



## De Adders van het Groot Schietveld 15 jaar onderzoek



Plantensoorten **in veranderende landschappen** • **Microplastics** in de Belgische Noordzee  
**PAS**, win-win voor natuur en economie of ecologische black box?

# Microplastics

## in de Belgische Noordzee

Een sluipend gevaar voor de mariene fauna en ecosystemen?

---

Nils Schnitzler, Frank Van Belleghem & Ansje Löhner

---

De plasticvervuiling van de oceanen wordt door het Milieuprogramma van de Verenigde Naties aangestipt als een van de meest urgente milieuproblemen (UNEP 2014). In 340 originele publicaties wordt melding gemaakt van 693 mariene soorten die op een of andere manier in aanraking zijn gekomen met zeeafval. 92% van de aanrakingen van individuele organismen met dit zeeafval waren aanrakingen met plastic (Gall & Thompson, 2015). 17% van deze soorten staat op de IUCN Rode Lijst van bedreigde soorten aangemerkt als bijna bedreigd, kwetsbaar, bedreigd of ernstig bedreigd. Beelden van zeehonden die verstremgeld zijn geraakt in plastic zijn bekend, ook het opeten van plastic door zeevogels (Ryan 2015). Hierbij gaat het voornamelijk om macroplastics: grote stukken plastic, zoals stukken van visnetten, vislijnen, zakken of flessen (Galgani et al. 2015). Sinds 2004 (Thompson et al. 2004) tonen wetenschappers echter een verhoogde belangstelling voor de problematiek van de aanwezigheid van microplastics in de oceanen (Cole et al. 2011, Ryan 2015). Maar: wat zijn microplastics precies? En vooral: wat is de impact ervan op de fauna en ecosystemen van de Belgische Noordzee?



Een duiker bevrijdt een zeehond die verstremgeld is geraakt in (plastic) visnetten en touwen die worden gebruikt in de visserij. (© NOAA/Marine Debris Program)



Microplastics met verschillende vorm, kleur en grootte. Let ook op de verschillende microplasticvezels. (© Sea Education Association/Giora Proskurowski)



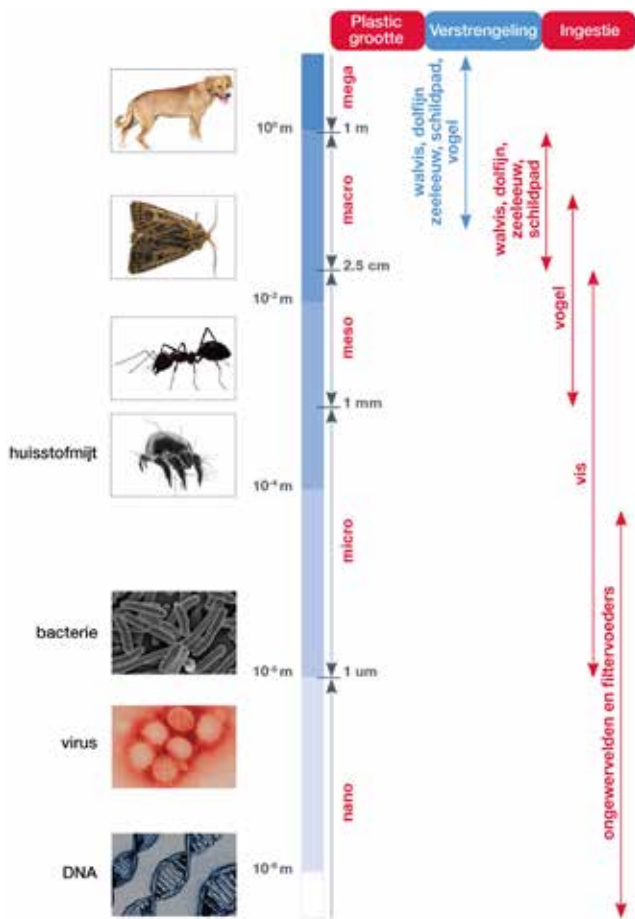
Macroplastics uit het mariene milieu die week en bros geworden zijn en tekenen van fragmentering vertonen. (© NOAA/Marine Debris Program)

### Wat zijn microplastics?

Net zoals plastics is microplastics een verzamelnaam voor een heterogene groep polymeren die verschillen qua chemische en fysische eigenschappen, waaronder vorm, kleur, grootte en chemische samenstelling (Galgani et al. 2015). Volgens de meest gangbare definitie zijn microplastics stukjes plastic met een diameter kleiner dan 5 mm (Thompson 2015).

Microplastics worden ingedeeld in twee categorieën: primaire en secundaire (Browne 2015, Cole et al. 2011, Galgani et al. 2015, Thompson 2015). Primaire microplastics worden geproduceerd voor een specifiek doel. Zo vormen sferische microbeads en poeders de grondstof van plasticproducten. De microbeads komen rechtstreeks, via rioolwater of rivieren in zee terecht, bijvoorbeeld door het morsen van industriewater (Andrady 2011, Browne 2015, Cole et al. 2011, Thompson 2015). Ook bepaalde cosmetica, zoals gelaatsverzorgende scrubs, bevatten primaire microplastics (Browne 2015, Cole et al. 2011, Thompson 2015). Deze komen via rioolwater en rivieren terecht in de oceaan (Thompson 2015). Een laatste belangrijke toepassing is de straalreiniging (GESAMP 2015). Hierbij wordt een waterstraal met microplastics onder hoge druk op een oppervlak (bijvoorbeeld een muur) gespoten om het te reinigen. De microplastics 'schrobben' door de impact het oppervlak.

Secundaire microplastics ontstaan door fragmentatie van macroplastics (Browne 2015, Cole et al. 2011, Thompson 2015). Wanneer deze in het (mariene) milieu terechtkomen, degraderen



Vergelijking van de grootte van microplastics in het mariene milieu met de grootte van een aantal diersoorten. Ook de mogelijke interacties tussen plastics en dieren wordt aangegeven. (figuur gebaseerd op GESAMP 2015, figuur 3:1)

ze tot microplastics. Dit gebeurt met name onder invloed van UV-B straling die de plastics week en bros maakt. Daarna fragmenteren ze door mechanische stress, veroorzaakt door bijvoorbeeld golven en wind (Andrady 2011, 2015). Secundaire microplastics ontstaan ook tijdens slijtage van bijvoorbeeld kleding, verf en banden (GESAMP 2015).

Door hun hoge persistentie blijven (micro)plastics gedurende minstens enkele decennia, maar mogelijk ook eeuwen of zelfs millennia aanwezig in het milieu (Hopewell et al. 2009). Bovendien zal de hoeveelheid microplastics in de oceaan vermoedelijk nog geruime tijd stijgen, zelfs indien de plastic emissie naar het milieu onmiddellijk wordt stopgezet (GESAMP 2015, Thompson 2015).

Recent kwam ook de problematiek van microplastics in sedimenten van de Schelde uitgebreid in de media. Daarbij werd vooral gewezen op de inefficiëntie van de Vlaamse zuiveringsinstallaties. Op die manier komt een groot deel van de 'Belgische' microplastics via rivieren in de Noordzee terecht.

### Microplastics in het mariene milieu

Microplastics zijn wijdverspreid in het mariene milieu (Galgani et al. 2015, Thompson 2015): aan het wateroppervlak, in de hele

waterkolom, op de zeebodem, op stranden en in sedimenten (Cole et al. 2011). Drijvende (micro)plastics worden door wind en stromingen aan het oceanoppervlak verspreid over de hele oceaan, waarbij een groot aandeel accumuleert in de vijf oceanische gyres (Cole et al. 2011, Galgani et al. 2015). Het gaat hierbij met name om polyethyleen en polypropyleen (Andrady 2015, Galgani et al. 2015). Deze plastics blijven drijven omdat hun dichtheid lager is dan die van zeewater.

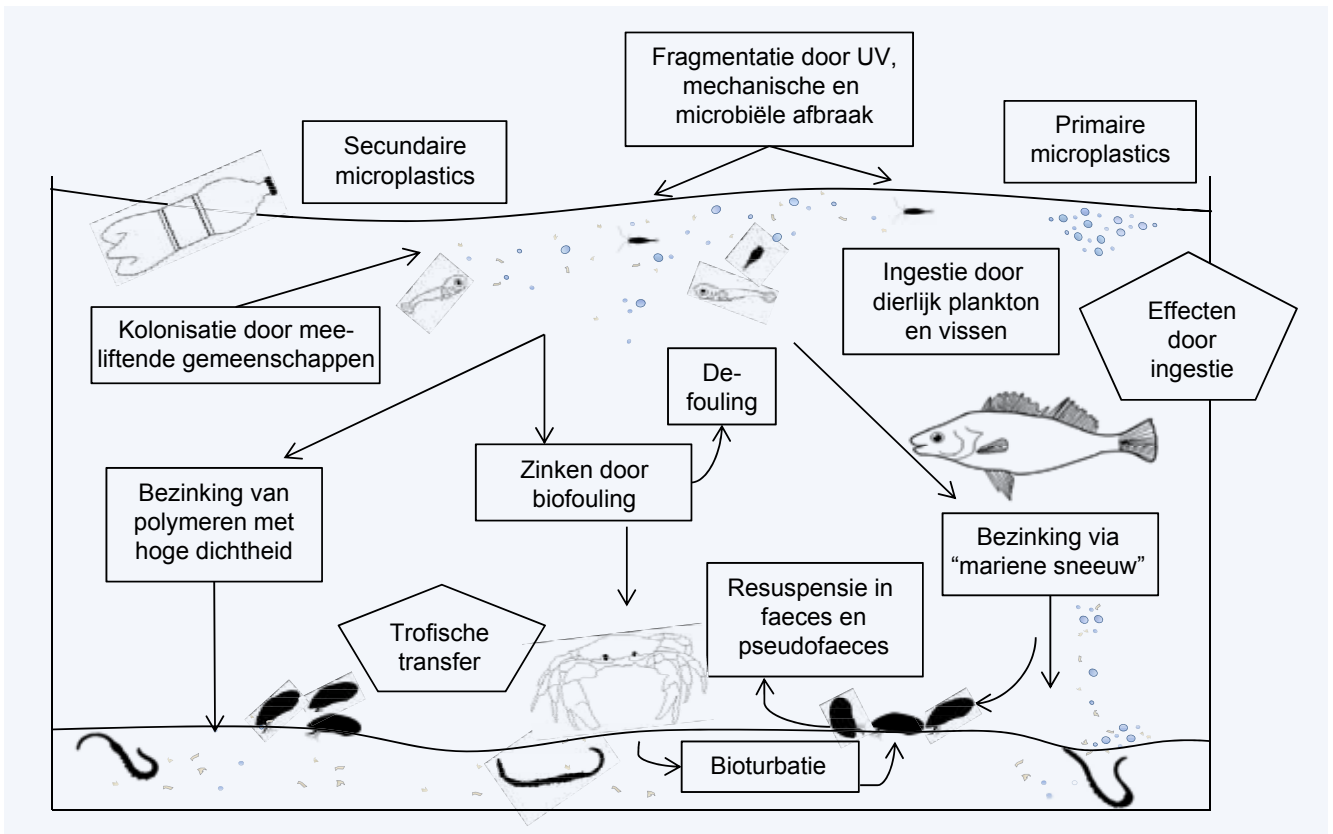
Er zijn twee mogelijkheden voor de uiteindelijke bestemming van de plastics: ofwel drijven ze terug naar de kust, ofwel zinken ze (Galgani et al. 2015). Dit laatste wordt versterkt als er sprake is van 'biofouling', een proces waarbij micro-organismen zich hechten aan een plasticdeeltje. Het deeltje wordt hierdoor zwaarder en zakt naar de oceanbodem (Galgani et al. 2015). Na verwijdering van de micro-organismen (bijvoorbeeld bij consumptie en latere excretie) stijgen de plastics opnieuw naar het wateroppervlak ('defouling'; Andrady 2011, 2015). Plastics met een hogere dichtheid dan zeewater zinken eveneens. Deze hogere dichtheid kan een eigenschap van het plastic zelf zijn, of veroorzaakt worden door additieven die aan het plastic worden toegevoegd (Andrady 2011, 2015).

Een andere manier van verspreiden van plastics is door biotransport, met name door zeevogels. Na ingestie en vertering van een met plastic gecontamineerde prooi worden de microplastics via de uitwerpselen uitgescheiden (Kühn et al. 2015). Na ingestie van macroplastics worden deze vaak door de verteringsprocessen afgebroken tot microplastics. Hierdoor komen de macroplastics in gefragmenteerde vorm beschikbaar voor lagere trofische niveaus in het voedselweb, bijvoorbeeld plankton (Kühn et al. 2015). Ook bij het overlijden van gecontamineerde organismen worden de microplastics verder verspreid. De mariene fauna vormt op die manier een belangrijke factor bij het ontstaan en de verspreiding van secundaire microplastics (Kühn et al. 2015).

In de sedimenten van de Belgische kust komen microplastics voornamelijk voor in de vorm van vezels (Claessens et al. 2011). Volgens schattingen van Van Cauwenberghe et al. (2013) is het gewicht van het plasticafval in de bovenste 0,5 meter van de waterkolom boven het Belgisch continentaal plat 15 tot 35 kg per km<sup>2</sup> microplastics (in deze studie gedefinieerd als <1 mm; schatting met aangenomen gewicht van 0,005 mg per deeltje) tegenover 0,001 tot 4 kg per km<sup>2</sup> macroplastic afval (metingen).

### Opname van microplastics door mariene fauna en mogelijke effecten

Microplastics kunnen worden opgenomen via of in de plaats van voedsel. Dit kan actief of passief ('per ongeluk') gebeuren (Cole et al. 2011, Kühn et al. 2015). Bij actieve consumptie kan het organisme in kwestie het onderscheid tussen plastic en prooi niet maken (bijvoorbeeld door grote gelijkenis) of verkiest het organisme het plastic deeltje zelfs boven de prooi (selectieve opname). Bij passieve consumptie wordt het (micro) plastic samen met andere materie opgenomen. Dit geldt met name voor filtervoeders: bij de opname van zeewater worden naast het voedsel ook microplastics opgenomen (Thompson et al. 2004, Kühn et al. 2015). Een andere mogelijkheid is de



Overzicht van mogelijke manieren van verspreiding van microplastics en hun mogelijke interactie met mariene fauna. (figuur gebaseerd op Wright et al. 2013, figuur 1) Legenda:

- **Pseudofaeces:** door weekdieren opgenomen deeltjes die (omdat ze ongeschikt zijn als voedsel) terug worden uitgestoten zonder het spijsverteringskanaal te passeren.
- **Biofouling:** (ongewenste) aangroei van micro-organismen, planten en dieren op oppervlaktes die ondergedompeld zijn in (zee)water.
- **Defouling:** het loskomen van aanhechtende organismen door verandering van omgevingsfactoren (zoals lichtintensiteit & pH) tijdens het zinken. Defouling kan ook optreden na consumptie en latere excretie van het deeltje.
- **Bioturbatie:** het mengen en verplaatsen van sediment door planten en dieren.
- **Mariene sneeuw:** neerslag van dierlijk of plantaardig afgescheiden en/of afgestorven materiaal.

secundaire consumptie. Hierbij eet een organisme een prooi die eerder microplastics had opgenomen (Kühn et al. 2015). Denk aan een vis die gecontamineerd plankton opneemt (Rochman 2015).

Ingestie van (micro)plastics kan nadelige effecten veroorzaken door de fysische eigenschappen van de deeltjes (met name grootte en vorm) wat onder meer kan leiden tot obstructie van of schade aan het spijsverteringsstelsel (GESAMP 2015, Wright et al. 2013). Daarnaast zijn chemische effecten van belang. De meeste polymeren worden geacht biochemisch inert te zijn op grond van hun grote molecuulmassa (Andrady 2011, Cole et al. 2011). Dit betekent dat er geen interactie met weefsel wordt verwacht. Maar in het mariene milieu kunnen persistente organische polluenten (POP's) zich op korte termijn (<1 maand) hechten aan microplastics (adsorptie), en kunnen ze op langere termijn in het polymeer worden opgenomen (absorptie) (Rochman 2012). Bij de opname van microplastics kunnen deze POP's in het organisme, en zodoende in het mariene voedselweb, terecht komen (Andrady 2015). De richting van de diffusie van POP's hangt af van een concentratiegradiënt: de POP's diffunderen van hogere naar lagere concentratie. Dit betekent dat het weefsel ook 'schoongemaakt' kan worden door een migratie van de POP's in het weefsel naar het relatief minder gecontamineerde microplasticdeeltje

en de latere uitscheiding hiervan (Besseling et al. 2012, GESAMP 2015, Koelmans et al. 2013). Naast POP's kunnen plastics ook metalen en persistente, bioaccumulatieve en toxische polluenten (PBT's) accumuleren (Cole et al. 2011, Rochman 2015). Verder is het van belang om te beseffen dat plastics meestal niet 'puur' worden gebruikt. Om de gewenste chemische en fysische eigenschappen te verkrijgen, worden additieven toegevoegd, zoals vlamvertragers of kleurstoffen (Rochman 2015). Tenslotte kunnen ook monomeren leiden tot negatieve effecten omdat ze biochemisch actief kunnen zijn. Bisfenol A (BPA) is hiervan een voorbeeld. Deze stof wordt gebruikt bij de synthese van polycarbonaat, een polymeer dat veelvuldig wordt gebruikt in voedsel- en drankverpakkingen. BPA kan endocriene regulering uitlokken (Cole et al. 2011, Rochman 2015).

Al deze potentieel schadelijke stoffen kunnen (opnieuw) worden vrijgegeven. Dit wordt het uitloggen van stoffen naar de mariene omgeving genoemd (Andrady 2011, Cole et al. 2011). Microplastics vormen dan een transportmiddel voor deze stoffen, die via deze vector gemakkelijker kunnen doordringen tot milieus waar weinig contaminanten voorkomen (Rochman 2015). Daarnaast kan het uitloggen van polluenten ook gebeuren na de opname van microplastics door een organisme (Rochman 2015, Teuten et al. 2009).

Dit alles leidt tot een mogelijk gevaarlijke chemische cocktail die toxischer kan zijn dan blootstelling aan elk van de stoffen apart. Bij de interactie van de chemicaliën in de cocktail kunnen namelijk synergetische effecten optreden (Rochman 2015).

### Impact van microplastics op mariene fauna in de Belgische Noordzee

De opname van microplastics is vastgesteld bij verschillende diersoorten die ook in de Belgische Noordzee voorkomen, waaronder Mosselen, Zeepieren, Strandkrabben, Grijze garnalen en verschillende vissoorten (Van Cauwenberghe et al. 2015, Watts et al. 2015, Devriese et al. 2015, Foekema et al. 2013). Besseling et al. (2015) troffen onder meer microplastics aan in de maag van een Bultrug, die was aangespoeld op een zandbank tussen Noord-Holland en Texel.

Bij meerdere organismen is onderzoek gedaan naar de potentieel negatieve effecten. Bij het in de Noordzee voorkomende roeipootkreeftje *Centropages typicus* is onder meer een significante vermindering van de opname van algen gerapporteerd nadat het (polystyreen) microbeads met een grootte van 7,3 µm had opgenomen (Cole et al. 2013). Het in de Noordzee levende roeipootkreeftje *Calanus helgolandicus* produceerde significant kleinere eitjes (Cole et al. 2015). Bij een aantal diersoorten die in de Belgische Noordzee voorkomen is vastgesteld dat ze microplastics terug uitscheiden via de uitwerpselen. Dit geldt bijvoorbeeld voor Strandvlooien (Ugolini et al. 2013) en voor Zeebaarslarven (Mazurais et al. 2015). In deze beide labostudies werd het mogelijk nadelige effect van opstopping van het spijsverteringsstelsel door verknooping van microplasticvezels echter niet onderzocht.

Ook zijn er enkele veldstudies uitgevoerd naar de mogelijke effecten. Devriese et al. (2015) rapporteerden geen negatieve effecten door opgenomen microplasticvezels bij Grijze garnalen. Bij Mosselen en Zeepieren is opname van microplastics in hun natuurlijke habitat eveneens vastgesteld. In een experiment van 14 dagen leek de blootstelling geen negatieve gevolgen te hebben voor het energiebudget van de diersoorten (Van Cauwenberghe et al. 2015). Een andere studie toonde aan dat Zeepieren opgenomen (polystyreen) microbeads terug uitscheidde, maar het voeden werd wel negatief beïnvloed: hoe hoger de microplasticconcentratie in het sediment, hoe minder uitwerpselhoopjes er werden geteld (Besseling et al. 2012). Bovendien migreren additieven en polluenten van opgenomen microplastics via het spijsverteringsstelsel naar het weefsel van Zeepieren (Browne et al. 2013). Microplastics (polystyreen) zijn echter vermoedelijk niet de belangrijkste vector voor de contaminatie met PCB's (Besseling et al. 2012), althans niet in vergelijking met andere vectoren, zoals opname vanuit de omgeving (GESAMP 2015). Volgens een modellering van Koelmans et al. (2014) zijn microplastics voor Zeepieren evenmin de belangrijkste vector voor de opname van nonylfenol en bisfenol A.

Andere negatieve effecten zijn onder meer bij Mosselen gerapporteerd (von Moos et al. 2012), waar ontstekingsreacties na korte blootstelling aan hoge concentraties polyethyleendeeltjes van onregelmatige vorm werden geobserveerd (3 tot 96 uur, 0 tot

80 µm). Browne et al. (2008) onderzochten dan weer de effecten van blootstelling aan polystyreendeeltjes (< 1 mm). Ondanks een migratie naar het hemolymfe en een verblijftijd van minstens 48 dagen bleken deze geen effecten teweeg te brengen. In dit laatste experiment werden de Mosselen kort blootgesteld aan een piekconcentratie van één soort microplastic. Dit zegt uiteraard niets over effecten bij langdurige, levenslange blootstelling aan verschillende microplastics, zoals in de natuurlijke habitat het geval kan zijn. De concentraties die gebruikt worden in deze experimenten zijn vaak ook veel hoger dan de daadwerkelijke concentraties in het milieu (Van Cauwenberghe et al. 2015).

Ook voor de Strandkrab is opname van microplasticvezels gerapporteerd (Watts et al. 2015). In deze studie werden krabben gevoerd met voedsel dat gecontamineerd was met polypropyleenvezels (lengte: 1 tot 5 mm). Krabben die voedsel innamen met een plasticgehalte van 1% vertoonden na 4 weken een verlaagde voedselconsumptie en een kleine, maar significante vermindering van voor groei beschikbare energie.

In een veldstudie van Foekema et al. (2013) bevatte het spijsverteringsstelsel van meer dan 80% van de bemonsterde vissen met microplastic slechts één microplasticdeeltje. Hoewel daarbij niet naar de aanwezigheid van microplasticvezels werd gekeken, suggereert dit resultaat dat microplastics niet accumuleren in het spijsverteringsstelsel van de onderzochte vissen (o.m. Haring, Kabeljauw en Schelvis). Bovendien leek microplasticopname geen negatieve effecten te veroorzaken. Op basis van een model concludeerden Koelmans et al. (2014) dat microplastics voor Kabeljauw ook niet de belangrijkste vector zijn voor de opname van nonylfenol en bisfenol A. Opname van microplasticvezels door Wijting en Dikrugtong werd wel gerapporteerd door Lusher et al. (2013). De effecten van de opname werden echter niet nader onderzocht.

### Gevolgen voor de ecosystemen in de Belgische Noordzee

Naast effecten op mariene organismen kan de opname van microplastics ook gevolgen hebben op populatie- en ecosystemniveau. Besseling et al. (2012) werpen bijvoorbeeld de hypothese op dat plasticvervuiling negatieve gevolgen kan hebben voor zeepierpopulaties op grond van de effecten van de opname op individueel niveau. Over de ecologische risico's en de gevolgen voor de productiviteit en de veerkracht van een ecosysteem is echter nog niet veel bekend. Hoe de verschillende functionele groepen binnen een ecosysteem precies worden beïnvloed door de microplastics hangt onder andere af van de grootte van de deeltjes en hun aantallen. Maar als de effecten voor een functionele groep negatief zijn, kunnen ook de ecologische processen en het functioneren van het ecosysteem zelf in gevaar komen (GESAMP 2015).

Uit veldstudies blijkt dat microplastics worden opgenomen door een groot aantal mariene soortengroepen van verschillende trofische niveaus (GESAMP 2015). Effecten op de laagste trofische niveaus (bv. primaire producenten zoals algen) kunnen hierbij invloed hebben op de hogere trofische niveaus (bv. diverse herbivoren en predatoren). Negatieve effecten op de

fotosynthese kunnen leiden tot een verlaagde productiviteit in het hele ecosysteem (GESAMP 2015).

Eventuele negatieve effecten kunnen bovendien een grote impact hebben als een sleutelsoort in het ecosysteem getroffen wordt, zoals de aangehaalde roeipootkreeft *C. helgolandicus*. Deze sleutelsoort vormt een belangrijke schakel tussen primaire producenten en de rest van het voedselweb. De soort kan in de Europese zeeën en in het noorden van de Atlantische Oceaan tot 90% van de biomassa van het mesozöplankton uitmaken (Cole et al. 2015).

Zoals vermeld zijn na kortdurende blootstelling aan microbeads geen negatieve effecten voor Strandvlooien gevonden. Trofische transfer van pollutanten of microplastics is desondanks mogelijk: Strandvlooien vormen immers een belangrijke voedselbron voor verschillende ongewervelden, vissen en vogels (Ugolini et al. 2013). Op een hoger trofisch niveau geldt iets gelijkaardigs voor de Grijsze garnaal. Deze soort is overvloedig aanwezig in ondiepe kustwateren en heeft belangrijke functies binnen het ecosysteem. Garnalen vormen het voedsel voor een grote groep predatoren. Bovendien voeden Garnalen zich opportunistisch met wat er voorhanden is, of dat nu verschillende macrofauna (bijvoorbeeld jonge visstadia) of algen zijn. Verschillende prooien van de garnaal nemen microplastics op. Dit alles betekent dat deze soort een belangrijke schakel kan zijn bij de trofische transfer van microplastics (Devriese et al. 2015), zelfs indien, zoals aangegeven, de opgenomen microplastics geen negatieve gevolgen hebben voor de garnalen zelf.

Er is ook trofische transfer van microplastics aangetoond van Mosselen naar Strandkrabben. Mosselen vormen een belangrijke voedselbron voor verschillende diersoorten, waaronder krabben. Krabben zijn op hun beurt prooien voor verschillende predatoren. Ook hier kunnen eventuele effecten gevolgen hebben voor het hele voedselweb (Farrell & Nelson 2013). Mosselen zijn bovendien ook belangrijke 'ecosysteemingeniëurs' die onder meer zorgen voor filtratie en secundaire habitat

(Browne et al. 2008). Als deze functies wegvallen, kan de structuur van het ecosysteem ingrijpend veranderen. Bovendien heeft de lange verblijftijd van microplastics in het lichaam (nl. in het hemolymfe) van Mosselen (meer dan 48 dagen) mogelijk ook gevolgen voor hun predatoren, zoals krabben, zeesterren en zeevogels (Browne et al. 2008). Watts et al. (2015) verwachten echter geen langdurige ecologische gevolgen door de opname van microplasticvezels door Krabben.

Ook wanneer micro-organismen zich hechten aan microplastics (biofouling) kunnen effecten op lagere trofische niveaus gevolgen hebben voor hogere niveaus. Dit kan leiden tot een verhoogde aanwezigheid van voedsel voor planktonsoorten die zich voeden met bacteriën. De geproduceerde biomassa neemt hierdoor mogelijk toe, wat dan weer gevolgen kan hebben voor hogere trofische niveaus (GESAMP 2015). Door hun persistentie vormen plastics bovendien een substraat voor het 'meereizen' van bepaalde micro-organismen: horizontaal van locatie naar locatie en verticaal van het zeeoppervlak via de waterkolom naar de zeebodem. Dit is problematisch als invasieve soorten of ziektekiemen zich verplaatsen naar locaties waar ze het lokale ecosysteem ontwrichten (Kühn et al. 2015, Rochman 2015). De microplastics vormen in dat geval immers een stepping-stone voor de micro-organismen, waardoor het risico bestaat dat bijvoorbeeld gevoelige kusthabitats worden aangetast (GESAMP 2015).

### Conclusie

Ondanks hun beperkte grootte leidt de aanwezigheid van microplastics in het mariene milieu tot een complex milieuprobleem waarvan de precieze gevolgen nog onvoldoende gekend zijn. Deze gevolgen kunnen echter verstrekkend zijn, mede omdat de microplasticconcentratie in de oceanen blijft stijgen. Verder onderzoek is nodig. Het antwoord op de vraag in de titel van dit artikel is dus: het is nog niet helemaal duidelijk of microplastics in de Belgische Noordzee een sluipend gevaar vormen, maar het probleem negeren is geen verstandige optie.

Onderzoekcentrum B-WARE, een spin-off bedrijf van de Radboud Universiteit Nijmegen, combineert toegepast en wetenschappelijk onderzoek naar de biogeochemische en ecologische processen die bepalend zijn voor het functioneren van (natte) ecosystemen.

## Cursussen natuur- en herstelbeheer 2016

Om kennisuitwisseling tussen onderzoek en beheer of beleid te stimuleren organiseert B-WARE cursussen op het gebied van water- en natuurbeheer. Voor 2016 staan de volgende cursussen op het programma:

- Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond 21, 22, 28 en 29 september 2016
- Stikstofdepositie en herstelbeheer in Natura 2000-gebieden 15, 16 en 17 november 2016



## SUMMARY

Schnitzler N., Van Belleghem F. & Löhr A. 2016. Microplastics in the Belgian North Sea. An emerging threat for the marine fauna and ecosystems? *Natuur.focus* 15(2): 67-73 [in Dutch].

The United Nations Environmental Programme regards plastic debris in the ocean as an emerging issue that needs to be urgently addressed. Microplastics are especially of increasing concern among scientists because of the risks they pose. Here the impact of microplastics on marine fauna and ecosystems in the Belgian North Sea is discussed. Microplastics are plastics < 5 mm in diameter. The so called primary microplastics are used in plastic production, cosmetics and cleaning 'scrubbers'. Secondary microplastics result from the fragmentation of macroplastics and from the weathering of products, such as clothing, paint and tyres. Microplastics are persistent and widely distributed in the marine environment. Possible adverse effects on fauna and ecosystems can arise from physical and chemical effects of the plastic particles. The uptake of microplastics has been shown for several species that (also) live in the Belgian North Sea. For some of these species exposure to high concentrations of microplastics led to adverse effects. However, possible long-term effects are still unknown. To date, the impact on ecosystems in the Belgian North Sea is not well known. Trophic transfer of microplastics might be a serious environmental issue. Furthermore there is concern for adverse consequences if important functional groups or keystone species are affected. More research is needed to address these issues.

## CONTACT

Nils Schnitzler, Veldlaan 98/3, 1040 Etterbeek

E-mail: nils.schnitzler@gmx.de

## AUTEURS

Nils Schnitzler studeert Milieu-natuurwetenschappen aan de Open Universiteit. Hij schrijft dit artikel in eigen naam. Frank Van Belleghem is universitair docent aan de Open Universiteit (Faculty of Management, Science & Technology, Department of Science) en onderzoeker aan de Universiteit Hasselt (Centrum voor Milieukunde, Onderzoeksgroep Dierkunde: Biodiversiteit en Toxicologie). Ansjie Löhr is universitair docent en onderzoeker aan de Open Universiteit (Faculty of Management, Science & Technology, Department of Science).

## REFERENTIES

- Andrady A. L. 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 62(8): 1596-1605.
- Andrady A. L. 2015. Persistence of Plastic Litter in the Oceans. In: Bergmann M., Gutow L. & Klages M. (red.), *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London.
- Besseling E., Foekema E. M., Van Franeker J. A., Leopold M. F., Kühn S., Bravo Rebolledo E. L. et al. 2015. Microplastic in a macro filter feeder: Humpback Whale *Megaptera novaeangliae*. *Marine Pollution Bulletin* 95(1): 248-252.
- Besseling E., Wegner A., Foekema E. M., van den Heuvel-Greve M. J. & Koelmans A. A. 2012. Effects of Microplastic on Fitness and PCB Bioaccumulation by the Lugworm *Arenicola marina*. *Environmental Science & Technology* 47(1): 593-600.
- Browne M. A. 2015. Sources and pathways of microplastics to habitats. In: Bergmann M., Gutow L. & Klages M. (red.), *Marine Anthropogenic Litter*.
- Browne M. A., Dissanayake A., Galloway T. S., Lowe D. M. & Thompson R. C. 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the Mussel *Mytilus edulis*. *Environmental Science & Technology* 42(13): 5026-5031.
- Browne M. A., Niven S. J., Galloway T. S., Rowland S. J. & Thompson R. C. 2013. Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Current Biology* 23(23): 2388-2392.
- Claessens M., Meester S. D., Landuyt L. V., Clerck K. D. & Janssen C. R. 2011. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Marine Pollution Bulletin* 62(10): 2199-2204.
- Cole M., Lindeque P., Fileman E., Halsband C. & Galloway T. S. 2015. The impact of polystyrene microplastics on feeding, function and fecundity in the marine copepod *Calanus helgolandicus*. *Environmental Science & Technology* 49(2): 1130-1137.
- Cole M., Lindeque P., Fileman E., Halsband C., Goodhead R., Moger J. et al. 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science & Technology* 47(12): 6646-6655.
- Cole M., Lindeque P., Halsband C. & Galloway T. S. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin* 62(12): 2588-2597.
- Devriese L. I., van der Meulen M. D., Maes T., Bekaert K., Paul-Pont I., Frère L. et al. 2015. Microplastic contamination in Brown Shrimp *Crangon crangon* from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Marine Pollution Bulletin* 98(1-2): 179-187.
- Farrell P. & Nelson K. 2013. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* to *Carcinus maenas*. *Environmental Pollution* 177: 1-3.
- Foekema E. M., De Groot C., Mergia M. T., van Franeker J. A., Murk A. J. & Koelmans A. A. 2013. Plastic in North Sea Fish. *Environmental Science & Technology* 47(15): 8818-8824.
- Galgani F., Hanke G. & Maes T. 2015. Global distribution, composition and abundance of marine litter. In: Bergmann M., Gutow L. & Klages M. (red.), *Marine Anthropogenic Litter*.
- Gall S. C. & Thompson R. C. 2015. The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin* 92(1-2): 170-179.
- GESAMP. 2015. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment. Reports and Studies 90, International Maritime Organisation, London.
- Hopewell J., Dvorak R. & Kosior E. 2009. Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364(1526): 2115-2126.
- Koelmans A. A., Besseling E. & Foekema E. M. 2014. Leaching of plastic additives to marine organisms. *Environmental Pollution* 187: 49-54.
- Koelmans A. A., Besseling E., Wegner A. & Foekema E. M. 2013. Plastic as a carrier of POPs to aquatic organisms: A model analysis. *Environmental Science & Technology* 47(14): 7812-7820.
- Kühn S., Bravo Rebolledo E. L. & van Franeker J. A. 2015. Deleterious effects of litter on marine life. In: Bergmann M., Gutow L. & Klages M. (red.), *Marine Anthropogenic Litter*.
- Lusher A. L., McHugh M. & Thompson R. C. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin* 67(1-2): 94-99.
- Mazurais D., Ernande B., Quazuguel P., Severe A., Huelvan C., Madec L. et al. 2015. Evaluation of the impact of polyethylene microbeads ingestion in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Marine Environmental Research* 112: 78-85.
- Rochman C. M., Hoh E., Hentschel B. T. & Kaye S. 2012. Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: Implications for plastic marine debris. *Environmental Science & Technology* 47: 1646-1654.
- Rochman, C. M. 2015. The complex mixture, fate and toxicity of chemicals associated with plastic debris in the marine environment. In: Bergmann M., Gutow L. & Klages M. (red.), *Marine Anthropogenic Litter*.
- Ryan P. G. 2015. A brief history of marine litter research. In: Bergmann M., Gutow L. & Klages M. (red.), *Marine Anthropogenic Litter*.
- Teuten E. L., Saquing J. M., Knappe D. R. U., Barlaz M. A., Jonsson S., Björn A. et al. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364(1526) 2027-2045.
- Thompson R. C. 2015. Microplastics in the marine environment: Sources, consequences and solutions. In: Bergmann M., Gutow L. & Klages M. (red.), *Marine Anthropogenic Litter*.
- Thompson R. C., Olsen Y., Mitchell R. P., Davis A., Rowland S. J., John A. W. G. et al. 2004. Lost at sea: Where is all the plastic? *Science* 304(5672): 838.
- Ugolini A., Ungherese G., Ciofini M., Lapucci A. & Camaiti M. 2013. Microplastic debris in sandhoppers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 129: 19-22.
- UNEP. 2014. Plastic Debris in the Ocean. In: Govere T. (hoofdred.), *UNEP Year Book 2014: Emerging issues in our global environment*. [www.unep.org/yearbook/2014/](http://www.unep.org/yearbook/2014/)
- Van Cauwenbergh L., Claessens M., Vandegheuchte M. B. & Janssen C. R. 2015. Microplastics are taken up by Mussels *Mytilus edulis* and Lugworms *Arenicola marina* living in natural habitats. *Environmental Pollution* 199: 10-17.
- Van Cauwenbergh L., Claessens M., Vandegheuchte M. B., Mees J. & Janssen, C. R. 2013. Assessment of marine debris on the Belgian Continental Shelf. *Marine Pollution Bulletin* 73(1): 161-169.
- von Moos N., Burkhardt-Holm P. & Köhler A. 2012. Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the Blue Mussel *Mytilus edulis* after an experimental eExposure. *Environmental Science & Technology* 46(20): 11327-11335.
- Watts A. J. R., Urbina M. A., Corr S., Lewis C. & Galloway T. S. 2015. Ingestion of plastic microfibers by the Crab *Carcinus maenas* and its effect on food consumption and energy balance. *Environmental Science & Technology* 49(24): 14597-14604.
- Wright S. L., Thompson R. C. & Galloway T. S. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* 178: 483-492.