

Microplastics in het zoetwater milieu

Een inventarisatie van mogelijke risico's voor waterschappen

Erwin Roex¹, Dick Vethaak^{1,2}, Heather Leslie² & Merle de Kreuk³

¹Deltares, ² Instituut voor Milieuvraagstukken, ³ TU Delft

Het begon eind jaren negentig met de ontdekking van hoge gehalten aan plastic afval ("plastic soep") in het noordelijk gedeelte van de Stille Oceaan (zie o.a. Moore e.a, 2001) en zorgde de afgelopen jaren voor veel commotie rondom microplastics, die in veel scrubs en andere verzorgingsproducten zitten, en die onder andere via het rioolwater in de voedselketen in zee terechtkomen. Na de hormoonverstoorders, geneesmiddelen en nanodeeltjes lijken microplastics een volgende groep van verontreinigende stoffen te zijn, waar waterbeheerders mee geconfronteerd worden. Door de ontstane commotie rijzen bij waterbeheerders ook vele vragen over deze groep van stoffen, zoals over de gevaren van microplastics (en hun additieven) voor ecosystemen en de volksgezondheid, de belangrijkste bronnen en de gevolgen voor de waterbeheerders in termen van emissiepreventie en zuivering. Deze notitie beschrijft de huidige stand van zaken betreffende microplastics in het aquatisch milieu en geeft ook aan waar de belangrijkste kennislücken zich op dit moment bevinden.

Wat zijn microplastics en waar worden ze voor gebruikt?

Microplastics zijn volgens internationale afspraken stukjes plastic die kleiner zijn dan vijf millimeter (Arthur e. a., 2009). Dit maakt dat zeker de kleinere stukjes in deze categorie niet meer met het blote oog waarneembaar zijn. Ze zijn onder te verdelen in primaire en secundaire microplastics. Secundaire microplastics zijn plastic deeltjes die ontstaan zijn doordat grotere stukken plastic in de gebruiks- of afvalfase door verwerking of onder invloed van licht en temperatuur uiteenvallen in kleinere deeltjes. In de gebruiksfase moet gedacht worden aan bijvoorbeeld landbouwplastic of bouwfolie, dat verwaait, of run-off water van land. In de afvalfase spelen voornamelijk allerlei soorten verpakkingen een rol.

Daarnaast zijn er de zogenaamde primaire microplastics. Dit zijn onder meer preproductiepellets die als grondstof worden gebruikt voor het maken van nieuwe plastic producten, verloren kunnen gaan tijdens transport en zo in het milieu belanden (Doyle e.a., 2011). Verder worden kleine plastic deeltjes de laatste jaren door de industrie vaak toegepast als scrubs, in verzorgingsproducten, reinigingsmiddelen en voor allerlei industriële toepassingen. Ook is de verwachting dat plastic nanodeeltjes (<100 nm) steeds meer toegepast gaan worden bij de constructie van elektronica, auto's, vliegtuigen en in de medische wereld.

Het is niet bekend wat de verhouding is tussen primaire en secundaire microplastics in het milieu, hoewel primaire microplastics naar verwachting minder algemeen zijn dan secundaire microplastics (Barnes e.a. 2009). Analytisch gezien is dit verschil vaak niet te maken. Preproductiepellets en synthetische vezels (bijna altijd secundaire microplastics) zijn echter meestal nog wel goed te herkennen.

Hieronder worden de verschillende groepen microplastic contaminanten beschreven, in het bijzonder de microbeads uit verzorgingsproducten en synthetische textielvezels afkomstig van kleding. Omdat deze bronnen vooral consumentenproducten betreffen, zullen de microplastics, die bij deze toepassingen vrijkomen, na verschillende zuiverings- en verwijderingsstappen

door rwzi's in het aquatisch systeem terecht kunnen komen. De verwijderingsefficiëntie van rwzi's voor microplastics is dus een cruciale stap in de uiteindelijk emissies van deze deeltjes.

Meest aansprekend zijn de zogenaamde microbeads als toevoeging aan verzorgingsproducten zoals tandpasta, vloeibare zepen en douchegels, vanwege onder andere het schurende en emulgerende effect. Meestal gaat het om polyethyleen (PE), maar ook polypropyleen (PP), polyethyleen tereftalaat (PET), polymethyl methacrylaat (PMMA) en Teflon (PTFE) komen voor. Microplastics zijn in deze producten zo populair omdat hun eigenschappen (dichtheid, kleur, ruwheid) gemakkelijk aangepast kunnen worden aan het product. Ze worden al tientallen jaren toegevoegd aan deze producten (Gregory, 1996), maar het probleem is pas in 2004 door Richard Thompson wetenschappelijk op de kaart gezet. Hij schreef in het wetenschappelijke tijdschrift Science als eerste over de aanwezigheid van microplastics op stranden en in de waterkolom van de Noordzee (Thompson e.a., 2004). De laatste jaren is er toenemende aandacht voor het probleem, een recent overzicht van het veld wordt gegeven in Leslie e.a. (2011). Er is weinig bekend over de hoeveelheid microplastics die in verzorgingsproducten wordt gebruikt, en de hoeveelheid die uiteindelijk via rwzi's in het oppervlaktewater beland. Volgens een recente studie is de geschatte hoeveelheid polyethyleen in de vorm van microplastics gemiddeld 2.4 mg per persoon/dag, alleen als gevolg van het gebruik van microplastics bevattende vloeibare zeep (Gouin e.a., 2011). Wanneer deze studie wordt geëxtrapoleerd naar de Nederlandse situatie, gebaseerd op een bevolking van 6,5 miljoen in het Rijnstroomgebied en 3,5 miljoen in het Maastroomgebied, resulteert dit in een emissie van 15,6 kg/dag voor de Rijn en 8,4 kg/dag voor de Maas.

Een tweede bron van microplastics in het watermilieu is synthetische kleding. In toenemende mate wordt plastic materiaal (nylon, polyester, acryl, etc.) in allerlei kleding, zoals fleecetruien verwerkt. Dit kan gerecycled materiaal betreffen, maar hoeft niet. Een studie heeft aangetoond dat één enkel kledingstuk tot 1900 (Browne e.a., 2011) plastic vezels per wasbeurt kan opleveren. Exactere emissie schattingen van deze bron zoals in het geval van de verzorgingsproducten, zijn op dit moment niet te geven, hiervoor ontbreekt op dit moment nog te veel informatie.

Tot slot worden microplastics gebruikt bij het "zandstralen" van allerlei objecten. Overigens worden deze microplastics opgezogen voor hergebruik, maar over het verlies en de omvang van emissies naar het water is nog weinig bekend. Hoewel de totale hoeveelheid microplastics die bij deze toepassing wordt gebruikt kleiner is dan bij de eerder genoemde toepassingen, is dit mogelijk toch een relevante bron van microplastics naar het oppervlaktewater. Ditzelfde geldt voor scrubzepen en reinigingsmiddelen die op de binnenvaart en pleziervaart worden gebruikt. Een gedeelte van deze plastic deeltjes zal namelijk direct in het oppervlaktewater terechtkomen, zonder tussenkomst van een rwzi, aangezien het hier meestal activiteiten in de open lucht betreft.

Naast deze toepassingsgebieden van microplastics, zal een deel ook afkomstig zijn van de run-off van regenwater van wegen, parken en landbouwgronden, vervuilde compost van landbouwgronden - bijvoorbeeld gebruik van gecomposteerd zuiverings-slib in landen bovenstrooms, bandenslijpsel en slijtage deeltjes van bouwmaterialen, schoenen e.d. die meegevoerd worden met het regenwater, via het rioolwater indirect, of in het geval van afkoppeling direct in het oppervlaktewater terechtkomen.

Over de aanwezigheid van de ultrafijne fragmentjes plastic (< 1 micrometer) en nanoplastics (1-100 nm) in het watermilieu weten we nog niets. In principe valt al het plastic in de loop van tientallen tot honderden jaren uit elkaar in steeds

kleinere fragmenten en de milieurisico's van deze secundaire nano-sized plastic deeltjes zullen de komende jaren meer onder de aandacht komen. Daarnaast is er de categorie van primaire nanoplastics die in omvang zal toenemen: zij zullen waarschijnlijk steeds meer toegepast worden bij de constructie van elektronica, auto's, vliegtuigen en in de medische wereld.

Vervuiling van het milieu met microplastics uit verzorgingsmiddelen staan hoog op de Nederlandse en Europese agenda. Vanwege het maatschappelijk debat in Nederland van de afgelopen tijd hebben een aantal retail-ketens recent besloten om de verkoop van verzorgingsproducten met microplastics te stoppen. Tevens heeft een belangrijke producent van verzorgingsproducten eind 2012 besloten om vanaf 2013 in Nederland en vanaf 2015 wereldwijd geen microplastics meer in hun producten te stoppen. De Tweede Kamer vindt het gebruik van microplastics in verzorgingsmiddelen vanwege de potentiële milieugevolgen onaanvaardbaar en zij verzoekt de regering met de cosmetica-industrie in gesprek te gaan over het vervangen door milieuvriendelijke alternatieven^{1,2}. Deze initiatieven zullen er in de loop van de tijd mogelijk toe leiden dat de toestroom van microplastics naar rwzi 's zal afnemen.

¹ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kv-tk-2012Z18380.html>

² <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2011/11/07/beantwoording-kamervragen-watervervuiling-door-microplastics-in-consumentenproducten.html>

De rol van rwzi's in de verwijdering van microplastics

Op dit moment is er niet veel bekend over de verwijderingsefficiëntie van microplastics in zuiveringsinstallaties. Door de lage dichtheid van een substantieel deel van de plasticdeeltjes zullen deze microplastics vaak drijven of zweven. Nabezinktanks zijn niet ontworpen om lichte microplastics zoals polyethyleen en nylon te verwijderen wanneer deze niet in de actiefslib vlokken zijn ingevangen of in de drijfslaagruiming terecht komen. Ook in de primaire bezinking worden deze deeltjes niet verwijderd, en vooralsnog worden ze ook niet doelbewust verwijderd door toevoeging van flocculanten en coagulanten. Een pilotstudie van de VU in samenwerking met de TU Delft en Deltares liet zien dat ca. 90% van de plastic deeltjes die aanwezig waren in het influent, in de rwzi werden verwijderd, uiteindelijk resulterend in 20 deeltjes per liter effluent (Leslie e a, 2012). Deze metingen zijn gedaan bij regenweerafvoer en tijdens de aanvoerpiek in de ochtend en zijn daarom dus slechts indicatief. Overigens laat recent Duits onderzoek aantallen deeltjes in dezelfde orde van grootte zien (Dubai & Liebezeit, 2013). Dit zou betekenen dat, uitgaande van ongeveer $2 \cdot 10^9$ m³ afvalwater in 2010, 100 miljoen deeltjes per dag in het Nederlands oppervlaktewater komen. Er zijn echter nog te weinig gegevens over dit relatief nieuwe onderwerp om een goed beeld te krijgen van het verwijderingsrendement in de zuiveringsinstallaties onder verschillende omstandigheden. Wanneer dit goed in kaart zou zijn gebracht weten we de echte bijdrage van microplastic emissie bij de rwzi's en kunnen we wellicht ook de technologie met het beste verwijderingsrendement selecteren of de bestaande zuiveringen optimaliseren ten behoeve van microplastic verwijdering.

De 90% van de microplastics die wel verwijderd worden in een rwzi, komt terecht in het zuiveringsslib. Hoge concentraties aan microplastics zijn dan ook teruggevonden in marine stortplaatsen van slib in Groot Brittannië (Browne e.a., 2011). In Nederland wordt het merendeel van het slib verbrand, direct of via slibgisting of compostering, waarbij de microplastics definitief uit het milieu verwijderd worden. Echter, in omliggende landen bovenstrooms, wordt zuiveringsslib vaak ingezet in de landbouw als meststof en/of bodemverbeteraar. Via uitspoeling kunnen de microplastics dan alsnog in het watermilieu terecht komen en bijvoorbeeld via de Rijn in de Noordzee.

Wat zijn de milieurisico's van microplastics?

De plastic deeltjes die uiteindelijk in het oppervlaktewater terechtkomen, zijn onder normale milieuecondities zeer slecht afbreekbaar. De afbraaksnelheden van synthetische polymeren zijn extreem laag (naar schatting en afhankelijk van plastic type en milieuecondities tientallen tot honderden jaren) waardoor het materiaal in het watermilieu alleen maar zal ophopen. Het gevaar van microplastics schuilt vooral in de combinatie van de onafbreekbaarheid van kunststofmateriaal met daarbij de potentiële accumulatie van microplastics in voedselketens.

Uit door Deltares en IVM uitgevoerd literatuuronderzoek blijkt dat mens en dier in staat is om microplastics op te nemen in hun weefsel en/of lichaamsvocht, waardoor gezondheidseffecten optreden (deeltjes-toxiciteit). In mariene organismen zoals wadpieren, zeepokken, mosselen, kreeften, stormvogels en zehonden vindt men deze microplastics al terug. Een pionierstudie uit de VS komt met het resultaat dat nanoplastics een negatieve impact bezitten op het fotosynthetisch vermogen van groenalgen (Bhattacharya e.a, 2011) . Daarnaast zijn de ultrafijne deeltjes in staat om opgenomen te worden in het maag-darm kanaal van mensen. Vervolgens kunnen deze deeltjes in de lymfe, hart en vaatstelsel terechtkomen. De opgenomen deeltjes zouden onder andere lokale ontstekingen en veranderingen in de genexpressie en een reeks van fysiologische effecten kunnen veroorzaken. Een recente studie laat zien dat polystyreen deeltjes tot 240 nm in diameter via de placenta van moeder naar kind doorgegeven kunnen worden (Wick e.a., 2010).

Daarnaast vormen microplastics evenals het grotere zwerfafval een potentiële bedreiging voor de introductie van chemische contaminanten, invasieve soorten en pathogenen. De rol van plastic zwerfafval als transportvector in zoetwatersystemen is echter niet goed onderzocht.

Tenslotte kan de aanwezigheid van microplastics in het oppervlaktewater extra chemische risico's met zich meebrengen. Zo kunnen chemische stoffen, die aan het plastic zijn toegevoegd om de eigenschappen te verbeteren (additieven), uit het plastic logen (Teuten e.a, 2011). Ook kunnen chemische verontreinigingen zich aan de microplastics binden. Dit laatste betekent echter niet dat deze chemische verontreinigingen dan geen risico meer opleveren. Doordat organismen de microplastics kunnen opnemen, kan een risico ontstaan voor de ecologie of de volksgezondheid, via de consumptie van vis en schaal- en schelpdieren (Leslie e.a., 2011).

Huidige stand van zaken beleid en onderzoek

De negatieve milieueffecten en invloed van microplastics op het zoetwater milieu zullen vergelijkbaar zijn met die in het marine milieu. De afgelopen jaren is dan ook meer aandacht gekomen voor de problematiek in het zoetwater aquatisch systeem, ook omdat een deel van het probleem afkomstig is van bronnen en toepassingen op het land. De beschikbare informatie betreffende de herkomst en verspreiding van microplastics voor het zoetwatermilieu, zoals ook uit bovenstaande blijkt, is echter nog summier. Tevens is de informatie die beschikbaar is, grotendeels afkomstig uit pilotstudies, en daardoor fragmentarisch. Er is daarom grote behoefte aan internationale gestandaardiseerde monitoringstudies (zie ook Hidalgo-Ruz e.a., 2012), die bronnen en verspreiding van microplastics in het milieu beter in kaart brengen. Plaatsing van deze groep van stoffen op de zogenoemde Europese 'Watch List' van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) zou leiden tot een EU-brede zoetwater monitoring. Ook binnen de internationale stroomgebiedcommissies van onder ander de Maas en de Rijn is toenemende aandacht voor deze problematiek. Daarnaast onderkent de Nederlandse Rijksoverheid, onder andere bij monde van het ministerie van Infrastructuur en Milieu, de problematiek van microplastics in het Nederlandse oppervlaktewater (zie o.a. PBL, 2012). Verder voert Deltares in opdracht van hetzelfde ministerie op dit moment een inventariserende studie uit naar de aard en omvang van afval, waaronder microplastics, in de grote Nederlandse rivieren (van der Wal e.a., in prep.). Tenslotte zijn recent een aantal Europese studies gestart (CLEANSEA, MICRO) die zullen bijdragen aan de kennis betreffende microplastics in het mariene milieu. Deltares en het IVM aan de VU participeert in beide.

Op dit moment is er geen specifiek beleid geformuleerd om de verontreiniging van het oppervlaktewater met microplastics tegen te gaan. Binnen de KRW spelen microplastics op dit moment geen rol. Alleen binnen de Kaderrichtlijn Marien is er een rol voor microplastics in de descriptor 10 "Marine Litter". Hiervoor worden momenteel indicatoren en monitoringsprogramma's ontwikkeld (o.a. in de EU projecten CLEANSEA en MICRO). Nederland vervult wel een voortrekkersrol op het gebied van internationale beleidsontwikkeling op het gebied van (micro)plastics. Geadviseerd wordt aan de regionale waterbeheerders om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de nationale en internationale initiatieven die op dit terrein ontwikkeld worden.

Het ontbreken van (inter)nationale specifieke wet- en regelgeving hoeft regionale waterbeheerders er verder niet van te weerhouden initiatieven op dit gebied te ontplooiën. Zo zou gemeenschappelijk onderzoek door waterschappen naar aard en omvang van microplastics in het zoetwater milieu kunnen bijdragen aan het verder in kaart brengen van deze nieuwe groep van contaminanten en het verder agenderen van de problematiek.

Referenties

- Arthur, C., Baker, J., Bamford, H. (eds.) (2009) Proceedings of the International research workshop on the Occurrence, effects and fate of micro-plastic marine debris , sept. 9-11, 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30.
- Barnes, D.K.A., Galgani, F., Thompson, R.C., Barlaz, M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos T Roy Soc B*, vol. 364, pp.1985-1998.
- Bhattacharya, P., Lin, S., Turner, J.P., Pu, C.K. (2010) Physical adsorption of charged plastic nanoparticles affects algal photosynthesis. *Phys Chem C* 114, pp. 16556-16561.
- Browne, M.A, P. Crump, S.J.Niven, E. Teutens, A. Tonkin, T. Galloway, R. Thompson (2011) Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environ. Sci. Technol.*, vol 45, pp. 9175-9179.
- Doyle, M.J., W. Watson, N. M. Bowlin, S. B. Sheavly (2011) Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific ocean. *Mar. Environ. Res.*, vol. 71, pp. 41-52.
- Dubaisch, F., G. Liebezeit (2013) Suspended microplastics and black carbon particles in the Jade syte, Southern North Sea. *Water, Air Soil Pollution*, vol. 224, pp. 1352-1359.
- Gouin, T., N. Roche, R. Lohmnan, G. Hodges (2011) A Thermodynamic approach for assessing the environmental exposure of chemicals absorbed to microplastic. *Environ. Sci. Technol* vol. 45, pp. 1466-1472.
- Gregory, M.R. (1996) Plastic 'Scrubbers' in Hand Cleansers: a Further (and Minor) Source for Marine Pollution Identified. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 32, pp. 867-871.
- Hidalgo-Ruz, V., L. Gutow, R. C. Thompson, M. Thiel (2012) Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environ. Sci. Technol.*, vol. 46, pp.3060-3075.
- Leslie, H.A., M. Moester, M.de Kreuk, D. Vethaak (2012) Verkennende studie naar lozing van microplastics door rwzi's. *H₂O* vol 14/15, pp 45-47.
- Leslie, H.A., M.D van der Meulen, F.M. Kleissen A.D. Vethaak (2011) Microplastic Litter in the Dutch Marine Environment. Providing facts and analysis for Dutch policymakers concerned with marine microplastic litter. *Deltares*, report 1203772-000.
- Moore, C.J, S.L Moore, M.K Leecaster, S.B Weisberg (2001) A Comparison of Plastic and Plankton in the North Pacific Central Gyre. *Mar. Poll. Bull*, vol 41, pp. 1297-1300.
- Planbureau voor de leefomgeving (2012) Kwaliteit voor later 2. Evaluatie van het waterkwaliteitsbeleid. ISBN: 978-94-91506-25-3. PBL-publicatienummer 500208001.
- Teuten, E.L., Saquing, J.M., Knappe, D.R.U., Barlaz, M.A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C., Galloway, T.S., Yamashita, R., Ochi, D.,

- Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P.H., Tana, T.S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Akkhavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Mizukawa, K., Hagino, Y., Imamura, A., Saha, M., Takada, H. (2009) Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philos T Roy Soc B*, vol. 364, pp. 2027-2045.
- Thompson, R.C., Olsen, Y., Michell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.C., McGonigle, D., en Russel, A.E. (2004) Lost at Sea: Where is All the Plastic? *Science*, vol. 304, pp. 888.
- Van der Wal, M., D. Vethaak, M. van der Meulen, E. Roex, Y. Wolthuis, G. Tweehuijsen (in prep.) Plastic litter in the Scheldt, Meuse and Rhine Rivers. Contribution to plastic waste in the North Sea. *Deltares rapport 1205955-006*.
- Wick, P., Malek, A., Manser, P., Meili, D., Maeder-Althaus, X., Diener, L., Diener, P-A., Zisch, A., Krug, H.F., Von Mandach, U., 2010. Barrier capacity of human placenta for nanosized materials. *Environ Health Perspect* 118, pp.432-436.

CONCEPT