



Factsheet microplastics in Nederlandse wateren

Dat microplastics in het milieu aanwezig zijn staat buiten kijf. Wat hiervan het effect op mens en milieu is, is vooralsnog minder duidelijk. Deze factsheet beoogt een beknopt, maar zo volledig mogelijk, overzicht te geven van microplastics bronnen, hun emissies naar Nederlandse wateren, en de mogelijke effecten van microplastics op mens en milieu. Verschillende bronnen zijn hiertoe geraadpleegd. De voornaamste bronnen zijn het OSPAR-verdrag¹ rapport 'Assessment document of land-based inputs of microplastics in the marine environment' uit 2017 en het SAPEA² rapport genaamd 'A scientific perspective on microplastics in nature and society' uit 2019. Ook zijn twee RIVM rapporten geraadpleegd die als doel hadden het verkennen van maatregelen om microplastics emissies te verminderen voortkomend uit bandenslijtage, verf en schurende reinigingsmiddelen (Verschoor en de Valk, 2018) en synthetische kleding (Zwart en de Valk, 2019). Aanvullend is ook gebruik gemaakt van het Annex XV restrictie voorstel voor opzettelijk toegevoegde microplastics opgesteld door het Europees Agentschap voor chemische stoffen (ECHA) uit 2019, het proefschrift van E. Besseling genaamd 'Micro- and nanoplastic in the aquatic environment: from rivers to whales' uit 2018 en twee artikelen die de verspreiding van bandenslijtage microplastics naar estuaria hebben gemodelleerd (Unice *et al.*, 2019a,b).



Figuur 1. Microplastics op strand. Foto: Manon Zwart

Wat zijn microplastics

Het is goed te realiseren dat microplastics een gevarieerde groep deeltjes zijn die gekenmerkt worden door een maximale omvang van 5 millimeter, waarbij de hele kleine deeltjes (≤ 100 nanometer) ook wel nanoplastics worden genoemd. Microplastics breken nauwelijks af in het milieu en zijn slecht, tot zeer slecht, wateroplosbaar. Ze bestaan uit synthetische polymeren waar additieven, pigmenten, oliën, vulstoffen en andere productverbeteraars aan toegevoegd kunnen zijn. De meest gebruikte synthetische polymeren in Europa (EU28, Noorwegen en Zwitserland) zijn: polyethyleen (PE; 29,4%), polypropyleen (PP; 19,1%), polyvinylchloride (PVC; 10,1%), polyurethaan (PU; 7,5%), polyethyleentereftalaat (PET; 7,1%), en polystyreen (PS; 6,9%). Daarnaast bevatten producten zoals banden (styreen butadien rubber), textiel (o.a. acryl, nylon, polyester) en verven (o.a. alkydharsen, acrylaat,

¹ Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan

² Scientific Advice to Policy by European Academies

RIVM

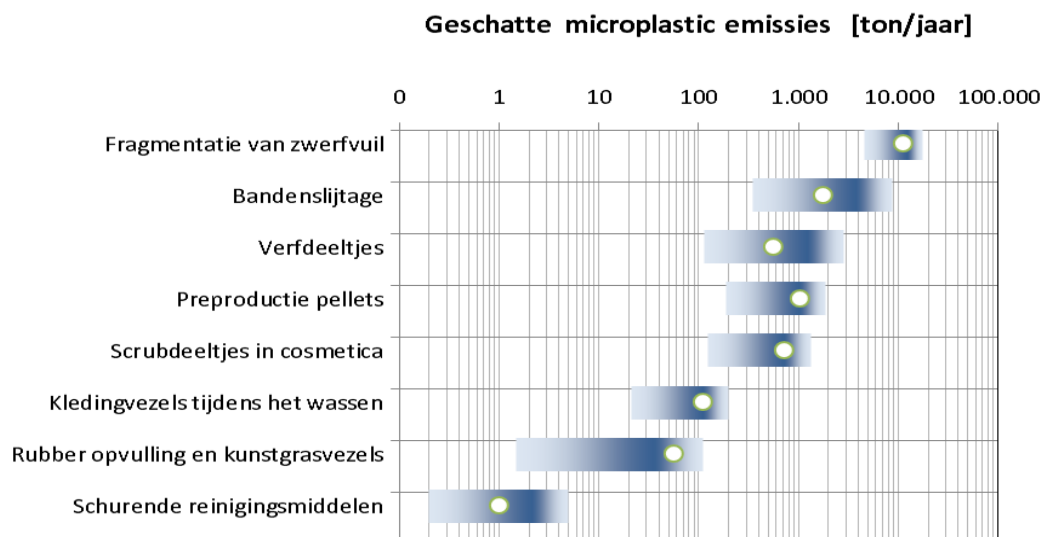
A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 030 274 91 11
info@rivm.nl

latex rubber) ook synthetische polymeren. Naast de variatie in omvang en samenstelling, kunnen de microplastics ook verschillen in andere eigenschappen zoals vorm (o.a. vezelachtig, bolvormig, vlokvormig) en kleur. Eenmaal in het milieu kunnen de eigenschappen van de microplastics veranderen door vertering, biofilm vorming, binding van hydrofobe chemicaliën, en adsorptie aan (natuurlijke) deeltjes. Deze processen spelen een prominentere rol bij microplastics die gevormd worden door gebruik en slijtage van grotere plastic- en rubberproducten (secundaire microplastics), en in mindere mate bij microplastics die als zodanig worden geproduceerd (primaire microplastics) die over het algemeen een homogener oppervlak hebben.

Bronnen van microplastics en bijbehorende emissies

Binnen het OSPAR-verdrag is een inventarisatie gemaakt van terrestrische bronnen van microplastics, en zijn de bijbehorende emissies in de OSPAR stroomgebieden geschat (Noordoostelijke Atlantische Oceaan en de Noordzee). Deze schattingen zijn gebaseerd op productie en consumptie gegevens in combinatie met verspreidingsmodellen, en niet op monitoringsgegevens. Hiervoor worden twee verklaringen gegeven. Ten eerste zijn de beschikbare monitoringgegevens moeilijk met elkaar te vergelijken. Niet alleen worden verschillende bemonsterings- en analysemethoden gebruikt, ook kunnen inadequaat zuiverings- en/of kwantificatiemethodieken leiden tot over- of onderschattingen van microplastics. Daarnaast is het erg lastig om de specifieke bronnen van microplastics te achterhalen. Het is de verwachting dat de landelijke microplastics monitoring campagne van Rijkswaterstaat meer inzicht voor Nederlandse wateren zal opleveren. Er zijn ook kanttekeningen te plaatsen bij de schattingsmethodiek waar de werkelijkheid wordt gesimplificeerd en aannames gedaan moeten worden. De hierbij gepaarde gaande onzekerheden, als ook de variatie in productkwaliteit, gedrag van consumenten, geografie, weer, infrastructuur en hydrologie, komen tot uiting in de bandbreedtes van de emissieschattingen.



Figuur 2. 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.

In deze factsheet worden alleen de emissieschattingen in het stroomgebied Nederland besproken (zie Figuur 2).

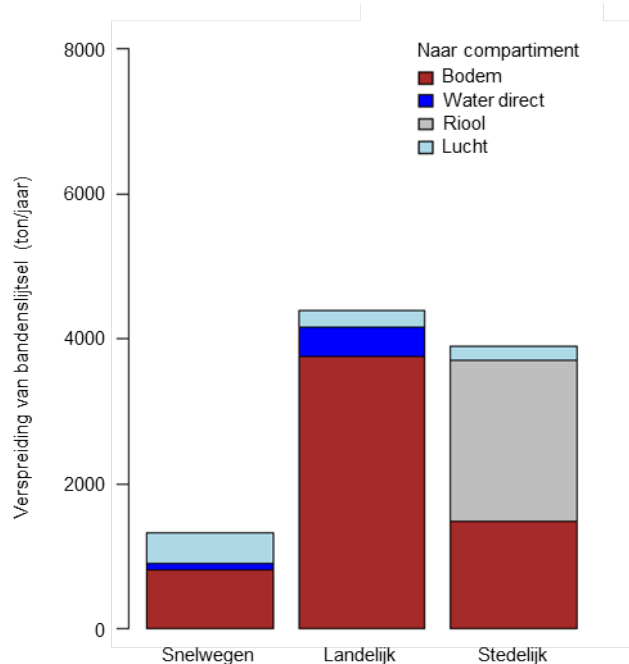
Deze emissieschattingen zijn in een recent RIVM rapport volgens de OSPAR methodiek afgeleid en worden beschouwd als de meest nauwkeurige emissieschattingen voor Nederland (Verschoor en de Valk 2018). Uit deze schattingen blijkt dat het aandeel secundaire microplastics hoger is dan het aandeel primaire microplastics. De grootste bijdrage wordt geleverd door fragmentatie van zwerfvuil, gevolgd door slijtage van banden en verfmiddelen, en het ontstaan van synthetische vezels door wassen van kleding en slijtage van kunstgrassportvelden. De grootste bron van primaire microplastics zijn preproductie pellets die onbedoeld in het milieu komen door ongelukken en onzorgvuldig handelen tijdens transport en/of productie van plastic producten. Andere bronnen van primaire microplastics zijn scrubdeeltjes in cosmetica, rubber granulaat uit kunstgrassportvelden en in mindere mate schurende schoonmaakmiddelen. Het is te verwachten dat de bijdrage van deze laatste bronnen steeds kleiner zal worden. Enerzijds omdat de cosmetica-industrie heeft besloten om tot 2020 het gebruik van scrubdeeltjes in wash-off producten vrijwillig uit te faseren. Anderzijds omdat ECHA een restrictievoorstel heeft ingediend dat het vrijkomen van opzettelijk toegevoegde microplastics in het milieu moet voorkomen. Dit betreft niet alleen cosmetica, maar alle denkbare toepassingen, inclusief schurende schoonmaakmiddelen en rubbergranulaat in kunstgrassportvelden. De voorgestelde maatregelen zouden in de EU een reductie van 400.000 ton microplastics op kunnen leveren gedurende een periode van twintig jaar. Of dit restrictievoorstel in de huidige vorm door de Europese Commissie wordt aangenomen is niet zeker. Het is wel aannemelijk dat er binnen de EU dan wel binnen EU lidstaten maatregelen zullen volgen om het gebruik van primaire microplastics te reduceren.

Emissieroutes en verspreiding van microplastics naar het milieu

Microplastics kunnen via verschillende routes naar het milieu worden verspreid om uiteindelijk terecht te komen in de lucht, de bodem of het oppervlaktewater (direct of via het riool). De routes hangen sterk samen met de bron.

Fragmentatie van **zwerfvuil** is de grootste bron van microplastics. In het OSPAR rapport wordt aangenomen dat er gemiddeld 2,12 kg afval per persoon per dag geproduceerd wordt. Hiervan is circa 12% plasticafval. Het meeste afval wordt ingezameld, maar toch eindigt circa 2% op straat als zwerfvuil. Afhankelijk van schoonmaakpraktijken en de omgeving (infrastructuur en geografie) komt 15 tot 40% van het zwerfvuil via het oppervlaktewater in zee. Over het algemeen geldt dat in vlakke gebieden zoals Nederland plasticafval langer vast wordt gehouden op de bodem en tussen de vegetatie. Het is dus te voorzien dat in Nederland emissies naar oppervlaktewater richting de ondergrens gaan. De exacte verdeling tussen de compartimenten is niet beschikbaar.

In Nederland komt jaarlijks zo'n 17.000 ton microplastics vrij door **bandenslijtage**. Veertig procent hiervan wordt niet verder verspreid in het milieu. Dit komt doordat met name op snelwegen de rubberen deeltjes binden aan asfalt deeltjes en zo een geheel vormen met het ZOAB³ wegdek. Het overige bandenslijtsel komt voornamelijk in de bodem terecht, en in veel mindere mate in lucht en oppervlaktewater (zie Figuur 3). Bij snelwegen en rurale wegen worden rubberen deeltjes direct naar het oppervlaktewater geëmitteerd, terwijl in stedelijke gebieden de rubberen deeltjes met het



Figuur 3. Verspreiding van bandenslijtsel (Verschoor en de Valk, 2018).

rioolwater naar rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) worden gevoerd. Daar wordt een deel (in slib) afgevangen. De verwijderingsefficiëntie (50-99%) hangt af van de specifieke zuiveringstechnologie. In Nederland wordt het slib verbrand. Het gezuiverde water (waar nog 16% tot 34% van het bandenslijtsel in zit) wordt geloosd op oppervlaktewateren zoals beken, rivieren, kanalen, estuaria en de zee. In tegenstelling tot Nederland, wordt in de rest van de EU een groot deel van het slib uitgereden op het land waardoor de 'weggevangen' microplastics alsnog op de bodem terecht komen. Dit geldt ook voor landen die stroomopwaarts van Nederland liggen, zoals Duitsland, Frankrijk en Oostenrijk. Hoewel weinig bekend is over transportmechanismen van microplastics in de bodem en van de bodem naar water, zou dit tot een verhoging van microplastics in Nederlandse rivieren kunnen leiden. Of de microplastics in rivieren daadwerkelijk over dergelijke afstanden getransporteerd worden zal afhangen van de diameter en het soortelijk gewicht van de microplasticdeeltjes. Uit een recent proefberekening voor het Seine stroomgebied is naar voren gekomen dat transport van bandenslijtsel in oppervlaktewater beperkt is (relatief hoog soortelijk gewicht), waarbij 18% van het bandenslijtsel in de rivieren achterblijft en slechts 2% in de estuaria komt. De route via de RWZI is niet specifiek voor bandenslijtsel, maar geldt voor alle microplastics die via het riool worden afgevoerd, zo ook voor microplasticvezels uit textiel, verf microplastics, scrubdeeltjes uit cosmetica en schurende reinigingsmiddelen. Deze deeltjes hebben wel een andere vorm en een lager soortelijk gewicht dan bandenslijtsel, en kunnen dus langer in de waterkolom blijven. In onderstaande tabel (overgenomen uit het OSPAR

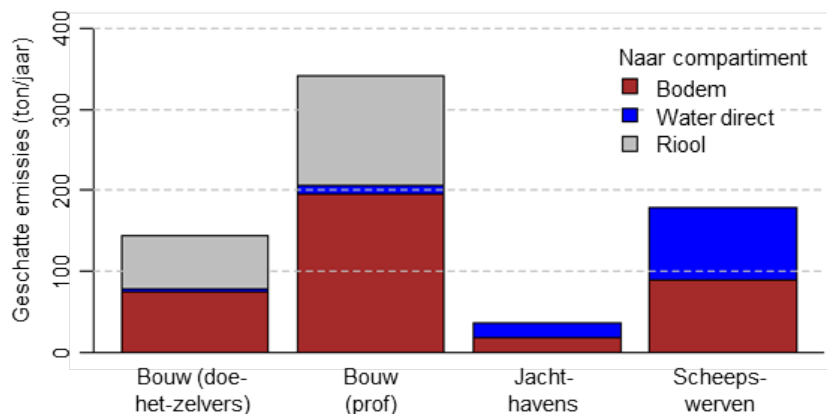
³ Zeer Open Asfalt Beton

rapport) is een overzicht gegeven van het soortelijk gewicht van de verschillende typen plastics en hun lot. Microplastics van PE, PP, SBR en EPS blijven drijven, terwijl microplastics van onder andere PS, PVC, PUR en PET waarschijnlijk in het sediment terecht komen.

Tabel 1. Overzicht van dichtheden van verschillende kunststoffen (OSPAR, 2017)

		Relatieve dichtheid (kg/L)
Drijft waarschijnlijk op het water:		
Polyethyleen (PE)	Plastic zakken, flessen, sixpack ringen, uitrusting, aquacultuur kooien en buizen	0,91-0,94
Polypropyleen (PP)	Touw, flesdoppen, uitrusting, omsnoeringsbanden	0,90-0,92
Styreen Butadieen Rubber SBR	Dakvilt, autobanden	0,94
Polystyreen (geëxpandeerd) (EPS)	Aasdozen, drijvers, bekens, verpakkingsmateriaal	0,01-1,05
Eindigt waarschijnlijk in het sediment:		
Polystyreen (PS)	Gebruiksvoorwerpen, containers, verpakkingen	1,04-1,09
Acryl	Verven, verpakking	1,09-1,20
Polyvinylchloride (PVC)	Film, buizen, containers, boeien	1,16-1,30
Polyamide / nylon (PA)	Uitrusting, aquacultuur, touw	1,13-1,15
Polyurethaan (PUR)	Isolatie	1,2
Poly(melkzuur) (PLA)	Verpakkingsmateriaal, bekens, Mulchfolie	1,21-1,43
Celluloseacetaat	Sigarettenfilters	1,22-1,24
Polyethyleentereftalaat (PET)	Flessen, omsnoeringsbanden, uitrusting	1,34-1,39
Polyesterhars + glasvezels	Textiel, pleziervaartuigen	>1,35
Polytetrafluorethyleen PTFE (ook gekend als Teflon)	Producten voor persoonlijke verzorging	2,2

Microplastics kunnen uit **verf** ontstaan door het spoelen van kwasten en rollers tijdens het aanbrengen, door verwerking van geschilderde oppervlakken, en door verwijdering van oude verflagen middels schuren en/of zandstralen. De schatting is dat er in Nederland jaarlijks circa 790 ton microplastics uit verf ontstaat. Hoewel verf voor vele doeleinden gebruikt kan worden, zijn de meest relevante gebruiken gerelateerd aan (ver)bouwwerkzaamheden door professionals en doe-het-zelvers samen goed voor bijna 75% van alle gebruik, en werkzaamheden gerelateerd aan het produceren en onderhouden van schepen (9%). De scheepvaartsector is vooral van belang omdat er, ondanks alle reducerende maatregelen, directe emissie naar oppervlaktewateren plaatsvindt. De emissies uit jachthavens en scheepswerven worden geschat op respectievelijk zo'n 90 en 20 ton per jaar (zie Figuur 4). Daarnaast komen innovatieve antifoulingverven op de markt waar door hydrolyse de toplaag continue blijft afschilveren. Dergelijke antifoulingverven resulteren in verhoogde microplastic emissies naar oppervlaktewateren. Microplastics gevormd in de (ver)bouwsector gaan merendeels naar de bodem. Een gedeelte komt via het riool en RWZI's in oppervlaktewateren terecht, waarbij de bijdrage van doe-het-zelvers wordt geschat op 10 tot 30 ton per jaar, en die van professionals op 30 tot 60 ton per jaar.



Figuur 4. Bronnen en verspreiding van microplastics uit verf (aangepast; Verschoor en de Valk, 2018).

De hoeveelheid **preproductie pellets** die verloren gaan en in het milieu terecht komen is lastig te schatten. Moeilijkheid is dat de informatie vaak gebaseerd is op interviews/vragenlijsten. Ook zijn verschillende bedrijven betrokken bij de verschillende fases, waardoor vaak een compleet overzicht ontbreekt. Zoals in het OSPAR rapport aangegeven lopen de schattingen uiteen van 0,0003% tot 1% van de plastic behoefte. Het rapport beschouwt een verlies van 0,01 tot 0,1% als realistisch voor emissie naar zee. Als preproductie pellets in de omgeving vrijkomen zullen deze naar het oppervlaktewater worden gedreven door regen en wind. Ophoping van preproductie pellets in sediment van havens wordt ook gerapporteerd. Wanneer ongelukken op open zee gebeuren kunnen de pellets in het water komen. Afhankelijk van de stroming kan een deel aanspoelen op het strand (zoals gezien bij het ongeluk met het containerschip de MSC Zoë).

Synthetisch textiel is een bron van microplasticvezels. Tijdens de productie van 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. De hoeveelheid vezels die vrijkomt tijdens het wassen hangt af van een aantal factoren zoals het type textiel en draad, de textiel dichtheid, de textiel slijtage (pluizen), de temperatuur waarbij gewassen wordt en het soort wasmiddel. Gebruik van waspoeder, dat een schurende werking heeft, en hogere temperaturen resulteren in het vrijkomen van meer microplasticvezels. De bijdrage van professionele wasserettes is met 0.1% verwaarloosbaar vergeleken met huishoudens. In Nederland komen dus de meeste microplasticvezels via het riool in RWZI's waar een deel wordt verwijderd. De schatting is dat er in Nederland alleen van textiel jaarlijks 110 ton aan microplasticvezels indirect geëmitteerd wordt naar het oppervlaktewater.

Microplastics uit **cosmetica en schurende reinigingsmiddelen** komen ook via het riool in de RWZI en vervolgens in het oppervlaktewater.

Emissies van **kunstgrasvelden** ontstaan doordat vezels afbreken, en doordat het rubbergranulaat wordt verspreid. Hier zijn verschillende routes voor. Voor de hand ligt dat de microplastics zich ophopen in de bodem naast de velden. Vandaaruit kunnen ze uitgespoeld worden naar

omliggende oppervlaktewateren. Ook kunnen de microplasticsdeeltjes via putten op het sportterrein in het riool komen. De route is ook relevant voor granulaat dat vast komt te zitten in sportkleding en of -schoenen en dat tijdens het wassen met het afvalwater naar het riool wordt afgevoerd. Na zuivering in de RWZI wordt een deel (16%-34%) alsnog geloosd in oppervlaktewateren.

Risico's en effecten van microplastics

Het effect van microplastics op de mens en het milieu is nog niet duidelijk. Onderzoek hiernaar is vaak complex doordat microplastics een gevarieerde groep deeltjes zijn waarvan de eigenschappen ook nog eens kunnen veranderen door vertering, biofilm vorming en of binding van hydrofobe chemicaliën in het milieu. De wetenschappelijke literatuur die de effecten van microplastics op aquatische organismes beschrijft is omvangrijker dan die voor humane effecten. De gerapporteerde effecten kunnen grofweg in twee categorieën worden verdeeld. Effecten die ontstaan door fysieke dan wel toxicologische oorzaken.

Microplastics kunnen door hun fysische kenmerken een negatieve invloed hebben op specifieke functies in waterorganismen zoals ademhaling, beweging of voedselopname. Zo is aangetoond dat binding van microplastics aan algen een negatief effect heeft op algengroei. Ook kan dit ervoor zorgen dat predatoren aan hogere concentraties microplastics worden blootgesteld. Er hoeft geen sprake van ophoping te zijn, zolang de organismen in staat zijn de microplastics deeltjes weer uit te scheiden. Als de deeltjes niet uitgescheiden worden kan het spijsverteringsstelsel worden geblokkeerd. Microplastics kunnen ook ophopen in kieuwen, lever en maag van zebravisjes, waarbij uiteindelijk vetophoping en ontsteking van de lever op kan treden. Dit gebeurde wel bij hoge concentraties Polystyreen deeltjes (250 mg/L zoals gebruikt in laboratorium studies), die in het veld niet plaats zullen vinden. Er zijn weinig bevindingen op basis van daadwerkelijke blootstelling in de natuurlijke aquatische omgeving.

De gangbare polymeren waar microplastics uit bestaan zijn vrij inert. Microplastics kunnen echter ook toxische effecten teweeg brengen door additieven die in de microplastics zitten (bv, vlamvertragers, kleurstoffen, biociden, weekmakers, etc.) of door hydrofobe chemicaliën die adsorberen aan microplastics in het (aquatische) milieu. Van sommige stoffen is bekend dat ze gezondheidseffecten teweeg kunnen brengen bij mensen en dieren doordat ze geïdentificeerd zijn als CMR (carcinogeen, reprotoxisch of mutageen), PBT (persistent, bioaccumulerend en toxisch), vPvB (heel persistent en heel bioaccumulerend) of ED (endocriene verstoorders).

Wat betreft effecten op mensen lijkt het erop dat microplasticdeeltjes en vezels kleiner dan 50µm via de neus en mond in luchtwegen terecht kunnen komen. De meeste deeltjes zullen waarschijnlijk via het zelfreinigende systeem van de bronchiën de longen weer verlaten. Het is echter mogelijk dat sommige achterblijven in de longen en daar lokale effecten, zoals ontstekingen, veroorzaken. Dit zal vooral bij mensen met een verminderd reinigend vermogen gebeuren. Uit onderzoek bij medewerkers in de textielindustrie is gebleken dat er een relatie is tussen inhalatie van microplasticsvezels en een verhoogde irritatie van het ademhalingsstelsel en allergische reacties. Het is bekend dat het

inademen van fijnstof (onder andere bandenslijtsel) nadelige effecten op de volksgezondheid heeft. De aanwezigheid van microplastics in voedsel kan potentieel ook effect hebben op de gezondheid, maar daar is nog onvoldoende bewijs voor.

In het restrictiedossier van ECHA wordt geconcludeerd dat microplastics op dit moment geen significante nadelige effecten veroorzaken bij mensen of in het milieu, noch dat ze leiden tot verhoogde bioaccumulatie van hydrofobe chemicaliën. Echter wordt er ook op gewezen dat er aanzienlijke lacunes zijn in kennis. Daardoor is het niet mogelijk om een robuuste risicobeoordeling uit te voeren, en dient het voorzorgsprincipe te worden toegepast. Immers, er kan niet worden uitgesloten dat er in de toekomst nadelige effecten kunnen optreden.

Referenties

Besseling, E., (2018). Micro- and nanoplastic in the aquatic environment: from rivers to whales. Wageningen University, Wageningen, Nederland: ISBN 9789463432597, 312 pages, <http://edepot.wur.nl/441167>.

OSPAR commission (2017). Assessment document of land-based inputs of microplastics in the marine environment, Environmental Impact of Human Activities Series, 94 pages.

SAPEA (2019). A scientific perspective on microplastics in nature and society', Evidence Review Report No. 4. SAPEA, Berlin, Germany: ISBN 978-3-9820301-0-4, 176 pages, DOI 10.26356/microplastics.

Unice, K.M., Weeber, M.P., Abramsona, M.M., Reida, R.C.D., van Gils, J.A.G, Markus, A.A., Vethaak, A.D., Panko, J.M. (2019a). Characterizing export of land-based microplastics to the estuary - Part I: Application of integrated geospatial microplastic transport models to assess tire and road wear particles in the Seine watershed. *Science of the Total Environment*. 646: 1639-1649. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.368.

Unice, K.M., Weeber, M.P., Abramsona, M.M., Reida, R.C.D., van Gils, J.A.G, Markus, A.A., Vethaak, A.D., Panko, J.M. (2019b). Characterizing export of land-based microplastics to the estuary - Part II: Sensitivity analysis of an integrated geospatial microplastic transport modeling assessment of tire and road wear particles. *Science of the Total Environment*. 646: 1650-1659. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.301.

Verschoor, A., de Valk, E. (2018). Potential measures against microplastic emissions to water. RIVM, Bilthoven, Nederland: Report nr. 2017-0193, 60 pages.

Zwart, <M., de Valk, E. (2019). Microplasticvezels uit kleding - Achtergrondrapport mogelijke maatregelen. RIVM, Bilthoven, Nederland: Brieftaport nr. 2019-0013, 55 pages.