zeven (vaak in cascade geplaatst) met een maaswijdte tussen de 10  $\mu\text{m}$  en 5 mm (Figuur 2).

Na het bemonsteren is het meestal belangrijk dat storend anorganisch materiaal wordt verwijderd. Hiervoor wordt meestal gebruik gemaakt van een zoutoplossing welke een hogere dichtheid heeft dan de meeste plastics, zodat de plastics gaan drijven terwijl het organisch materiaal naar de bodem zinkt. Na het verder opwerken, met bijvoorbeeld zeep,  $\text{H}_2\text{O}_2$  en/of  $\text{KOH}$ , kunnen microplastics met behulp van verschillende technieken worden geanalyseerd.

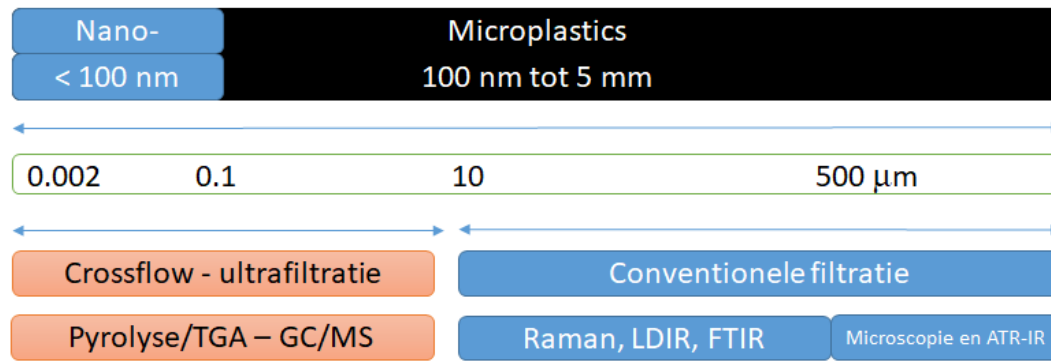
Het gebruik van optische microscopie detecteert microplastics van enkele honderden micrometers in grootte, maar geeft echter niet direct informatie over het type plastic. Daarom zijn de laatste jaren ook andere technieken ontwikkeld, die met behulp van infraroodspectroscopie microplastics detecteren. Bij koppeling aan een microscoop onthult Fouriertransformatie infrarood (FT-IR), laser direct infrared imaging (LDIR) of Raman spectroscopie tevens de chemische identiteit van de deeltjes zodat een simultaananalyse van individuele deeltjesgrootte, -vorm en samenstelling mogelijk is. Op het moment is het kleinste deeltje dat gemeten kan worden met Raman 1  $\mu\text{m}$  en 10  $\mu\text{m}$  met FT-IR en LDIR. Voor grotere deeltjes (> 500  $\mu\text{m}$ ) kan gebruikt worden gemaakt van ATR-IR (attenuated total reflection infraroodspectroscopie).



*Figuur 2. Een draagbaar filter-systeem waarmee microplastics in het veld kunnen worden geconcentreerd.*

Naast deze visuele technieken is er ook de mogelijkheid om plasticdeeltjes met bijvoorbeeld TGA (thermogravimetrische analyse) of pyrolyse in combinatie met gas chromatografie en massaspectrometrie (GC/MS) te karakteriseren, waarbij deeltjes die te klein zijn voor de microscopische analyse ( $<1 \mu\text{m}$ ) alsnog gedetecteerd kunnen worden. Deze techniek is echter destructief en levert geen informatie wat betreft de grootte van het deeltje. In tegenstelling tot de visuele technieken, welke de hoeveelheid plastics per monster in getelde deeltjes weergeven, geeft pyrolyse de hoeveelheid plastic in gewicht weer, wat een onderling vergelijking van de twee verschillende methodes bemoeilijkt.

Aangezien kunststofafval, en de daaruit voortkomende microplastics in een breed spectrum van afmetingen en typen voorkomt, vereist de identificatie ervan een combinatie van verschillende bemonsteringstechnieken (criterium a) en analysetechnieken om de afmetingen te bepalen (criterium b) en polymeertypes (criterium c) (Figuur 3). De huidige wetenschappelijke literatuur laat echter zien dat dit niet altijd gebeurt, en dat er een veelheid aan verschillende bemonsterings- en analysetechnieken wordt toegepast.



Figuur 3. Nano en microplastics en hun specifieke analyse technieken (gebaseerd op een figuur van Mintenig et al., 2018). LDIR = laser direct infrared imaging, FIIR = fouriertransformatie infrarood microscopie, ATIR = attenuated total reflection, TGA = thermogravimetrische analyse, GC/MS = gas chromatografie gekoppeld aan een massaspectrometer.

## 5.6 Aanwezigheid van microplastics in het milieu

### 5.6.1 Microplastics in afvalwater

Concentraties van microplastics in influent en effluent variëren respectievelijk van 300 tot 10.000 deeltjes/L en minder dan 1 ca. tot 500 deeltjes/L. De hoeveelheid deeltjes hangt aanzienlijk af van het kleinste deeltje dat kan worden gedetecteerd. Dit laat dus zien dat rwzi's tussen de 90 en 99% van de deeltjes verwijderen. Ondanks deze grote zuiverende capaciteit is de aanvoer van microplastics op de RWZI's dusdanig groot dat deze installaties alsnog miljarden deeltjes per dag lozen (Sun et al., 2019).

### 5.6.2 Microplastics in oppervlaktewater

Analyse van microplastics in rivierwater toont aan dat deeltjesaantallen tot 22.000 deeltjes/m<sup>3</sup> gevonden worden, waarbij gemiddelde deeltjesaantallen tussen 100 en 3.000 deeltjes/m<sup>3</sup> worden genoemd. De spreiding binnen locaties is erg groot. Zo werden er binnen het Nederlandse project "Technologieën voor de risicobeoordeling van microplastics (TRAMP)" microplastics concentraties van 67 tot 11.532 deeltjes/m<sup>3</sup> gevonden in oppervlaktewater van Nederlandse rivieren (Mintenig et al., 2020). Deze aantallen worden gedomineerd door de kleinere deeltjes. Hierbij moet worden opgemerkt dat de nabijheid van een rioolwaterzuiveringsinstallatie meestal tot een hogere deeltjesconcentratie leidt, wat nogmaals onderstreept dat rioolwater een belangrijk puntbron is. Naast het water zelf zijn microplastics ook te vinden in de sedimenten van rivieren, meestal in hogere concentraties dan in oppervlaktewater.

Daar zijn tussen 200 en 2.000 deeltjes/kg droge grond gedetecteerd ([Koelmans et al., 2019](#)). Sedimenten fungeren dus als een belangrijke "sink" voor microplastics.

### 5.6.3 Microplastics in grondwater

Tot nu toe is er slechts één studie bekend die onderzocht heeft of er plastic deeltjes in het grondwater voorkomen ([Mintenić et al., 2019](#)). In negen grondwatermonsters werden tussen 0 en 7 deeltjes per m<sup>3</sup> gevonden wat, zoals verwacht, lagere concentraties zijn dan wat werd aangetroffen in oppervlaktewater.

### 5.6.4 Microplastics in leiding- en flessenwater

Ook de aanwezigheid van microplastics in leidingwater is maar door een beperkt aantal studies onderzocht ([Mintenić et al., 2019](#)). Het aantal deeltjes in drinkwater varieert tussen geen detectie van deeltjes tot een aantal deeltjes dat rond de detectielimiet zit van de gebruikte methode. Een complicerende factor is hierbij dat in leidingwater veelal kleinere deeltjes voorkomen welke moeilijker te detecteren zijn.

Omdat leidingwater al met een behoorlijk hoge efficiëntie gezuiverd is kan de aanwezigheid van microplastics in gezuiverd water ook het gevolg zijn van slijtage in leidingen in de distributienetwerken. Wat precies de bijdrage is van deze processen is momenteel nog niet duidelijk.

Analyse van microplastics in gebotteld water resulteerde in concentraties van 2.700 en 6.330 deeltjes per liter voor deeltjes groter dan 1 µm ([Ossmann et al., 2018](#)). In een andere studie werden alleen deeltjes groter dan 5 µm geteld, wat resulteerde in 11 tot 50 deeltjes per liter ([Schymanski et al., 2018](#)). Dat er meer plastic in flessenwater zit dan in leidingwater kan veroorzaakt worden door het gebruik van plastic doppen om flessen af te sluiten. Ook hier ontbreken additionele gedetailleerde studies over de exacte aantallen, bronnen van kunststoffen en onzekerheden die bij deze analyses horen.

## 6 Governance

Zoals eerder gemeld kunnen microplastics direct op de markt gebracht zijn (primaire microplastics) of kunnen deze in het milieu zijn ontstaan door fragmentatie van grotere plastic voorwerpen (secundaire microplastics). Deze microplastics kunnen op verschillende niveaus wettelijk gereguleerd worden.

## 6.1 Stof niveau

Polymeren zijn vrijgesteld van registratie onder de REACH-verordening voor chemicaliën (1907/2006/EC), wel kunnen voor polymeren autorisatieverplichtingen en restricties gelden. Bij een autorisatie worden alle gebruiken verboden, terwijl bij een restrictie het gebruik van een stof beperkt wordt (bepaalde gebruiken worden beperkt/verboden). Voor meer details over de REACH-verordening wordt verwezen naar de Delta-factsheet voor consumentenproducten.

De monomeren waaruit het polymeer opgebouwd wordt (en die als onzuiverheid aanwezig kunnen zijn), en de gebruikte additieven zijn vaak wel registratieplichtig. Afhankelijk van de tonnage moet informatie geleverd worden over de identiteit van de stof, de fysisch-chemische eigenschappen, het gedrag in het milieu en de gezondheidkundige en ecologische risico's als gevolg van het gebruik van de stof. Stoffen die heel gevaarlijk zijn kunnen als zeer zorgwekkend (Substances of Very High Concern, SVHC) worden geïdentificeerd op basis van carcinogeen (C), mutageen (M) of giftig voor de voortplanting (R), persistent, bioaccumulerend en giftig (PBT) en vergelijkbare zorg zoals zeer persistent en zeer giftig (vPvP), hormoonversturend (ED) of persistent en mobiel (PM). SVHC-stoffen dienen, indien mogelijk, vervangen te worden. De emissies moeten in ieder geval worden geminimaliseerd. Als producten, zoals (micro)plastics een SVHC-stof in een concentratie van meer dan 0,1% van het gewicht van het artikel bevatten, dan moet dit gemeld worden aan andere gebruikers en consumenten. Dit is relevant omdat de gevaarlijke stoffen uit de (micro)plastics na verloop van tijd kunnen lekken. De REACH-verordening maakt het mogelijk om het gebruik van schadelijke stoffen in primaire microplastics en plastics (als bron van secundaire microplastics) aan te pakken.

## 6.2 Primaire microplastics

ECHA heeft in januari 2019 een brede restrictie voorgesteld om het vrijkomen van bewust toegevoegde microplastics in de EU te voorkomen dan wel te beperken. Hierbij is een case-by-case risicobenadering gevolgd, waar microplastics worden beschouwd als stoffen zonder drempelwaarde en emissies zoveel mogelijk beperkt moeten worden. Het restrictievoorstel houdt in dat producten niet meer dan 0,01% gewichtsprocent microplastics mogen bevatten. Echter, niet alle gebruiken worden beperkt. Zo zijn industriële toepassingen, (dier)geneesmiddelen en producten waar primaire microplastics niet uit vrij kunnen komen (bijvoorbeeld: verf na drogen), vrijgesteld van de restrictie. Wel geldt voor producenten de verplichting om op het

product aan te geven wat erin zit en deze te voorzien van gebruiksinstructies. Ook dient aan ECHA gemeld te worden welke microplastics het voorgaande jaar zijn gebruikt, de gebruikte hoeveelheden en de geschatte dan wel gemeten emissies. Microplastics gemaakt van natuurlijke polymeren en biologisch afbreekbare microplastics blijven toegestaan omdat ze niet bijdragen aan het risico. Voor een aantal toepassingen, zoals cosmetica, medische hulpmiddelen en schoonmaakmiddelen, zijn overgangsregelingen bepaald. Het restrictievoorstel is uitvoerig behandeld door de comités voor risicobeoordeling (RAC) en sociaaleconomische analyse (SEAC) van ECHA waarbij belanghebbenden (o.a. industrie en NGO's) input konden leveren tijdens de consultatie periode. De RAC-opinie is 11 juni 2020 afgerond, en de SEAC opinie wordt in december 2020 verwacht. Het uiteindelijke advies zal ECHA in de loop van 2021 aan de Europese Commissie aanbieden. Voordat de restrictie ingaat moeten de lidstaten in het REACH-comité er nog over stemmen. Tenslotte moet het geaccordeerd worden door het Europees Parlement en de Raad. Het is de verwachting dat de restrictie in 2022 in gaat en dat dit zal leiden tot een reductie in de emissie van primaire microplastics met tenminste 85% ([ECHA 2020](#)).

### 6.3 Secundaire microplastics

Het aanpakken van plastic zwerfafval leidt tot minder secundaire microplastics. In 2015 is richtlijn EU 94/62/EG gewijzigd waarin lidstaten van de EU verplicht worden om het verbruik van lichte plastic tassen te reduceren ([Richtlijn 94/62/EG, 2015](#)) al dan niet door deze te verbieden. In 2019 is het gebruik van plastic verder beperkt door de implementatie van de richtlijn EU 2019/904. De richtlijn betreft "de vermindering van effecten van bepaalde kunststofproducten op het milieu". De belangrijkste uitkomsten van de richtlijn zijn (1) het verbod op het in de handel brengen van een aantal kunststofproducten voor eenmalig gebruik zoals plastic borden, rietjes en wattenstaafjes, en (2) het verbod op producten vervaardigd uit oxo-degradeerbare kunststoffen die snel fragmenteren, maar in het milieu aanwezig blijven als microplastics. De richtlijn promoot ook bewustwording en productenverantwoordelijkheid (zoals kostendekking voor bewustmakingsmaatregelen en inzameling afval). Vanaf juli 2021 gaat dit verbod in werking in de EU.

Eind 2019 is de Europese Green Deal door de Europese Commissie gepresenteerd ([COM/2019/640 final](#)), waarbij gevolg is gegeven aan de EU plastic strategy uit 2018. Als maatregelen tegen microplastics worden het beperken van opzettelijk toegevoegde microplastics en het afvangen van meer microplastics in alle

relevante stadia van de levenscyclus van een product genoemd. Dit laatste is vooral relevant voor secundaire microplastics gevormd door bijvoorbeeld textiel en bandenslijtage. De Commissie heeft voornemens om (1) voorschriften te ontwikkelen zodat alle verpakkingen op de EU-markt tegen 2030 economisch herbruikbaar of recyclebaar zijn, (2) een regelgevingskader te ontwikkelen voor biologisch afbreekbare en biobased plastics, en (3) maatregelen te nemen tegen om het gebruik van wegwerp plastic producten te vervangen door duurzame producten voor meervoudig gebruik.

Naast de hierboven beschreven Europese initiatieven en maatregelen, zijn er ook ontwikkelingen specifiek voor Nederland. In februari 2019 is in Nederland het Plastic Pact gestart waarbij 97 partijen, waaronder producenten, winkeliers, en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) zich hebben aangesloten. De eerste resultaten over het gebruik van plastics in 2017 en 2018 zijn in 2020 door het RIVM gepubliceerd ([Bruggen et al., 2020](#)). Zo is specifiek voor textiel een vrijwillige keten initiatieven opgezet. Deze wordt door IenW gecoördineerd en door RWS gefaciliteerd en heeft als doel de vorming van secundaire microplastics uit textiel te verminderen. Hierbij moet gezegd worden dat er ook vanuit de industrie aandacht is voor deze problematiek ([INRetail, Modint en VGT, 2019](#); [Dutch Circular Textile Valley](#)).

## 7 Kennisleemtes

Dit document beschrijft de huidige stand van zaken betreffende microplastics (welke kennis is beschikbaar?). In voorgaande hoofdstukken zijn al verschillende kennishiaten naar voren gekomen. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste nogmaals uitgelicht, en wordt een doorkijk gegeven naar het vervolg van het kennisimpulsproject "Ketenverkenner" waar specifiek verder ingezoomd zal worden op onder andere deze kennishiaten. Wat betreft microplastics kunnen deze verdeeld kunnen in twee aspecten: het vaststellen van de blootstelling van microplastics en het vaststellen van de effecten van microplastics.

### 7.1 Het vaststellen van de blootstelling van microplastics

Wat betreft het vaststellen van de blootstelling aan microplastics, liggen de kennisleemtes vooral in het monitoren en het modelleren van het gedrag van plastics in het milieu. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door i) het ontbreken van gestandaardiseerde methodieken voor het bemonsteren en analyseren van microplastics, en dan vooral wanneer het zeer kleine deeltjes betreft, ii) de grote



hoeveelheid van uiteenlopende bronnen, en ii) de grote hoeveelheid van uiteenlopende soorten (polymeren, groottes, vormen) microplastics. Vanwege het ontbreken van (gestandaardiseerde) monitoringsgegevens worden bronnen en blootstellingsroutes vooral ingeschat via een veelvoud aan modellen, die van elkaar verschillen in temporele en geografische schaal en in het type microplastic wat ze beschouwen. Het ontbreekt vooralsnog aan een goede validatie en inschatting van de betrouwbaarheid van deze modellen. Voor het nemen van maatregelen met als doel om reductie van emissies tegen te gaan, is er bij beleidsmakers echter behoefte aan gevalideerde methodes, om het effect van de maatregelen goed te kunnen inschatten en monitoren. In 2021 zal een overzicht gecreëerd worden van de bestaande kennis betreffende emissies en blootstellingsroutes, en zullen de belangrijkste kennishiaten geïdentificeerd worden.

## 7.2 Het vaststellen van de effecten van microplastics

Wat betreft het vaststellen van de effecten, liggen de kennisleemtes wederom in i) de grote hoeveelheid van uiteenlopende soorten (polymeren, groottes, vormen) microplastic, en daarnaast in ii) de grote verschillen tussen het laboratorium en het veld, en ook weer in iii) het ontbreken van gestandaardiseerde methodieken wat het vergelijken van studies bemoeilijkt.

Net zoals bij het vaststellen van de blootstelling, compliceren factoren als toegevoegde additieven, de vorming van biofilms, de verschillende polymeren, groottes, en vormen van microplastics het vaststellen van de effecten van microplastics. Zo kan de unieke combinatie van deze eigenschappen bepalend zijn voor het uiteindelijke werkingsmechanisme van de microplastics. Vindt er een fysiek effect plaats (bijvoorbeeld, de maag zit vol), of zetten de met het plastic geassocieerde chemicaliën een chemisch werkingsmechanisme in gang?

Ook wat betreft het aspect blootstelling zal in 2021 een overzicht gecreëerd worden van de bestaande kennis op dit gebied, en zullen de meest belangrijke kennishiaten geïdentificeerd worden.

## 8 Bronnen en Links

Blarer, P. and P. Burkhardt-Holm (2016). "[Microplastics affect assimilation efficiency in the freshwater amphipod \*Gammarus fossarum\*](#)." *Environmental Science and Pollution Research* 23(23): 23522-23532.

Burns, E. E. and A. B. A. Boxall (2018). "[Microplastics in the aquatic environment: Evidence for or against adverse impacts and major knowledge gaps](#)." *Environmental Toxicology and Chemistry* 37(11): 2776-2796.

Cole, M. and T. S. Galloway (2015). "[Ingestion of Nanoplastics and Microplastics by Pacific Oyster Larvae](#)." *Environmental Science & Technology* 49(24): 14625-14632.

ECHA (2020). "[Background document to the RAC and SEAC opinions on intentionally added microplastics](#)", ECHA/RAC/RES-O-0000006790-71-01/F, echa.europa.eu.

Gardon, T., C. Reisser, et al. (2018). "[Microplastics Affect Energy Balance and Gametogenesis in the Pearl Oyster \*Pinctada margaritifera\*](#)." *Environmental Science & Technology* 52(9): 5277-5286.

INRetail, Modint en VGT (2019) "[Sectorplan Nederlandse Kleding- en Textielsector - Op weg naar een circulaire keten](#)".

Jabeen, K., B. Li, et al. (2018). "[Effects of virgin microplastics on goldfish \(\*Carassius auratus\*\)](#)." *Chemosphere* 213: 323-332.

Jahnke, A., H. P. H. Arp, et al. (2017). "[Reducing Uncertainty and Confronting Ignorance about the Possible Impacts of Weathering Plastic in the Marine Environment](#)." *Environmental Science & Technology Letters* 4(3): 85-90.

Koelmans, A. A., N. H. Mohamed Nor, et al. (2019). "[Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality](#)." *Water Research* 155: 410-422.

Kooi, M., E. Besseling, et al. (2018). [Modeling the fate and transport of plastic debris in freshwaters: Review and Guidance](#). *Handbook of Environmental Chemistry*. 58: 125-152.

- McDonough, K., N. Itrich, et al. (2017). "[Assessing the biodegradability of microparticles disposed down the drain.](#)" Chemosphere 175: 452-458.
- Mintenig, S. M., M. G. J. Löder, et al. (2019). "[Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources.](#)" Science of The Total Environment 648: 631-635.
- Mintenig, S. M., M. Kooi, M. W. Erich, S. Primpke, P. E. Redondo- Hasselerharm, S. C. Dekker, A. A. Koelmans, and A. P. van Wezel (2020) '[A systems approach to understand microplastic occurrence and variability in Dutch riverine surface waters](#)', Water Research, 176: 115723.
- Murphy, F. and B. Quinn (2018). "[The effects of microplastic on freshwater Hydra attenuata feeding, morphology & reproduction.](#)" Environmental Pollution 234: 487-494.
- Oßmann, B. E., G. Sarau, et al. (2018). "[Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water.](#)" Water Research 141: 307-316.
- Paul-Pont, I., K. Tallec, et al. (2018). "[Constraints and Priorities for Conducting Experimental Exposures of Marine Organisms to Microplastics.](#)" Frontiers in Marine Science 5(252).
- PlasticsEurope (2018): [Plastics – the facts 2018 – an analysis of European plastics production, demand and waste data.](#)
- Qiao, R., C. Sheng, et al. (2019). "[Microplastics induce intestinal inflammation, oxidative stress, and disorders of metabolome and microbiome in zebrafish.](#)" Science of The Total Environment 662: 246-253.
- Redondo-Hasselerharm, P. E., G. Gort, et al. (2020). "[Nano- and microplastics affect the composition of freshwater benthic communities in the long term.](#)" Science Advances 6(5): eaay4054.
- RIVM (2019). [Factsheet microplastics in Nederlandse wateren.](#)

Roex, E., Vethaak, D., Leslie, H., Kreuk, M. de. (2013). [Microplastics in het zoetwater milieu. Een inventarisatie van mogelijke risico's voor waterschappen](#). Stowa

Van Bruggen, A.R.; Dekker, E.; Waaijers-van der Loop, S.L. (2020). "[Plastic Pact Nederland de Monitor Nulmeting \(2017-2018\)](#)". RIVM Rapport 2019-0211.

Rummel, C. D., A. Jahnke, et al. (2017). "[Impacts of Biofilm Formation on the Fate and Potential Effects of Microplastic in the Aquatic Environment](#)." Environmental Science & Technology Letters 4(7): 258-267.

Schür, C., S. Zipp, et al. (2020). "[Microplastics but not natural particles induce multigenerational effects in Daphnia magna](#)." Environmental Pollution 260: 113904.

Schymanski, D., C. Goldbeck, et al. (2018). "[Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water](#)." Water Research 129: 154-162.

Sun, Jing, Xiaohu Dai, Qilin Wang, Mark C. M. van Loosdrecht, and Bing-Jie Ni. 2019. "[Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal](#)", Water Research, 152: 21-37.

Verschoor, A. J. and E. L. De Valk (2018). [Potential measures against microplastic emissions to water](#). Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM: 64.

Wang, Y., D. Zhang, et al. (2019). "[Effects of ingested polystyrene microplastics on brine shrimp, Artemia parthenogenetica](#)." Environmental Pollution 244: 715-722.

Watts, A. J. R., M. A. Urbina, et al. (2016). "[Effect of Microplastic on the Gills of the Shore Crab Carcinus maenas](#)." Environmental Science & Technology 50(10): 5364-5369.

Zhang, C., X. Chen, et al. (2017). "[Toxic effects of microplastic on marine microalgae Skeletonema costatum: Interactions between microplastic and algae](#)." Environmental Pollution 220: 1282-1288.

Zhang, C., C.-B. Jeong, et al. (2019). "[Transgenerational Proteome Plasticity in Resilience of a Marine Copepod in Response to Environmentally Relevant Concentrations of Microplastics.](#)" *Environmental Science & Technology* 53(14): 8426-8436.



## 9 Colofon

Deltafact is geschreven in het kader van het project Ketenverkenner van de Kennisimpuls Waterkwaliteit. In de Kennisimpuls werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstituten aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Daarmee kunnen waterbeheerders en andere partijen de juiste maatregelen nemen om de waterkwaliteit te verbeteren en de biodiversiteit te vergroten. In het programma brengen partijen bestaande en nieuwe kennis bijeen, en maken ze deze kennis (beter) toepasbaar voor de praktijk. Hiermee verstevigen ze de basis onder het waterkwaliteitsbeleid. Het programma is gestart in 2018 en duurt vier jaar. Het wordt gefinancierd door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, STOWA, waterschappen, provincies en drinkwaterbedrijven.

Versie: 8 februari 2020

Auteurs: Erwin Roex (Deltares), Ivo Roessink (WEnR), Patrick Bauerlein (KWR), Marino Marinkovic (RIVM), Melvin Faber (RIVM), Sanne van den Berg (WEnR), John Deneer (WEnR), Susanne Waaijers-van der Loop (RIVM).

Redactie: Erwin Roex (Deltares), Ivo Roessink (WEnR), Joep van den Broeke (KWR).