



Van zegen tot vloek

Plastic

**BIOWETENSCHAPPEN EN MAATSCHAPPIJ
KWARTAAL 2 2019**

Plastic

Dit cahier is een uitgave van Stichting Biowetenschappen en Maatschappij (BWM) en verschijnt vier maal per jaar. Elk nummer is geheel gewijd aan een thema uit de levenswetenschappen, speciaal met het oog op de maatschappelijke gevolgen ervan.

Stichting BWM is ondergebracht bij ZonMw.

BESTUUR

Dr. J.J.E. van Everdingen
(voorzitter)
Prof. dr. W.P.M. Hoekstra
(penningmeester)
Dr. L.H.K. Defize
Prof. dr. E. van Donk
Dr. R.H.J. Erkens
Prof. dr. W.A. van Gool
Prof. dr. ir. F.P.M. Govers
Dr. R. Grootens-Wiegers
Prof. dr. B.C.J. Hamel
Prof. dr. C.L. Mummery
Prof. dr. J.W.F. Reumer
Dr. J.E. van Steenbergen

RAAD VAN ADVIES

Prof. dr. J. van den Broek
Prof. dr. J.T. van Dissel
Prof. dr. J.P.M. Geraedts
Prof. dr. J.A. Knottnerus
Prof. dr. J. Osse
Prof. dr. E. Schrotten

REDACTIE

Dr. Jannes van Everdingen
Prof. dr. Ellen van Donk
Ir. Daniël Poolen
Ir. Rob Buijter

BUREAU

Drs. Rianne Blok
Monique Verheij

BEELDREDACTIE

B en U international picture
service, Amsterdam

INFOGRAPHICS

Prof. dr. Jos van den Broek

VORMGEVING

Studio Bassa, Culemborg

DRUK

Drukkerij Tesink, Zutphen

INFORMATIE,

ABONNEMENTEN EN

BESTELLEN LOSSE NUMMERS

Informatie, abonnementen
en bestellen losse nummers
Stichting
Biowetenschappen en
Maatschappij
Laan van Nieuw
Oost-Indië 334
2593 CE Den Haag
telefoon: 070-34 95 402
e-mail: info@
biomaatschappij.nl
www.biomaatschappij.nl

© Stichting BWM
ISBN/EAN 978-90-73196-95-7
Stichting BWM heeft zich
ingespannen om alle
rechthebbenden van de
illustraties in deze uitgave
te achterhalen. Mocht u
desondanks menen rechten
te kunnen laten gelden, dan
verzoeken wij u vriendelijk
om contact met ons op te
nemen.



Inhoudsopgave

'Plastic is een grondstof, geen afval!' 2

Inleiding: De Plastictijd 4

1 De geschiedenis van kunststoffen 9

Thermoplasten, thermoharders
en elastomeren 9

'Met bierbekerrecycling de wereld mooier maken' 20

'Deze boottochten zetten mensen aan het denken' 22

2 De zegeningen van plastic 25

Onmisbaar en controversieel 25

'Maak van afvalrapen een sport en een grap' 33

'Wij zijn de mieren die het allemaal mogelijk maken' 34

3 Recept voor plastic soep 37

Hoeveelheden plastic afval in de oceanen 37

Drijvende krachten achter plasticvervuiling 42

Voorkomen beter dan opruimen 45

'Bellenscherm vangt drijvend vuil uit rivier' 48

Van beroep: zwerfafvalraper 50

4 Plastic, milieu en gezondheid 53

Hoe kleiner het deeltje, hoe groter
het oppervlak 53

Waar is al dat microplastic? 56

'Niemand kan meer zeggen dat ze het niet wisten' 60

'Oplossing voor zwerfafval is eigenlijk al gevonden' 62

5 Hergebruiken of vervangen? 65

Scheiden aan de bron of in de afvalbak 65

Biologisch geproduceerde en biologisch
afbreekbare plastics 69

Epiloog: Wat rest is verwarring 74

Nadere informatie 76

Auteurs 77

Beeldverantwoording 78

Voorwoord

‘Plastic is een grondstof, geen afval!’

PLASTIC ASSOCIEER je van oudsher al snel met fake, nep en namaak en veel minder snel met puurheid en oprechtheid. Daarom is het zo interessant om te merken dat juist deze kunststof steeds vaker intens oprechte gevoelens naar boven brengt van mensen die begaan zijn met klimaat en milieu.

Ook deze publicatie laat dit zien, met mooie verhalen van mensen die op hele verschillende momenten in beweging kwamen om iets te doen aan de overvloed van plastic in het milieu. Bij de één gebeurt dit op het strand van Costa Rica als hij zijn zontje een emmer met plastic dopjes ziet verzamelen. Bij de ander tijdens een zeiltocht over de Maas als hij de slierten zwerfvuil voorbij ziet drijven.

Zelf kan ik niet één specifiek moment aanwijzen, maar de beelden van duikers die letterlijk zwemmen in de plastic soep laten mij niet koud. En datzelfde geldt voor het krakende geluid van duizenden plastic bierbekertjes onder de voeten van bezoekers van Festival at Sea waar ik afgelopen zomer was. Ze brachten mij op het idee om al die mensen en partijen die op dit vlak iets willen veranderen bij elkaar te brengen. Er moet iets gebeuren om het overvloedig gebruik van plastic tegen te gaan. Er zijn concrete stappen nodig om een circulaire economie zonder verspilling van grondstoffen te realiseren.

Die drijfveer staat niet helemaal los van waar ik ben opgegroeid. De circulaire economie is mij met de paplepel ingegoten, al heette het toen nog niet zo. Ik kom uit Waardenburg, een klein plaatsje in de Betuwe, met veel land- en tuinbouw, en gelegen



aan de Waal. Ik groeide op in een woonboerderij met moestuin. We aten groente uit de tuin en de restjes gingen naar de kippen. Voor mij was iets als een circulaire economie simpel: geen verspilling!

Die basisgedachte is bij mij altijd een rol blijven spelen. Ik ben met andere ogen naar het gebruik van kunststof gaan kijken sinds ik beseft dat we nog veel slimmer moeten omgaan met grondstoffen. Geen verspilling van plastic! Dat is goed voor mens, milieu en klimaat.

En ik heb haast om hier werk van te maken. Haast om een bijdrage te leveren aan het tegengaan van klimaatverandering. Haast om kansen te benutten met een slimmer grondstoffenverbruik. Want het wordt steeds duidelijker dat meer hergebruik en minder verbranding van kostbare grondstoffen ontbrekende schakels zijn in onze klimaatopgave.

Daarom ben ik blij met het plastic pact dat ik in februari met 75 grote bedrijven heb gesloten. Er zijn ambitieuze afspraken gemaakt om bijvoor-

beeld het gebruik van plastic te verminderen (20% minder) en eenmalig plastic 100% recyclebaar te maken.

Wat mij betreft is het tijd om een trend te keren: plastic meer zien en behandelen als grondstof en minder als eenmalig te gebruiken materiaal dat je achteloos kunt wegwerpen of verbranden.

Plastic heeft ons veel gebracht: het is sterk, licht en flexibel en makkelijk toepasbaar. Niet voor niets is het verbruik de afgelopen vijftig jaar vertwintigvoudigd. Maar we kennen inmiddels ook de nadelen: teveel plastic verdwijnt op straat, in de rivieren en in de oceaan.

We hebben het probleem van plastic samen veroorzaakt. We kunnen het alleen samen oplossen!

Stientje van Veldhoven

Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat

Inleiding De Plastictijd

EEN EEUW geleden waren de plastics die uit de fabrieken rolden innovatieve producten die de makers met gepaste trots in hun etalage zetten. De tijden zijn veranderd.

Plastic heeft geen positieve bijklank meer. Het is een wegwerpproduct geworden. Op mensen met een plastic kerstboom of tuinkabouter wordt besmuikt neergekeken. Ook mensen die hun plastic afval niet scheiden van de rest kunnen daarop rekenen en het woord innovatie durft een plastic producent alleen nog maar in zijn mond te nemen als het materiaal afbreekbaar is of als hij het plastic afval weet om te vormen tot een nieuw product.

En toch, als er eten overblijft, grijpen we onbeschroomd naar vershoudfolie om het voedsel te conserveren. We poetsen onze tanden met een plastic tandenborstel en tandpasta die uit een plastic tube komt. Het montuur van de bril op je neus is grotendeels van sterk buigzaam onbreekbaar plastic, waardoor je hem gedachteloos gewoon in je zak kan stoppen. We kunnen niet meer zonder plastic. We leven in een plastic wereld, waarin we met een 3D-printer vrijwel alles van plastic kunnen maken. Het namaken is tot kunst verheven. De scheidslijn tussen echt en onecht is weggepoetst. Zo staat plastic ook symbool voor de namaakmaatschappij. Maar kunnen we nog wel zonder plastic? En zo nee, wat doen we om overdadig gebruik te beteugelen?

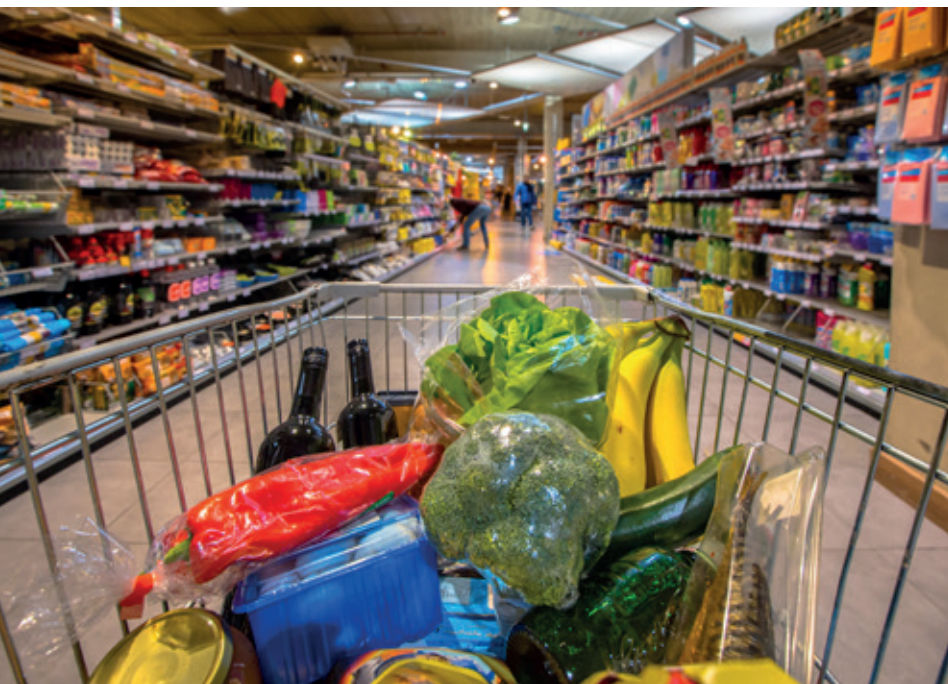
Het plastic tijdperk

In vergelijking met de Steen-, Brons- en IJzertijd is plastic een jong massaproduct. Hoe de mensheid over een paar duizend jaar terugkijkt op de periode

waarin we nu leven, is moeilijk te voorspellen. De kans is groot dat die periode dan bekend zal staan als de Plastic tijd. Hoofdstuk 1 van dit cahier geeft in vogelvlucht een mooi overzicht van alle plastics die de afgelopen eeuw voorbijkwamen. Het eerste plastic werd halverwege de negentiende eeuw vervaardigd. Het duurde nog ruim vijftig jaar voordat men het op grotere schaal kon toepassen, na de ontdekking dat men van steenkool plastic kon maken. Dat was bakeliet, genoemd naar Leo Baekeland, een Amerikaanse uitvinder van Belgische afkomst. Bakeliet werd gebruikt in de elektrotechniek, in radiokasten en voor deurklinken; nu stuk voor stuk collectors items.

De productie van kunststoffen kwam pas echt goed op gang na de Tweede Wereldoorlog, toen de fabricage steeds beter ging en de toepassing ook een grote vlucht nam, want de voordelen van plastic zijn gigantisch. Het is lichter en minder breekbaar dan glas of aardewerk, waterdicht, in vele

Wie groente en fruit koopt in de supermarkt, komt tegenwoordig ook met veel plastic thuis.



vormen te gieten, goedkoop om te produceren (10 kg aardolie is voldoende voor het maken van 3.000 Albert Heijn-tasjes) en het reageert nauwelijks met andere stoffen. Er is eigenlijk maar één nadeel: plastic vergaat niet. Van ongeveer tien procent van de opgeboorde ruwe olie maken we plastic, de rest zetten we grotendeels om in brandstoffen. Tot 2015 zou zo'n 8,3 miljard ton plastic zijn geproduceerd. Het grootste deel daarvan – zo'n 6,3 miljard ton – is alweer weggegooid. Van die 6,3 miljard ton is 9 procent gerecycled en 12 procent verbrand. De rest ligt nog op vuilnishopen of is in de natuur beland.

Tegenwoordig is plastic alomtegenwoordig: in kleren, apparatuur, cosmetica, speelgoed, smartphones en auto's. Zelfs een kerstboom van plastic is bedekt met plastic sneeuw. Vrijwel alles wat wij kopen of per post ontvangen, zit in een plastic verpakking. Dat de post in plastic zit, is nog wel te begrijpen. Die mag niet nat worden en als het verzamelpost is, mag er ook niets verloren gaan. Maar waarom moet een komkommer, een paprika of een aubergine een plastic regenjas dragen? Milieu Centraal stelt dat verpakkingen van fruit en groente vaak een belangrijke functie hebben. Komkommers die uit Spanje komen, blijven langer goed in plastic. Het voorkomt bederf en beschadiging. Bovendien hebben die komkommers een lagere klimaatbelasting dan die uit Nederland, want de kassen zijn daar onverwarmd. Dat weegt qua milieubelasting zelfs op tegen de uitstoot van het transport. Voor veel mensen kan dit verwarrende informatie zijn, zeker wanneer bederfelijke waar met het vliegtuig wordt ingevlogen.

Dit cahier gaat niet alleen over alle problemen waar de plastic afvalberg ons voor stelt, maar ook over de zegeningen (hoofdstuk 2). Zegeningen met een prijs. Zoals we voor de massaproductie van voedsel, afhankelijk zijn geworden van gigantische monoculturen van mais, soja en andere bulkgewassen, wat ten koste gaat van biodiversiteit, zo kunnen we voor het vervoer en de conservering van

voedsel in veel opzichten niet meer zonder plastic, met alle milieugevolgen van dien. De vraag is dan in hoeverre we het acceptabel vinden dat plastic in het milieu achterblijft en wat kunnen we doen om die hoeveelheid afval in te dammen. Daar wordt op verschillende fronten aan gewerkt: aan de bron, bij het eindproduct en op alle kanalen daartussen (zie hoofdstuk 3 en 5).

Wie doet wat?

In alle fasen van de plasticomloop, van fabricage en toelevering tot gebruik, afvoer en eventuele recycling, zijn verschillende instanties en personen betrokken. Bij de bron zijn dat vooral de makers (industrie) en de leveranciers (retail). Het makkelijkst zou zijn de fabrikanten van plastic te vragen meer producten van afbreekbare plastics te maken, of van alternatieve materialen die zich niet ophopen in het milieu. Maar zo eenvoudig is het niet. Zelfs afbreekbare plastics kunnen zich ophopen in het milieu. Daarnaast doemen bij alternatieven andere problemen op, zoals het kappen van bos voor productie van papier of het gebruik van landbouwgrond voor biobased plastic. De overheden spelen daar ook een belangrijke rol in. Het feit dat de grootste vervuilers, China en Indonesië, daar nog niet mee bezig zijn, mag geen reden zijn om in eigen land en eigen leefomgeving er niet van alles aan te doen om dit tegen te gaan.

In dit cahier is te lezen dat zakken chips van een dun laagje aluminium zijn voorzien, waardoor dit een lastig product is voor de recycling. Het zou fijn zijn als dergelijke zakken niet meer worden gemaakt, maar zover is het nog niet, hoe graag de overheid dat ook mag willen. Ook het Europees Parlement laat zich niet onbetuigd. Eind 2018 stemde het Europees Parlement in met een wetsvoorstel waarin staat dat wegwerpproducten (producten die doorgaans maar één keer worden gebruikt), zoals wegwerpborden, -rietjes en

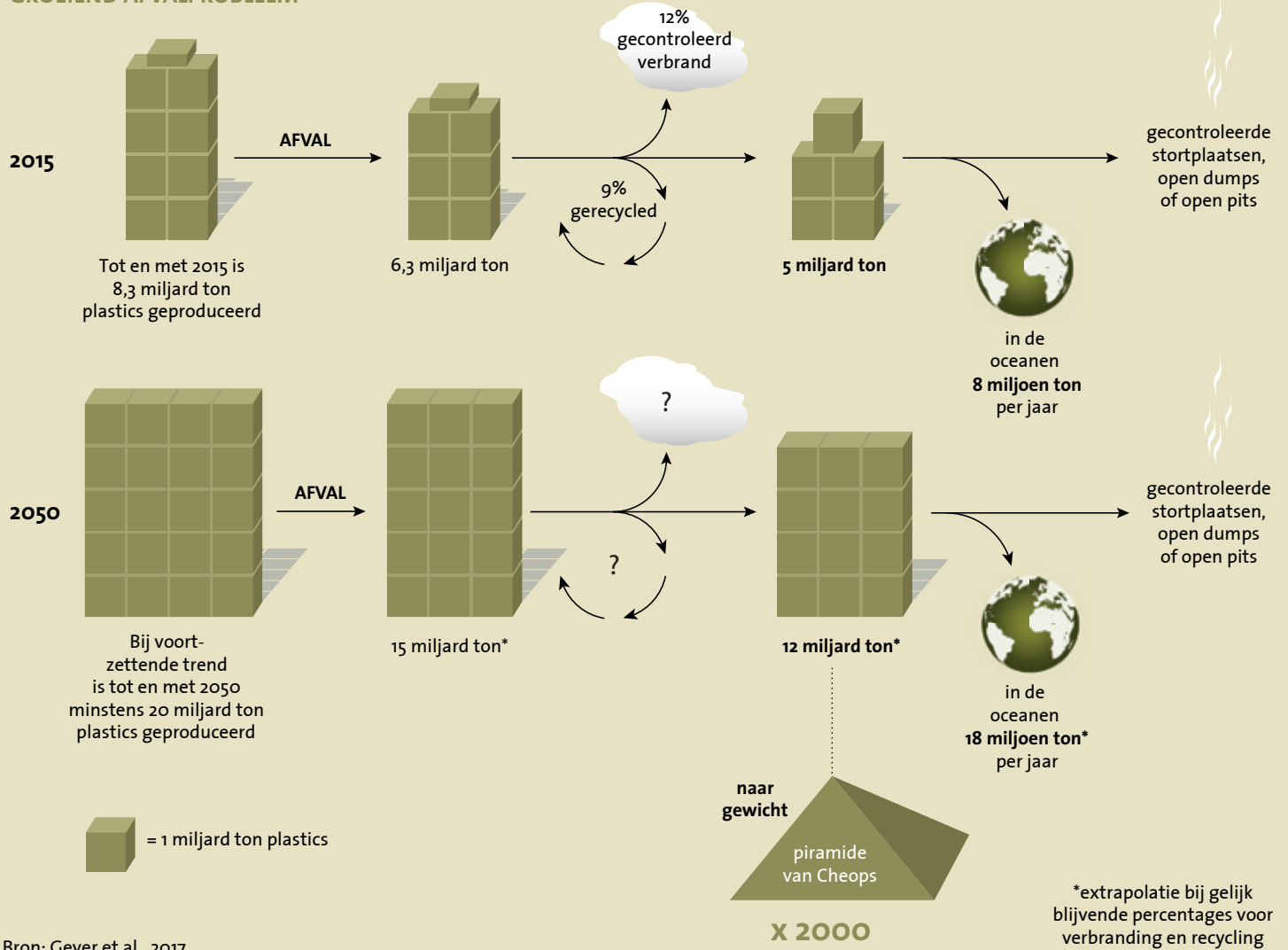


Nadat het containerschip MSC Zoë in januari 2019 bijna 300 containers verloor, werden de stranden van de Waddeneilanden binnen de kortste keren bedekt met massa's plastic.

-bestek, vanaf 2021 niet langer van plastic mogen worden gemaakt.

Bij het eindproduct kunnen ook consumenten een hoop doen, zoals op het werk geen plastic bekertjes gebruiken bij de koffiemachine en eigen tassen en zakken meenemen bij het doen van boodschappen. Maar als het gemak van plastic groot is en als bij mensen het besef ontbreekt dat we een probleem hebben, is het moeilijk om iedereen zover te krijgen. Dat geldt overigens niet alleen voor de eindgebruiker, maar ook voor allen die in andere sectoren gebruik maken van dit materiaal. Consumenten die wel willen, kunnen hun afval scheiden, zodat het plastic apart kan worden ingezameld en verwerkt, in de hoop dat anderen volgen. Dat hun welwillende handelingen wereldwijd nog niet veel zoden aan de dijk zetten, nemen zij dan graag voor lief, vanuit de gedachte dat elke grote (wereldwijde) gedragsverandering klein begint (bij het individu). Maar ook hier

GROEIEND AFVALPROBLEEM



Bron: Geyer et al., 2017

Mondiale plasticstromen

Slechts 1 op de 4 plastic flessen vindt de weg naar de recycling

loert de frustratie. Zelfs voor relatief eenvoudige producten zoals plastic flessen lukt het niet goed de consument te bewegen in de richting van een aparte afvalbak voor plastic. Per jaar worden er in Nederland nog steeds meer dan een miljard plastic flessen – grotendeels zonder statiegeld – verkocht. Slechts 1 op de 4 plastic flessen vindt de weg naar de recycling.

Hoofdstuk 3 in dit cahier gaat in op de vele problemen waar men in de praktijk tegenaan loopt, zoals het feit dat elke gemeente zijn eigen scheidingsstelsel heeft, waardoor per soort plastic aparte regels bestaan bij de scheiding en inzameling van plastic: wel of geen kartonnen (drank)verpakkingen, zoals melk- en vruchtensappakken, wel of geen blikjes bij het plastic en ga zo maar door. Milieubewuste mensen hebben een lijstje in de keuken hangen met wat wel en niet mag, maar dat is waarschijnlijk maar een fractie van de bevolking.

Al met al wordt minder dan de helft van het plastic dat in Nederland gescheiden wordt ingezameld, ook hergebruikt. De rest wordt verbrand in Duitse afvalovens, want veel plastic afval bestaat uit zoveel verschillende kunststoffen dat er niets mee valt te beginnen.

En dan de kanalen waarlangs zwerfplastic in het milieu komt. De plastic productie stijgt jaarlijks met 8% en het grootste gedeelte daarvan is verpakking, bedoeld voor eenmalig gebruik en vervolgens een enkele reis naar het afval. Wereldwijd verdwijnt er jaarlijks zo'n acht miljoen ton plastic in zee. Door zeestromen concentreert dit zich op enkele centrale plekken tot de zogenoemde 'plastic soep' in de oceanen. Gek genoeg groeit die 'plastic soep' (of liever: een waterig bouillonnetje met een relatief hoge concentratie van plasticdeeltjes) nauwelijks, ondanks de toenemende aanwas. Men vermoedt dat het grootste deel, al of niet verder gefragmenteerd tot micro- en nanoplastics, zinkt, doordat schimmels, bacteriën en algen zich hierop nestelen. Of die organismen het plastic ook afbre-

ken, is niet goed bekend. Hoofdstuk 4 besteedt hier aandacht aan. Een deel van deze microplastics komt terecht in de magen van kleine waterdieren, zoals garnalen, die de partikels met algen aanzien voor een lekker hapje. Zij staan aan het begin van een voedselketen die vaak eindigt bij de mens. Mensen krijgen meer micro- en nanoplastics binnen dan ze beseffen, ofwel door het eten van vis en schaaldieren, dan wel door inademing van microplastics die in de lucht zweven. De Gezondheidsraad kwam eind 2016 tot de conclusie dat de gevolgen nog onbekend zijn, maar dat schadelijke effecten, bijvoorbeeld op het immuunsysteem, niet zijn uit te sluiten. Ook uitte de Gezondheidsraad haar zorg over de hormoonverstorende werking van aan plastic toegevoegde chemicaliën, zoals weekmakers en vlamvertragers. Gezondheidsrisico's voor de mens zijn dan ook denkbaar, maar de Gezondheidsraad durfde door alle onzekerheden geen harde uitspraken te doen en gaf dan ook geen concrete aanbevelingen in de richting van de Nederlandse overheid.

Al met al blijven we ten aanzien van plastic met een hoop vragen zitten. Men bedenkt allerlei oplossingen en voert die hier en daar ook uit, maar bij elke maatregel rijzen weer nieuwe vragen (zie hoofdstuk 5 en epiloog). Dit cahier geeft hopelijk antwoorden op een aantal vragen en maakt u (nog) meer bewust van de aan plastics verbonden problemen.

Namens de redactie: *Jannes van Everdingen*

A photograph of a collection of vintage plastic radios and clocks displayed on light blue shelves. The items are arranged in several rows. The top row features various portable radios in colors like yellow, red, and maroon, some with wooden-grain accents. The middle row shows more radios, including a prominent black one with a yellow grille and a green one with a white dial. The bottom row is filled with numerous small, colorful alarm clocks in various shapes, including round and fish-shaped designs. The overall aesthetic is mid-20th-century plastic design.

Plastic is bijna letterlijk al zo oud als de weg naar Rome: al in de oudheid werd een soort kunststof gemaakt uit melk. Welke plastics zagen sindsdien het licht?

De geschiedenis van kunststoffen

■ DR. HANS DAVIDSON

De eerste echte 'plastics' bestaan al sinds halverwege de negentiende eeuw. Pas sinds 1925 worden ze ook echt plastics genoemd. Het zijn in algemene zin: vervormbare materialen met een zogeheten macromoleculaire structuur, vervaardigd uit fossiele grondstoffen als aardolie, steenkool of aardgas of natuurlijke grondstoffen zoals granen. Een macromolecuul is letterlijk een zeer groot molecuul dat wordt vervaardigd uit ketens van kleinere moleculen. Dit vervaardigingsproces heet polymerisatie en wordt meestal uitgevoerd onder hoge temperatuur en druk en soms met hulp van zogeheten katalysatoren of hulpstoffen.

Thermoplasten, thermoharders en elastomeren

ALS DE moleculen voornamelijk aan elkaar worden gekoppeld in één lijn, ontstaan macromoleculen die lijken op een prop watten. Ze zijn vervormbaar na verwarming, wat de naam 'thermoplasten' verklaart. Dit is het leeuwendeel van de kunststoffen. Deze eigenschap wordt bijvoorbeeld gebruikt in PVC buizen die gebogen kunnen worden.

Worden de moleculen gerangschikt in een driedimensionale structuur, dan ontstaat een thermoharder: één groot molecuul dat niet meer te vervormen is. Een voorbeeld daarvan is bakeliet dat, nadat het een bepaalde vorm heeft aangenomen, stabiel is. Dat is nuttig voor bijvoorbeeld

omhulsels van apparatuur, omdat het weerstand biedt aan hitte, druk, oplosmiddelen en zuren. Van nature bros worden deze materialen versterkt door ze te mengen met vulmiddelen zoals papier, glas, asbest, houtmeel of katoen.

Een tussenvorm zijn de natuur- en kunstrubbers, zogeheten elastomeren. Rubber, in natuurlijke vorm, is een kleverige, niet-stabiele substantie. Charles Goodyear ontdekte in 1839 het vulkanisatie procedé, waarbij zwavel wordt toegevoegd dat de rubber moleculen met elkaar verbindt. Een kleine hoeveelheid zwavel maakt rubber geschikt voor de fabricatie van bijvoorbeeld banden; een concentratie van 50% zwavel geeft het een harde vorm. Goodyear introduceerde zijn uitvinding pas in 1851.

Macromoleculaire stoffen komen ook veel voor

Het Polyplasticum

Gynaecoloog-in-ruste Hans Davidson is curator van het Polyplasticum, een museum dat in zijn geheel aan kunststof is gewijd. Het museum is het geesteskind van Jan Vloedbeld, destijds directeur van de buizenfabriek Dyka. In 1988 werd het als eerste Nederlandse kennis- en informatiecentrum over kunststof geopend in Steenwijk. Sinds maart

2013 is het Polyplasticum gevestigd in het Polymer Science Park in Zwolle. De expositie omvat voorwerpen van ongeveer 1860 tot 1960, waaronder het gekleurde bakeliet 'Catalin' uit de Verenigde Staten. In de toekomst hoopt het Polyplasticum de tentoonstelling uit te breiden met een overzicht van het heden en de toekomst van kunststoffen.

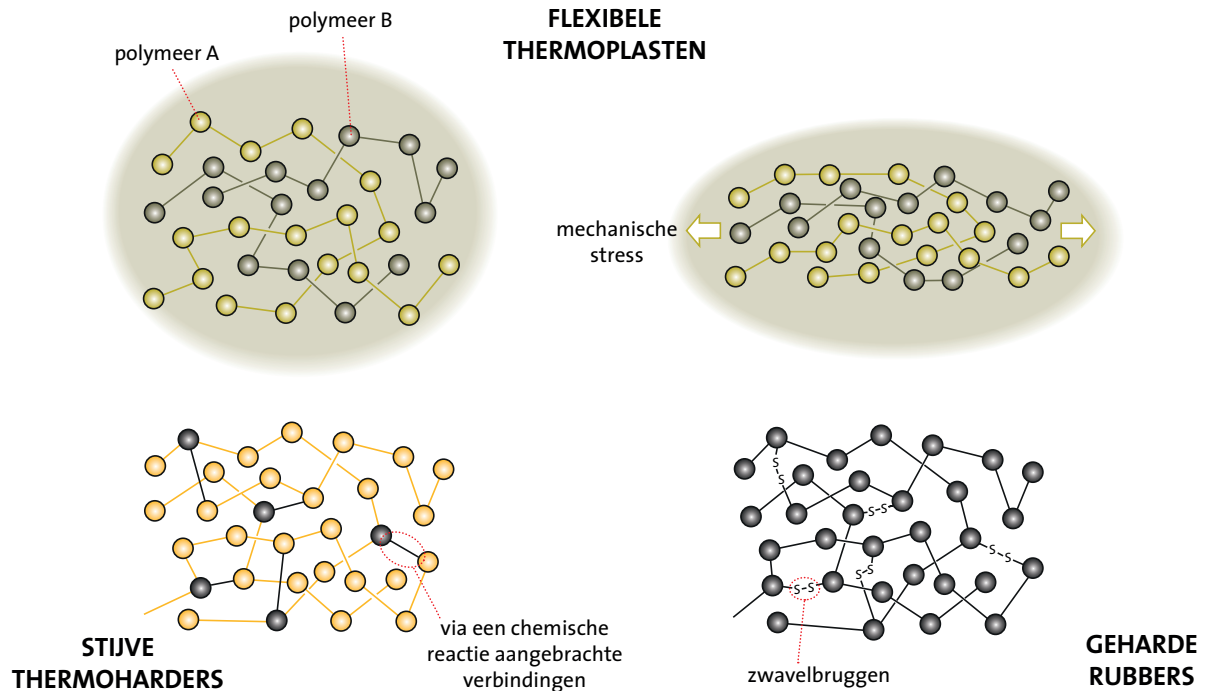
in de natuur, zoals de 'natuurlijke thermoplasten' barnsteen en hoorn en de 'natuurlijke thermoharders' hout en kurk. Ook uit natuurlijke grondstoffen zoals maïs, cellulose en melk kunnen semisy-

thetische plastics worden gemaakt, maar verreweg de meeste plastics worden volledig synthetisch geproduceerd.

De plasticindustrie heeft een enorme vlucht genomen en is in omvang de staalindustrie ver voorbijgestreefd. In de afgelopen zestig jaar zijn steeds nieuwe polymeren ontwikkeld, met eigenschappen die steeds verfijnder en technologisch hoogwaardiger zijn geworden. Met plastic zijn ook veel nieuwe productiemethoden uitgevonden, zoals het relatief recente 3-D printing.

De eerste kunststoffen

De eerste kunststoffen gaan feitelijk al terug tot in de Oudheid. Toen werd al 'plastic-avant-la-lettre' gemaakt uit melk. Die kennis ging goeddeels verloren totdat omstreeks 1889 galaliet opnieuw werd uitgevonden en in productie werd genomen tot 1940. Een nieuwe biologisch afbreekbare



Sieraad van bakeliet uit de Tweede Wereldoorlog.



kunststof, polymelkzuur (PLA), die gemaakt wordt van melkzuur, wordt nu nog steeds gebruikt als verpakkingsmateriaal.

Polyvinylchloride (PVC), dat nu in grote hoeveelheden wordt gebruikt voor elektrische isolatie en plastic buizen, werd bij toeval ontdekt in 1845 in Frankrijk en in 1872 in Duitsland. Chemici merkten toen dat vinylchloride dat wordt blootgesteld aan zonlicht verandert in een harde witte stof. Pas in 1939 werd PVC, dat nu niet weg te denken is uit de moderne samenleving, op industriële schaal geproduceerd. Ook voor polystyreen (kunstrubber) en polymethylmethacrylaat (met merknamen

Medische instrumenten van eboniet, formeel geen kunststof, maar een bewerkt natuurproduct.



als Plexiglas en Lucite), dat onder andere wordt gebruikt voor optische kabels voor ultrasnelle datatransmissie en de fabricage van contactlenzen, hangt de geschiedenis ook van toevalligheden aan elkaar.

Dat de ontwikkeling van een nieuw plastic enorm lucratief kan zijn bewijst de carrière van dr. Leo Baekeland (1863-1944), de bedenker van bakeliet. Nu, meer dan 100 jaar na het indienen van zijn beroemde patent *Heat and Pressure*, op 13 juli 1907, hoeven zijn naaste nazaten nog steeds niet per se te werken voor hun geld.

Kunst van kunststof

Kunststof is zowel letterlijk als figuurlijk kunststof geworden: een verzamelobject. In de Verenigde Staten bijvoorbeeld waren handgemaakte sieraden van catalin (een heldere, kleurrijke vorm van bakeliet) gewilde objecten. Belangrijke stukken van beroemde ontwerpers brengen vaak honderden of zelfs duizenden dollars op. Zoals het kunst betaamt, is het aanbod van topobjecten nagenoeg opgedroogd en de prijs daarmee opgedreven. Het feit dat Andy Warhol bakeliet verzamelde, dat na zijn dood onder veel belangstelling geveild werd, droeg daar nog aan bij.

Oudere plastics

Hoewel eboniet formeel een gemodificeerd natuurproduct is, heeft het als voorbeeld gediend voor alle latere kunststoffen. Het lange vulkanisatieprocedé levert een stof op met een groot isolerend vermogen, een grote bestendigheid tegen chemische bijtende stoffen en een bestendige hardheid en stijfheid bij temperaturen tot 50°C. Eboniet maakte de vulpenindustrie mogelijk en werd vroeger gebruikt voor bijvoorbeeld telefoons, knoppen, kammen, knopen, handvatten, medische apparaten, irrigatie- en injectiespuiten en (rouw) sieraden. In de tandheelkunde werd het gebruikt voor vullingen en voor plaatjes.

Gutta percha was geschikt om elektriciteitskabels mee te isoleren, maar ook om kunstvoorwerpen zoals dit fotodoosje van te maken.



Gutta percha

Gutta percha is het polymeerproduct van een wijdverspreide tropische boom met dezelfde naam. In tegenstelling tot rubber droogt het sap hard op. Het kan daarna met gebruik van warmte weer zacht worden gemaakt en verwerkt. Het eindproduct is solide en leent zich uitstekend voor elektrische isolatie. Vanaf 1866 werd het gebruikt voor elektriciteits- en telegraafkabels, inclusief de eerste trans-Atlantische verbinding, wat leidde tot roofofbouw. In het begin van de twintigste eeuw werd de boom met uitsterven bedreigd, waarna gutta percha werd vervangen door polyethyleen. Gutta percha werd ook gebruikt voor meubels, rouwsieraden, fotoalbums, wandelstokken en het binnenste van golfballen, de zogeheten 'gutties'. In de tandheelkunde wordt gutta percha nog steeds gebruikt om wortelkanalen te vullen omdat het biologisch volkomen inert is.

Het eerste echte plastic

Celluloid is het eerste plastic in engere zin. In 1833 werd in Frankrijk voor het eerst 'nitrocellulose' bereid, een explosieve stof die gemaakt werd uit houtvezels en salpeterzuur. Het bleek ook een basis te kunnen zijn voor een kunststof, maar vanwege de brandbaarheid duurde het tot 1861 voordat de combinatie van nitrocellulose en kamfer in alcohol tot een bruikbaar plastic leidde, dat ook op grote schaal kon worden geproduceerd. Dit cellulosenitraat werd eerst parkesine genoemd, later celluloid. Het was makkelijk te verwerken, te kleuren en te vormen. Met vulstoffen bleek het mogelijk om vele andere, duurdere en steeds schaarser wordende grondstoffen te imiteren, zoals schildpad, parelmoer, ivoor en hoorn. Een andere variant, die weer wat minder brandbaar was gemaakt, werd in grote hoeveelheden gebruikt voor het vastleggen van foto's en, voor het eerst in 1889, van films.

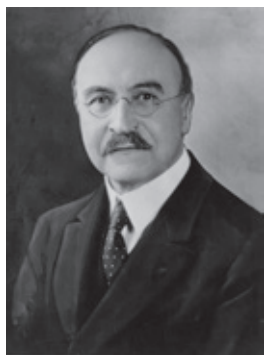
Tot 1940 werden er enorme aantallen producten gebaseerd op nitrocellulose, maar behalve de brandbaarheid waren er ook andere nadelen, zoals verwerking en afbrokkeling. Daardoor zijn ontelbare oude films verloren gegaan en zijn antieke en oude voorwerpen van celluloid relatief schaars. Tegenwoordig worden alleen haarkammen en tafeltennisballen nog van celluloid gemaakt, betere kunststoffen hebben alle andere functies overgenomen.

De 'oudste' kunststof

Het is sinds de oudheid bekend dat uit melk een kunststof vervaardigd kan worden. Door afgeroomde melk met formaline te combineren, werd de kunststof caseïneformaline gevormd, waarop in 1879 patent werd verleend. In Engeland werd het verkocht onder de naam erinoid, omdat veel melk uit 'Erin' (Ierland) kwam. In de rest van Europa werd het bekend als melksteen, of galaliet. Het is reukloos, onoplosbaar in water, biologisch afbreekbaar, antiallergisch, antistatisch en onbrandbaar.



Celluloid is bekend geworden door de film- en fotorolletjes, maar werd ook toegepast in allerlei gebruiksvoorwerpen.



Leo Baekeland (1863-1944), volgens *Time* één van de meest invloedrijke figuren van zijn tijd.

Maar bovenal was het heel goedkoop te produceren en kon het makkelijk gekleurd worden en duurdere substanties imiteren. Het vond veel toepassing in de mode-industrie voor sieraden, knopen en gespen. Verder werd het gebruikt voor vulpenen, parapluhandvatten en pianotoetsen. Net voor de Eerste Wereldoorlog werden in Engeland miljoenen breinaalden van erinoid gegeven aan Britse vrouwen, om kleren te maken voor de soldaten aan het Europese front. Het feit dat het alleen maar in platen, buizen en staven afgeleverd kon worden en dat het gevoelig was voor vocht en ook makkelijk kromtrok, zorgde ervoor dat omstreeks 1940, toen melk door de oorlogsomstandigheden meer en meer als voedsel nodig was, galaliet van de markt verdween.

Bakeliet

Hoewel de naamgever van bakeliet, dr. Leo Baekeland, pas in 1907 een patent aanvroeg op fenolformaline, werd er al sinds 1872 onderzoek naar deze mengsels verricht. Baekeland was daar zelf ook bij betrokken gedurende zijn opleiding tot chemicus aan de Universiteit van Antwerpen. De thermohar-

der-harsen die daar werden gemaakt, stolden snel en waren ook niet weer zacht te maken, zodat ze met glaswerk en al weggegooid moesten worden en het onderzoek werd opgegeven.

Baekeland was de geniale zoon van een eenvoudige Gentse schoenmaker. Hij ging naar de Verenigde Staten op huwelijksreis om niet weer terug te keren naar België. Hij werkte in de VS in de toen nog jonge fotografische industrie. Zelf een amateurfotograaf, vond hij in zijn vrije tijd een fotografisch papier uit dat bij kunstlicht onder gecontroleerde omstandigheden ontwikkeld kon worden, in plaats van bij gebruik van het wisselend daglicht. De Eastman-Kodak Company kocht het octrooi van hem voor zoveel geld dat hij financieel geheel onafhankelijk werd. Hij bouwde vervolgens zijn eigen laboratorium achter zijn huis en ging er werken aan de industriële toepassing van fenolformaline. In 1907 vroeg hij patent aan op een productiemethode in drie stappen om plastic voorwerpen te maken en kreeg copyright op de naam bakeliet. In 1910 richtte hij samen met partners een bakeliet fabriek op en al gauw werd de onderneming winstgevend. Hij opende er steeds meer, verspreid over de hele wereld. Baekeland verdedigde zijn 400 octrooien met verve en won ook de meeste processen. Had hij eenmaal gewonnen, dan zorgde hij ervoor dat de verslagen partij zijn compagnon werd. Toen het patent in 1927 afliep had hij een sterke marktpositie en was bakeliet tot het einde van de jaren vijftig het voornaamste plastic.

Bakeliet is nog steeds in gebruik, bijvoorbeeld in elektrische apparatuur, als component van het hitteschild in ruimtevaartuigen en voor biljartballen, die eerst van hout werden gemaakt, later van ivoor, en daarna van celluloid.

In 1923 begon Philips zijn eigen 'bakelietfabriek' in Eindhoven, met een iets ander productieproces. Het product werd verkocht onder de naam 'Philite'. Dit was nog voor het aflopen van het bakelietpatent. Philips had zo'n angst voor gerechtelijke

Bakeliet is tot op de dag van vandaag erg in trek, vooral als 'retro' kunststof.



vervolgving door Baekeland, dat iedere werknemer die het woord 'bakeliet' in de mond nam een kwartje boete moest betalen.

In 1999 stond Leo Baekeland op een lijst van het Amerikaanse tijdschrift *Time* als één van de twintig grootste denkers en wetenschappers van de twintigste eeuw, in goed gezelschap van Albert Einstein, Sigmund Freud, de astronoom Edwin Hubble en de grondlegger van het worldwide web, Tim Berners-

Lee. Baekeland werd ook geëerd met een postzegel.

Bakeliet is een brosse thermoharder en moet daarom altijd worden vermengd met vulstoffen, waardoor het erg goedkoop te vervaardigen is. Het is een uitstekende isolator, is hard, maar kan wel krassen oplopen en is bestendig tegen hitte en oplosmiddelen. Het heeft een beperkt palet van kleuren, meestal zwart, bruin of rood, soms groen en gevlekt of gevlamd. Oud bakeliet kan breekbaar worden en net als glas kan het, als het eenmaal breekt, niet goed worden gerepareerd. Bakeliet is niet milieuvriendelijk: het breekt slecht af en sommige van de afbraakproducten zijn slecht voor de gezondheid en het milieu.

De voornaamste toepassing van bakeliet was in het uit- en het inwendige van elektrische apparaten, zoals stopcontacten, stekkers, schakelaars, fittingen of stoppendozen. Het werd ook veel gebruikt voor keuken- en schrijfbenodigdheden, presenteerbladen, schalen en dozen. Baekeland zelf noemde 'zijn' vondst 'het materiaal met 1001 toepassingen'.

In 1993 gaf de American Chemical Society bakeliet de onderscheiding 'National Historic Chemical Landmark', vanwege het belang als eerste synthetische plastic. Vroeg in de jaren dertig bracht de Catalin Company in de Verenigde Staten een fenolformaline op de markt dat volgens een tweestaps procedé werd gesynthetiseerd en waaraan andere vulstoffen werden toegevoegd. Tussen 1930 en 1950 was het het populairste plastic voor gebruiksvoorwerpen in de Verenigde Staten. Het bewerken van bakeliet gebeurde voornamelijk in kleine tot middelgrote werkplaatsen, waar sieraden in opdracht van onder andere warenhuizen en ontwerpers individueel vervaardigd werden. De kwaliteit varieert van 'banaal' tot de meest aantrekkelijke sieraden. De werkplaatsen verdwenen in de vijftiger jaren, toen arbeidslonen dit handwerk niet meer economisch verantwoord maakten.

Ureumformaldehyde

In 1920 maakte de Tsjech Hans John de allereerste ureumhars. Dit crèmekleurige materiaal was lichter, sterker en veel beter te kleuren dan bakeliet. Het vond allerlei toepassingen die eerder door bakeliet vervuld waren, zoals lampenkappen, telefoons, picknick sets, radio's, schakelaars en stopcontacten, dienbladen en thermosflessen. Binnen enkele jaren veroverde ureum, of 'de witte hoop' zoals het ook wel werd genoemd, de markt en stonden Amerikaanse en Britse huizen vol mooie pastelkleurige ureumhars voorwerpen. Een Mickey Mouse theeservies had enorm succes in de Verenigde Staten. Een nadeel was dat het materiaal soms ging kromtrekken. Een vroeg voorbeeld van een apparaat in een omhulsel van ureumformaldehyde is het scheerapparaat Philishave 7735, 'het eitje' van Philips.

Melamineformaldehyde

In 1935 werd de condensatie van melamineformaldehyde ontwikkeld door Henkel. Melamine was al in 1834 bekend. Deze thermoharder is veel harder dan bakeliet of ureumformaldehyde, is reuk- en smaakloos bij verwarming, en is ook beter bestand tegen hogere temperaturen. Het wordt toegepast in formica bladen, serviesgoed en gelamineerd hout. In de zestiger jaren werd al het voedsel op KLM vluchten op melamine-formaldehyde borden, kopjes en schaaltes geserveerd. In Nederland is dit plastic bekend als Mepal, in de Verenigde Staten als Texasware.

Determinatie van ouder plastic

Vele oudere plastics hebben een specifieke geur als ze verwarmd worden, meestal met heet water of door wrijving. Bakeliet en ureumformaldehyde ruiken specifiek naar formaline. Daarom kan het niet gebruikt worden in direct contact met heet voedsel of dranken. Celluloid ruikt naar kamfer, eboniet naar zwavel en galaliet naar verbrand eiwit



of 'natte hond'. Soms zijn de geuren heel subtiel en nagenoeg afwezig. Voorzichtigheid is geboden omdat hitte de voorwerpen kan beschadigen en permanent verkleuren. Dat is vooral met eboniet een risico. Als twee voorwerpen van catalin tegen elkaar getikt worden maakt dat een uniek herkenbaar geluid.

Bakelieten en catalin sieraden worden nog steeds op beperkte schaal gemaakt. In Frankrijk ontwerpen bekende ontwerpers vaak zeer dure, nieuwe sieraden. De Catalin Company in de Verenigde Staten reproduceert nog steeds de meest succesvolle bijoutherieën uit de jaren 1930 tot 1950. Deze zijn duidelijk gemerkt als late uitgaven. Anderen gebruiken originele bakelieten voorwerpen zoals knopen, domino en mahjong stenen om daar iets nieuws van te maken. En dan zijn er nog 'fakelite' producten die opzettelijk gemaakt zijn om te lijken op echt bakeliet.

Melamine is bestand tegen hoge temperaturen en daarmee prima geschikt om servies van te maken, zoals dit 'KLM-servies'.

Plastiglomeraat: de steen van het Antropoceen

Geologen hebben de term Antropoceen nog niet officieel in hun systematiek opgenomen; die delen het jongste geologische systeem 'Kwartair' (2,58 miljoen jaar terug tot heden) nog steeds in in de twee tijdvakken Pleistoceen (tot 12 duizend jaar terug) en Holoceen (tot nu). Maar in de populair wetenschappelijke pers gaan er inmiddels steeds meer stemmen op om vanaf het eind van de negentiende eeuw een nieuw tijdvak toe te voegen: het Antropoceen. Al in 1873 erkenden geologen de niet te missen invloed van de mens op het systeem Aarde, vandaar het neologisme met het voorvoegsel 'antropos', van het Grieks voor 'mens'.

Geologische systemen en tijdvakken laten zich in de bodem doorgaans herkennen door specifieke gidsfossielen of gesteenten. Zo wordt de overgang van het Krijt naar het Tertiair, 65 miljoen jaar terug, gekenmerkt door een dun laagje Iridium, dat met een enorme meteoriet uit de ruimte is meegekomen en na de inslag op het Mexicaanse schiereiland Yucatan over de hele wereld werd verspreid. Een goede kandidaat om het Antropoceen te markeren is de aanwezigheid van plastic in de bodem. Er lijkt zelfs een



Dit stuk plastiglomeraat uit het Haagse Museon is een samensmelting van kunststoffen en natuursteen.

compleet nieuwe steensoort bij dit tijdvak te horen. 'Plastiglomeraat' is een samensmelting van natuurlijke en synthetisch materialen. Zo kan gesmolten plastic zand, schelpen, grind, koraal en hout samen laten klonteren, of kan het in de scheuren en poriën van rotsen kruipen.

In 2006 zag de Amerikaanse oceanograaf Charles Moore van het Algalita Marine Research Institute in Long Beach, Californië voor het eerst dergelijke brokken plastic vermengd met natuurlijke materialen op het strand van Kamilo Beach op Hawaii liggen. Op deze plek spoelt relatief veel plastic aan door de specifieke stroming ter plaatse. Jaren later dook de Canadese geoloog Patricia Corcoran van de Western University in Ontario op

deze vondst. Uit haar onderzoek ter plaatse bleek dat de mix van plastic en steen waarschijnlijk was ontstaan door kampvuurtjes op het strand. Zij muntte in 2012 de term 'plastiglomeraat' voor dit materiaal.

Plastiglomeraat komt op meer plaatsen voor dan op Hawaii alleen. Sterker nog: verschillende geologen hebben al gesuggereerd dat deze resten van plastic over de hele wereld vele miljoenen jaren kunnen overleven en op die manier een markering zullen worden voor toekomstige geologen, voor de aardlagen die bij het Antropoceen horen.

Behalve als grondstof voor veel nuttige gebruiksvoorwerpen, is plastic vandaag de dag ook – misschien wel: vooral – bekend als bron van vervuiling.



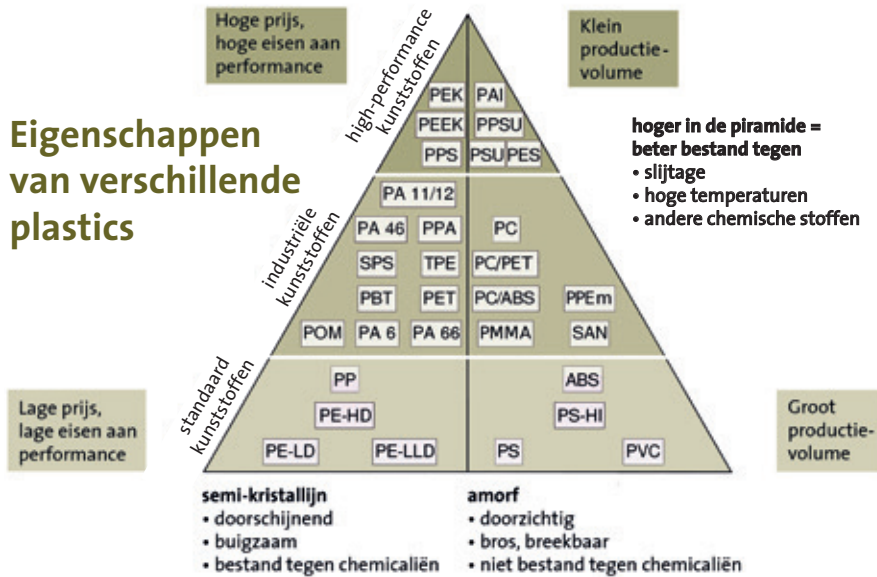
Plastic heeft de wegwerpmaatschappij mogelijk gemaakt

Plastic en het milieu

Vandaag de dag heeft plastic als bijvoeglijk naamwoord betekenissen gekregen als onecht, banaal en van slechte kwaliteit. Dat was misschien het geval in het verleden maar tegenwoordig is dat ver van de waarheid: tezamen met de microchip en zijn vele toepassingen behoort plastic tot de belangrijkste uitvindingen van de twintigste eeuw. Sterker nog: de microchip zélf kan niet zonder plastic. Een gemeenschap zonder kunststof is dan ook ondenkbaar. Het is een relatief goedkoop materiaal dat door zijn letterlijke en figuurlijke flexibiliteit gebruikt kan worden in plaats van bijna alle andere bouw- en andere basisstoffen. De mogelijkheid om het in allerlei vormen te maken maakt het onovertroffen. Maar de lage prijs en de duurzaamheid hebben plastic tot zowel een zegen als een last

gemaakt. Plastic heeft de wegwerpmaatschappij mogelijk gemaakt; de gevolgen voor het milieu zijn desastreus. Zonder oplossingen voor deze – naast alle andere – aanvallen op het milieu is er een gerede kans dat de wereld aan vuil ten onder gaat.

Eigenschappen van verschillende plastics



ABS

acrylonitril-butadien-styreen, licht maar hard, slagvast polymeer. Het is bekend van het legoblokje. Ook in de automobielenindustrie wordt ABS veel gebruikt.

PA 6

polyamide 6, nylon 6, polyamide die vooral wordt gebruikt voor het produceren van lagerbussen voor bijvoorbeeld de machine- en apparatenbouw.

PA 11/12

polyamide 11/12, nylon 11/12, is een thermoplastisch polymeer dat onder andere verwerkt wordt tot hydraulische en pneumatische leidingen en de bekleding van elektrische kabels.

PA 46 & 66

polyamide 46, nylon 46, nylon 4/6, een bijzonder hittebestendig polymeer, dat dus vooral in machines wordt gebruikt.

PAI

polyamide-imide, een bijzonder temperatuur-, chemisch- en drukbestendige polymeer.

PBT

polybuteentereftalaat, lijkt op PET (van de flessen) maar wordt vooral gebruikt in de industrie.

PC

polycarbonaat, een stevig, hard en helder polymeer, voor helmen, veiligheidsbrillen of flessen.

PEEK

polyetheretherketon, extreem temperatuurbestendige kunststof voor de industrie.

PE-HD

hoge-dichtheidpolyetheen, HD-PE, de meest gebruikte kunststof, voor o.a. flacons.

PE-LD

lage-dichtheidpolyetheen, LD-PE, zachter dan HD, en daardoor vaker gebruikt voor zakjes.

PE-LLD

lineair lagedichtheidpolyetheen, LLD-PE, sterker en steviger dan PE-LD.

PEK

polyetherketon, sterke maar dure polymer voor specialistische (o.a. medische) toepassingen.

PES

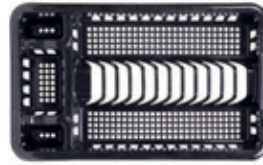
polyethersulfon, stijf polymeer, dat o.a. voor membranen wordt gebruikt.

PET

polyetheentereftalaat, 'gasdicht' en dankzij de gelijknamige flessen een van de bekendste kunststoffen. Is goed te recycleren!

PMMA

polymethylmethacrylaat, bekend als Plexiglas.



POM

polyoxymethyleen, polyacetaal, keiharde polymeer voor de industrie.

PP

polypropreen, lijkt op PET, maar is veel sterker. Wordt gebruikt in de chipindustrie.

PPA

polyftalamide, harde kunststof die zelfs staal kan vervangen in machines.

PPEm

gemodificeerd polyfenyleenether, m-PPE, slagvaste, watervaste kunststof, o.a. toegepast in pompen.

PPS

polyfenyleensulfide, gebruikt in onderdelen voor de elektronica- en voertuigindustrie, die aan mechanische, thermische, chemische en/of elektrische belasting zijn blootgesteld.

PPSU

polyfenylsulfon, wordt gebruikt in membranen voor drinkwaterzuivering en ook in medische apparatuur.

(E)PS

polystyreen, in 'expanded' versie bekend als piepschuim. Goede warmteisolator.

PS-HI

'high-impact'-polystyreen, de stijve en harde variant van piepschuim.

PSU

polysulfon, wordt net als het vergelijkbare PPSU gebruikt in membranen voor drinkwaterzuivering en ook in medische apparatuur.

PVC

polyvinylchloride, één van de oudste kunststoffen, gebruikt in buizen voor elektrische bedrading, behang (vinylbehang) en vloerbedekking zoals zeil.

SAN

styreen-acrylonitril, starre kunststof, die o.a. wordt gebruikt in autobumpers.

SPS

syndiotactisch polystyreen, hoogwaardige en duurdere versie van piepschuim.

TPE

thermoplastisch elastomeer, technisch rubber, verzamelnaam voor sterk elastische kunststoffen.

‘Met bierbekerrecycling de wereld m

■ CASPER VAN DER MEER, *Better Future Factory*

HET BEGON met een prijsvraag van het popfestival Lowlands, in 2012: wie bedenkt de beste manier om het vele plasticafval van dit openluchtfest op een mooie manier te recylen? Samen met twee studiegenoten van de opleiding Industrieel Design van de TU Delft, vond Casper van der Meer dat wel een mooie uitdaging. ‘En niet alleen dat, we konden nog gratis naar Lowlands ook’, voegt Van der Meer daar lachend aan toe. ‘We deelden samen al een werkplaats en daar bedachten we dat het mooi zou zijn om de vele lege bierbekertjes van Lowlands ter plekke om te zetten in een grondstof voor een 3D-printer, waarmee we vervolgens nog op het festival mooie objecten zouden kunnen maken.’

Goede ideeën lijken wel vaker ‘in de lucht te hangen’, dus toen een ander team van drie net afgestudeerde ‘ID-ers’ óók met het idee van een 3D-printer kwam, besloten de teams om de samenwerking aan te gaan. Van der Meer: ‘Uiteindelijk hebben we ter plekke een interactief mini-recyclefabriekje gebouwd. Eerst worden de bierbekertjes gewassen en gedroogd en vervolgens versnipperd in een installatie die door de bezoekers met de hand bediend kan worden. Vervolgens worden de snippers in een zogeheten extruder verhit en omgezet in een lange draad van schoon plastic, waarmee 3D-printers kunnen worden gevoed. In die printer maken we ringen die de bezoekers krijgen in ruil voor hun harde recyclewerk. We bedachten dat een ring, op een popfestival waar mensen toch al de helft van de tijd met hun handen in de lucht staan, wel een mooie manier was om een boodschap af te geven.

Met die ringen aan hun handen lieten al die mensen zien dat ze iets hadden gedaan om hun omgeving een klein beetje mooier te maken.’

Uiteindelijk vormden de zes bedenkers van deze bierbekerrecycling ook de start van een nieuw bedrijf: de *Better Future Factory*. ‘We vonden elkaar in het idee dat we als Industrieel Designers wel een enorme nieuwsgierigheid hadden naar nieuwe techniek, maar geen zin om de zoveelste nieuwe stofzuiger te ontwerpen. Duurzaamheid was voor ons alle zes een belangrijke drijfveer. Met het *Perpetual Plastic Project* van Lowlands, kreeg ons bedrijf een vliegende start.’

Sinds het popfestival bedienden de mensen van de *Better Future Factory* al diverse andere bedrijven die een afvalstroom wilden aanpakken. Van der Meer: ‘Soms zetten we het afval om in een concreet product, in andere gevallen is het meer in symbolische dingen, zoals die ringen van Lowlands, om daarmee vooral bewustwording te creëren. Er zijn ook al diverse *start-ups* uit onze ontwerpstudio voortgekomen. *Perpetual Plastics*, van Lowlands, was de eerste. Als bedrijf voor events en presentaties reist die nu letterlijk de hele wereld over met de mobiele bierbekerrecycling. Een andere start-up heeft zich helemaal gericht op het produceren van grondstoffen voor 3D-printers uit gerecycled filament. De nieuwste start-up gaat zich bezighouden met het omzetten van petflessen in een soort marmeren tegels.’

De *Better Future Factory* is nu een bedrijf met zes mensen op de loonlijst, waaronder nog drie van de zes ‘Lowlands-laureaten’ van het eerste uur. Voor een grote koffiebranderij ontwikkelde het bedrijf

ooier maken'



‘Uiteindelijk is het verhaal achter deze producten het allerbelangrijkst’, vindt Van der Meer. ‘Het gaat om zogeheten *story telling*, om bewustwording rond afval. Het is heel makkelijk om over plastic te somberen en er een negatief geladen verhaal van te maken. Wij vinden plastic uiteindelijk nog steeds een geweldige grondstof waar je de meest mooie producten mee kunt maken. Maar je moet er natuurlijk wel verantwoord mee omgaan. Dat blijkt een boodschap waar niet alleen festivalbezoekers en andere consumenten, maar ook de aller-grootste bedrijven gevoelig voor zijn.’

Rob Buiter

onlangs producten die gemaakt worden van de verpakkingen van koffie. ‘Dat is een ingewikkelde grondstof, omdat een koffiepak is opgebouwd uit een laminaat van drie verschillende plastics, met allemaal een eigen smeltpunt. Na een eerste dikke, harde koffieklopper, waar een *barista* zijn piston van de espressomachine in kan leegkloppen, werken we nu aan een iets subtieler product: een tray waarmee je zes koffiebekers van de koffieautomaat naar je collega’s kan brengen. Bij de burens van die koffiebranderij worden trouwens de resten van het koffiedik gebruikt om oesterzwammen te kweken, dus veel mooier krijg je de recycling niet.’

‘Deze boottochten zetten mensen a

■ MARIUS SMIT, *Plastic Whale*

OP HET eerste gezicht is de ‘Plastic Whale’ een sloep zoals je er wel meer ziet varen in de grachten van hip Amsterdam: een strakke boot van een meter of zes met een binnenboordmotor, voor een aangename tocht door de binnenstad. ‘Het bijzondere van deze sloep zit in de kern’, vertelt de oprichter van *Plastic Whale* en schipper van het eerste uur, Marius Smit. ‘Een polyester sloep is doorgaans opgebouwd uit glasvezeldoek en polyesterhars op een kern van een andere kunststof. En die kern is in ons geval gemaakt van origineel Amsterdams grachtenplastic. Van de duizenden petflesjes die we uit de grachten hebben gevist, zijn korrels gemaakt en daar zijn weer platen van geperst die het hart van onze boten vormen.’

Vijf jaar geleden nog maar, werd de eerste *Plastic Whale* gebouwd. Inmiddels telt de vloot van de stichting elf boten: negen in Amsterdam en twee in Rotterdam, allemaal met een kern van zwerfafval. Of het gebruik van zwerfafval als kern nou per se duurzamer is dan het gebruik van schoon basismateriaal – het zwerfafval moet immers toch eerst worden gezuiverd en verwerkt – durft Smit niet eens te beweren. Toch benadrukt hij dat het gebruik van afval als basis meer is dan alleen symbolisch. ‘Ik heb natuurlijk niet de illusie dat ik door het verwerken van weggegooide petflesjes het afvalprobleem van Amsterdam ga oplossen, laat staan van de rest van Nederland of de wereld. Maar in plaats van een druppel op een gloeiende plaat zie ik ons werk wel graag als een zaadje dat we kunnen planten. Met deze boten organiseerden we in 2014 voor het eerst een dag “Oud Amster-

damsch Plasticvissen”. Sindsdien organiseren we ook bedrijfs- en andere uitjes. Samen met collega’s of vrienden ga je dan plastic vissen in de grachten. Inmiddels hebben we op die manier al meer dan twintigduizend mensen meegenomen de grachten op. Van de petflesjes die we tijdens die tochten verzamelen, maken we weer nieuwe grondstof, de rest van het afval gaat met de vuilnismen mee. Maar het belangrijkste dat we bereiken met deze vaartochten is bewustwording. De meeste mensen die we meenemen zijn verbaasd over de hoeveelheid troep die er nog in de grachten drijft. Tot ze met ons gaan vissen zien ze de grachten meestal gewoon als mooie cultuurhistorie van Amsterdam. Na de vaartocht realiseren ze zich dat de grachten ook de afvoer zijn voor heel veel troep die op straat terecht komt of die direct in het water wordt gemikt.’

Kantoormeubels

Inmiddels wordt het ‘petflessengranulaat’ dat Smit en collega’s uit het grachtenafval maken niet alleen ingezet voor de basis van boten. ‘We maken er ook kantoormeubilair mee. We hebben bijvoorbeeld een tafel ontwikkeld op basis van dezelfde kunststof schuimkern waar ook de boten mee worden gebouwd. En van het polyethyleen uit de flesjes kun je ook een soort vilt maken, dat in geperste vorm prima dienstdoet als zitting voor de bijbehorende kantoorstoele, akoestische panelen en lampenkappen.

Met een bedrijf van inmiddels twaalf man op de loonlijst en ook nog enkele vacatures, noemt Smit zich behalve idealist vooral ook doener en

an het denken'



ondernemer. 'Uiteindelijk hoop ik een gezond internationaal bedrijf neer te kunnen zetten op drie belangrijke pijlers: *collect*, *create* en *educate*. De eerste is de verzameling van het afval. Het is natuurlijk duidelijk dat het probleem van zwerfafval elders nog een stuk groter is dan bij ons, dus ik hoop dat we met andere vrijwilligers en bedrijfsuitjes ook in andere landen afval uit het water kunnen gaan halen.

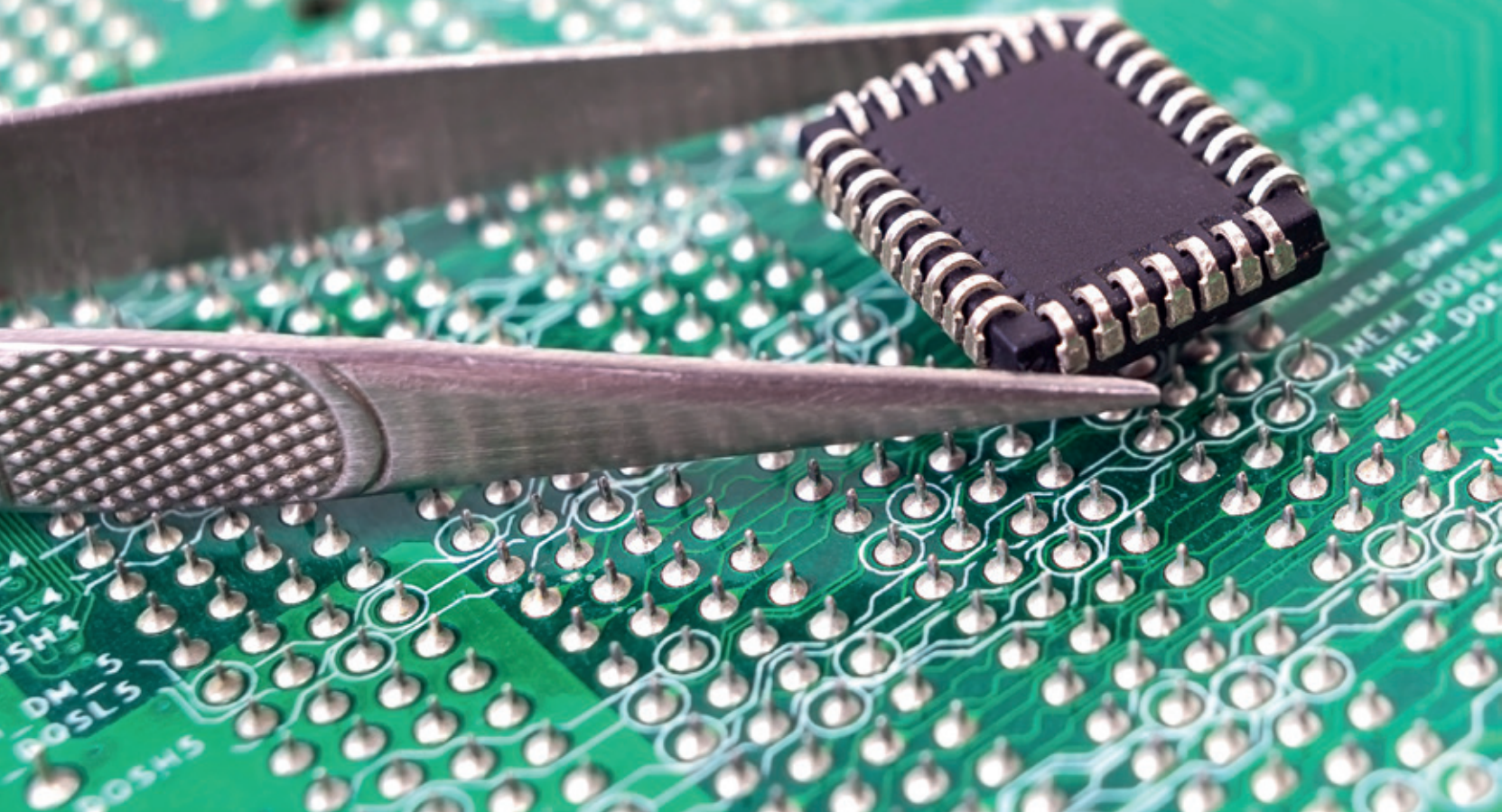
Met de tweede pijler van de Plastic Whale willen we na de boten en het kantoormeubilair nog veel meer verschillende producten gaan ontwikkelen. We zijn nu bijvoorbeeld al aan het kijken

naar consumentenmeubilair naast de kantoormeubelen.'

'De laatste pijler is uiteraard de bewustwording. We willen zo veel mogelijk mensen wereldwijd proberen te bereiken met het verhaal achter zwerfafval. Met de stichting Plastic Whale die we naast het bedrijf hebben organiseren we ook onderwijsprogramma's voor scholen. In Amsterdam en Rotterdam nemen we al regelmatig kinderen mee uit plasticvissen; binnenkort hopen we dat ook in andere steden te organiseren. Want daar ligt uiteindelijk de basis voor de oplossing van het probleem: bij de bewustwording van jonge mensen dat het bizar is hoeveel troep we in het milieu gooien.'

Rob Buiten

Vandaag de dag roept het woord plastic associaties op met bergen afval, of met 'nep'. Je zou bijna vergeten dat kunststoffen de wereld op een vergelijkbare schaal hebben veranderd als de computerchip.



De zegeningen van plastic

■ DR. HANS DAVIDSON

Het is niet waarschijnlijk dat plastics ooit vervangen zullen worden door een ander, gelijksoortig materiaal. De blijvende populariteit van kunststoffen is te danken aan hun duurzaamheid, sterkte, weerstand tegen corrosie, weinig onderhoud, kosteneffectiviteit en esthetische afwerking. De productie van polymeren heeft dat van metalen ver overschreden. Tezamen met de microchip en zijn vele toepassingen behoort plastic tot de belangrijkste uitvinding van de twintigste eeuw.

Onmisbaar en controversieel

PLASTIC IS niet meer weg te denken uit de moderne wereld. Stel je alleen maar voor hoe je eruit zou zien als alle kunststof uit je kleding en schoeisel verwijderd zou zijn. Of hoe zou een bezoek aan de bouwmarkt eruit zien zonder kunststoffen?

Toch is het 'wondermateriaal' plastic van het begin af aan controversieel geweest. Al snel kreeg het woord plastic de connotatie 'banaal', 'goedkoop' of 'van slechte kwaliteit'. Tegenwoordig wordt het als milieuvervuilend beschouwd en worden het materiaal en haar fabrikanten als een probleem gezien, niet als een oplossing.

Door de problemen die aan plastic kleven zou je bijna vergeten hoe de kunststoffen ons leven ook ten goede hebben veranderd. Een uitputtend overzicht van de voordelen is ondoenlijk, maar de

zegeningen voor het vervoer mogen in ieder geval niet ontbreken.

De zegeningen van plastic in de auto-industrie

De rol van plastic in de auto-industrie is exemplarisch; de invloed op de lucht- en scheepvaart is voor een groot deel vergelijkbaar. Automobilisten eisen high-performance auto's, terwijl ze economisch, veilig en comfortabel moeten zijn en liefst ook nog bescheiden geprijsd. Kunststoffen hebben met name nieuwe mogelijkheden geschapen op het gebied van veiligheid, comfort en energiebesparing. Elke 10% gewichtsvermindering van een voertuig resulteert in 5% tot 7% brandstofreductie. Een andere schatting gaat uit van een besparing van 20 kg CO₂-uitstoot van koolstof in de atmosfeer voor iedere kilo die een auto lichter wordt. Kunststoffen maken deze besparingen mogelijk. Gedurende de totale levensduur van een gemiddelde auto zal

Deze kunststof tank werd in de Tweede Wereldoorlog in Engeland ingezet als 'afleidingsmanoeuvre'.



elke 100 kg plastic het brandstofverbruik met 750 liter verminderen. Een gemiddelde auto bestaat voor 6 tot 10 % uit plastic. Dit percentage zal naar verwachting in de nabije toekomst toenemen, als gevolg van de groeiende vraag van consumenten naar krachtige, lichtgewicht en zuinige auto's.

De eerste polymeer die in grote hoeveelheid in auto's gebruikt werd was natuurrubber en later kunstrubber, voor banden en elektrische isolatie. Celluloid werd gebruikt in gelaagd veiligheidsglas, dat er voor zorgde dat de voorruit versplinterde bij botsingen. Bakeliet vond toepassing in het dashboard en stuurwiel, en onder de motorkap, bijvoorbeeld voor verdeelkappen en rotors.

Terwijl het chassis meer en meer plastic componenten bevat is het plaatwerk nog altijd grotendeels van metaal, meestal staal maar ook wel aluminium. Er zijn plastic bumpers, motorkappen,

kofferbakken, benzinetanks en autodaken maar voorlopig zal metaal nog wel de keuze zijn voor een groot gedeelte van de carrosserie, vanwege de structurele stijfheid, kosten en gemakkelijke reparatie.

Een van de eerste auto's in massaproductie met een plastic (glasvezel) carrosserie was de Chevrolet Corvette, in 1953. Die is nog steeds in deze vorm in productie. Glasvezel is lastig te vormen en te repareren en splintert bovendien bij beschadigingen. Koolstofvezels zijn nog lichter en sterker dan glasvezel, maar ook zó duur dat die tot nu toe alleen worden gebruikt in zeer luxe (race)auto's.

Zelfs in het motorblok heeft plastic zijn intrede gedaan. Er bestaat al een motorblok dat op de metalen cilinders na helemaal van kunststof is gemaakt. Het is de verwachting dat deze motoren efficiënter met de energie zullen omgaan,

omdat ze door hun isolerend vermogen sneller op bedrijfstemperatuur komen. Een koude motor is bijzonder inefficiënt en produceert veel schadelijke uitlaatstoffen.

Kunststoffen in de geneeskunde

Het eerste industriële polymeer (rubber) had vanaf het begin diverse medische toepassingen. Afhankelijk van de vereiste hardheid werd het gebruikt voor slangen, handvatten, instrumenten voor injectie en behuizingen van apparatuur. Later namen synthetische rubbers zoals neopreen een deel van de functie van natuurrubber over. Celluloid vinden we terug in mechanische gehoorapparaten ("toeters"), brillen en brillenkokers. Ook werd een oplossing van celluloid, collodion, gebruikt om wonden te bedekken.

Een van de eerste objecten die Leo Baekeland maakte van bakeliet was een zogeheten monaurale (met één oor) stethoscoop voor zijn broer die arts was. Gedurende tientallen jaren was bakeliet vervolgens hét materiaal voor omhulsels en verpakking van medische apparatuur.

Met de komst van nieuwe polymeren werd het gebruik van plastic enorm uitgebreid. Helder plastic maakte lichte en breekbestendige brillenglazen en contactlenzen mogelijk. Allerlei prothesen kunnen nu makkelijk en op maat worden gemaakt, zeker nu de 3D-printers in opkomst zijn. Kunststof gewrichten hebben het arsenaal van de orthopedisch chirurg enorm vergroot. Er zijn hartkleppen en bloedvaten van polymeermateriaal, terwijl cochleaire implantaten van kunststof het mogelijk maken dat sommige doven weer kunnen horen. Plastische chirurgie is dankzij kunststoffen uitgebreid en zowel reconstructieve als cosmetische ingrepen met siliconen en andere plastics zijn gemeengoed geworden. Overigens loeren daar ook de risico's van plastics: door 'lekkage' van ondeugdelijke borstprothesen hebben diverse vrouwen al gezondheidsschade opgelopen.

De grootste verandering die plastic in de geneeskunde heeft gebracht is de komst van wegwerpmaterialen, of 'disposables', zoals ze op de werkvloer worden genoemd. Een groot deel van de instrumenten en andere benodigdheden zijn vervangen door plastic, dat lichter, goedkoper en beter steriel te produceren is dan metaal of glas. Het nadeel van deze trend is de groeiende afvalberg, het voordeel is werk- en ruimtebesparing en minder kans op besmettingen. Medicijnen worden nu verpakt in onbreekbare plastic doosjes of in individuele dosering die kinderveilig zijn. Plastic heeft ook het werk in medische laboratoria vergemakkelijkt.

Elektrische en andere isolatie

Zonder isolatie is geleiding van elektriciteit letterlijk levensgevaarlijk. Toch werd in het begin van de elektriciteitsvoorziening gewoon 'naakte bedrading' gebruikt. Aan het einde van de negentiende eeuw werd isolatie geleverd door rubbers, eerst gutta percha, later natuurrubber dat tot 1950 in gebruik bleef. Nu bestaat elektrische isolatie voornamelijk uit PVC met een nylon buitenlaag.

Zonder kunststof geen contactlenzen.



Piepschuim heeft de isolatiewaardes omhooggestuwd en het gewicht en de prijzen omlaag.



De enorme hoeveelheid polymeer die voor elektrische isolatie wordt gebruikt is niet te schatten; er is geen alternatief materiaal voorhanden.

Naast elektrische isolatie, spelen kunststoffen ook een hoofdrol in warmte-isolatie. Meer dan de helft van alle energie die in een gebouw wordt verbruikt gaat op aan verwarming en airconditioning. Het *Energy Performance of Buildings Directive* van de EU pakt dit probleem aan: naast belangrijke bepalingen om de energieprestaties van bestaande gebouwen te verbeteren, schrijft deze richtlijn voor dat alle nieuwe gebouwen vanaf 2021 een 'bijna nul energievraag' zullen hebben, te beginnen met alle nieuwe openbare gebouwen in 2019. Dit kan leiden tot tenminste 11% minder eindverbruik van energie in de hele Europese Unie en draagt bij aan de doelstellingen voor het beperken van klimaatverandering.

Duurzame, vochtbestendige isolatie betekent minder noodzaak voor vervanging. Kunststof isolatiepanelen zijn ook lichter en dunner dan alternatieve isolatiematerialen. In een gemiddeld huis wordt de energie die nodig is om plastic isolatiematerialen te produceren in minder dan een jaar teruggewonnen in de vorm van besparingen.

Op het gebied van gezondheid en veiligheid is plastic isolatie veilig voor de consument. Na gebruik kan plastic isolatie worden hergebruikt, gerecycled of omgezet in een bron van energie. Voor isolatie wordt ook kunststof schuim gebruikt, dat wel nadelen kent ten aanzien van vrijkomende oplosmiddelen. Plastic isolatiemateriaal wordt ook gebruikt in apparatuur, kleding, matrassen, dekbedden, in de land- en tuinbouw, de industrie en als geluidsisolatie.

3D-Printen

Sinds 1984 bestaan er zogeheten 3D-printers: machines die bijna ieder denkbaar ontwerp in lengte, breedte en hoogte kunnen opbouwen uit stollende kunststof. Feitelijk is het proces het omgekeerde van modelleren zoals het vroeger gebruikelijk was. In plaats van materiaal te verwijderen van een blok metaal, hout of steen, wordt het object laag voor laag opgebouwd. De printer wordt altijd digitaal bestuurd, hetzij via een digitale bouwtekening, dan wel via een 3D-scanner of een digitale camera. De mogelijkheden zijn inmiddels eindeloos, van zeer kleine objecten tot complete gebouwen.

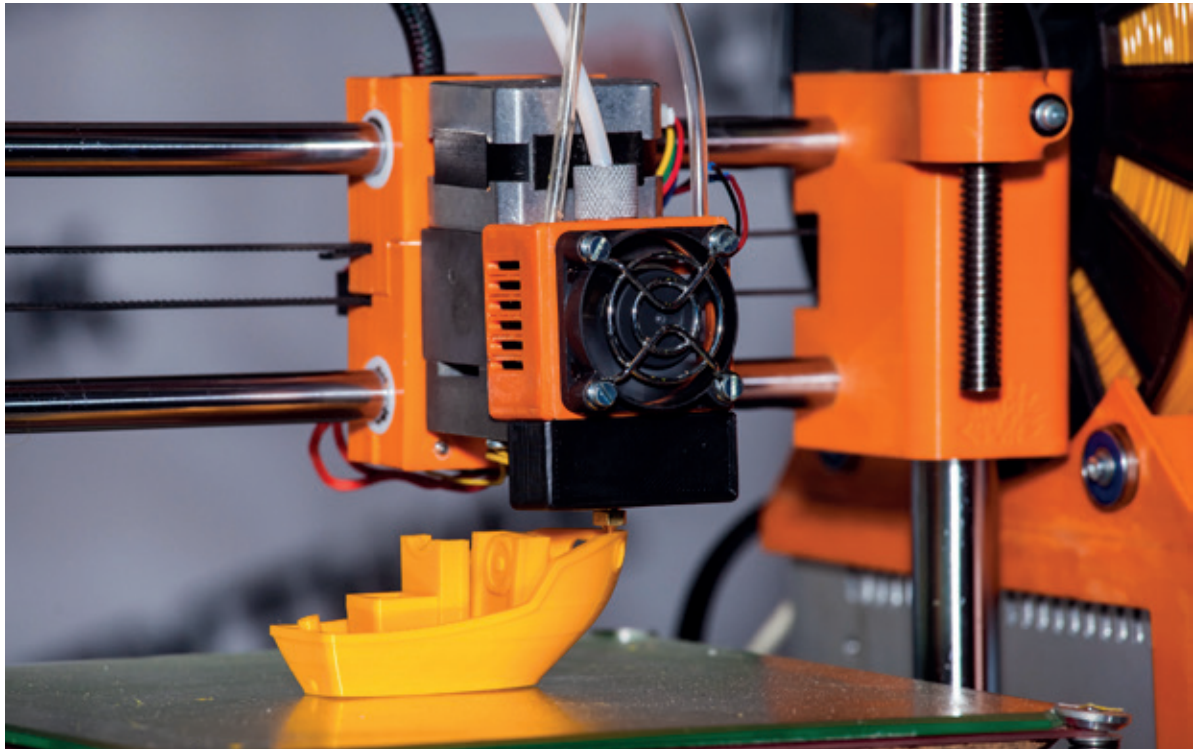
3D-printers worden veel gebruikt bij het produceren van proefmodellen, o.a. in de geneeskunde, de mode, architectuur en vervoersindustrie. Er staat zelfs een 3D-printer in het International

Space Station. Om de prijs hoeft je het al niet meer te laten: er zijn ook goedkope printers beschikbaar voor thuisgebruik. Een risico van 3D-printen is dat je met deze techniek gemakkelijk gepatenteerde producten kan namaken en dat je zelfs een vuurwapen kan printen.

Vormgeving met kunststof

De veelzijdigheid van plastic heeft een grote invloed gehad op de vormgeving van alledaagse objecten, architectuur en kunst. Er zijn stromingen en ontwerpscholen die specifiek te herkennen zijn zoals Victoriaans, Art Nouveau, Art Deco, Bauhaus, Streamline, en de stijl van 1960. Van verreweg de meeste voorwerpen is de ontwerper niet bekend. Plastic is zo'n veelzijdig product dat het bijna alle materialen kan namaken, vervangen en verbeteren. Dat geeft ontwerpers, architecten, fabrikanten

Dankzij gesmolten kunststoffen, kunnen 3D-printers iedere denkbare vorm produceren.



en kunstenaars een ongekeerde vrijheid. Vooral in de begindagen van de kunststoffen, toen er nog geen wegwerpcultuur bestond en verpakkingen werden nagevuld, was het van belang om extra aandacht en zorg te schenken aan gebruiksvoorwerpen. Mooie en bijzondere producten van plastic die vroeger alleen van kostbare materialen en met handwerk gemaakt konden worden, kwamen door de kunststoffen beschikbaar voor het grote publiek. En ook nu worden er nog esthetisch bevredigende objecten, groot en klein, van polymeren gemaakt.

Plastic als 'groen' product

Plastic wordt vandaag de dag afgeschilderd als een stof die meer schadelijk dan nuttig is. Daar valt het nodige op af te dingen. In de komende hoofdstukken wordt uitvoerig ingegaan op de nadelige invloed die plastic heeft op het milieu, maar dat laat onverlet dat veel toepassingen van plastic juist zeer milieuvriendelijk zijn, alleen al omdat ze het gebruik van fossiele brandstof kunnen verminderen. Je kan daarom ook verdedigen dat plastic eigenlijk een groen product is.

Voor opwekking en opslag van duurzame energie is plastic onontbeerlijk. Zonnepanelen bestaan bijvoorbeeld voor een aanzienlijk deel uit kunststoffen, net als windturbines en accu's. Isolatie op basis van kunststoffen draagt in grote mate bij aan het verminderen van energieverbruik en verspilling in gebouwen, instrumenten en vervoersmiddelen. Ook is het een uitstekende geluiddemper en warmte-isolator.

Vezels als rayon, nylon en polyester kunnen natuurlijke vezels vervangen, zodat meer grond beschikbaar komt voor voedselproductie, of beschikbaar blijft voor natuur en biodiversiteit. Hetzelfde geldt voor de vervanging van leer door kunstleer. Kunststof bouw materiaal zorgt voor een verminderde vraag naar hout en beschermt daardoor bossen. Het conserveren van voedsel in

plastic vermindert bederf en verspilling en maakt het mogelijk de versheid te bewaren door vriesverpakking. De vraag is hoe zwaar de voordelen van plastic als 'groen' materiaal opwegen tegen de groeiende nadelen die worden gevonden. Uiteindelijk moeten we dit van toepassing tot toepassing bekijken en kunnen we waarschijnlijk niet spreken van een slecht of goed materiaal in algemene zin.

Minder afval door plastics?!

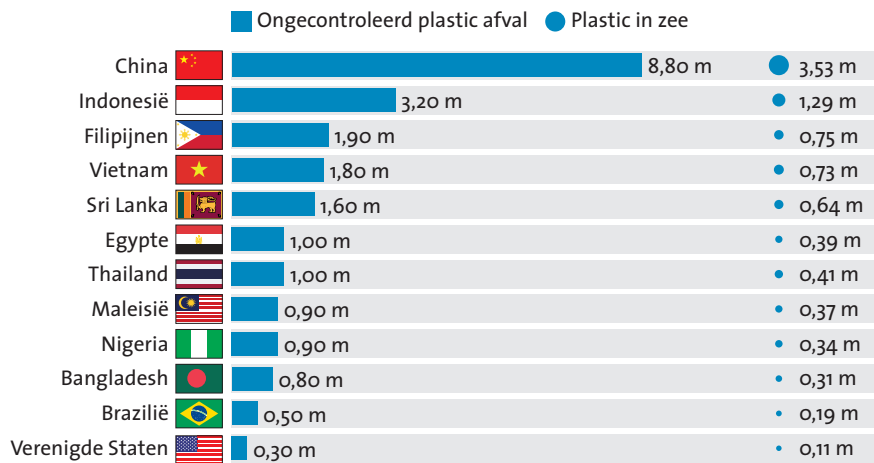
Een onderzoek van het Earth Engineering Center aan het City College of New York liet vanaf het eind van de jaren negentig, tegen alle verwachtingen in, een daling zien van de hoeveelheid huisvuil, terwijl het bruto nationaal product in die periode toenam. Tot die tijd waren afval en economische ontwikkeling hand in hand gestegen en gedaald. De verklaring van de auteurs was dat de hoeveelheid verpakkingsmateriaal, een belangrijk onderdeel van afval, sterk was afgenomen door het

Deze elf meter hoge plastic walvis, voor het concertcentrum Tivoli-Vredenburg in Utrecht, is opgebouwd uit zwerfafval.



De 12 landen die het meeste afval in de oceanen brengen

Jaarlijkse hoeveelheid ongecontroleerd plasticafval en hoeveelheid die in zee komt in miljoen ton (statista, 2010)



toenemende gebruik van plastic. Hun conclusie was dat, in tegenstelling tot wat algemeen gedacht wordt, plastic een bijdrage kan leveren aan de oplossing van problemen rond afvalinzameling en -verwerking.

Plastic verpakkingsmateriaal weegt minder dan karton, hout, blik of glas en de dikte van plastic verpakkingsmateriaal is elk jaar met 3% afgenomen sinds het jaar 2000. Een bijbehorende simpele rekensom verklaarde vervolgens de afname van de hoeveelheid huisvuil uit het onderzoek.

Een vergelijkbaar onderzoek op basis van een mathematisch model kwam tot de volgende conclusie: vervanging van conventionele materialen door kunststof verpakkingen resulteert in 80% minder energie gebruik en een nog drastischer effect op de uitstoot van broeikasgassen. In feite zorgt plastic ervoor dat er meer gedaan kan worden met minder materiaal.

Onverwoestbaar afval

Dat neemt natuurlijk niet weg dat plastic en de explosieve toename van het gebruik daarvan tot

mondiale vervuiling hebben geleid. De bewijzen zijn niet te missen: niet alleen op straat maar ook in de oceanen zien we plastic als een onverwoestbaar zwerfvuil opduiken.

In januari 2019 heeft een groep van bijna dertig internationale plasticproducenten de Alliance to End Plastic Waste (AEPW) opgericht. Hun doel is in de komende 5 jaar tenminste 1 miljard dollar te besteden aan recycling en het minimaliseren van plastic afval. Maar zoals een snijwond niet de schuld van de messenfabrikant of het mes is, is kunststof zelf niet de oorzaak van vervuiling door zwerfplastic.

Uit een overzicht van de vervuiling door verschillende landen blijkt één ding zonneklaar: de omvang van de bevolking drukt een stevig stempel op de omvang van het probleem. De voortdurende groei van de wereldbevolking, met ook een groeiende zucht naar welvaart, zal het plasticprobleem alleen maar groter maken. In zekere zin hebben de kunststoffen ook daar een rol: condooms, spiraaltjes, clips voor chirurgische sterilisatie en de verpakking van anticonceptie pillen worden alle van of met polymeren gemaakt.

‘Maak van afvalrapen een sport en e

■ RALPH GROENHEIJDE, *The TrashUre Hunt*

IN EERSTE instantie was het misschien wel een kleine teleurstelling voor de jonge vader Ralph Groenheijde: ga je met je zontje van nog geen twee jaar oud naar ‘Het Paradijs’, Costa Rica, en wat vindt ‘ie daar het állerleukste, op een oogverblindend mooi strand vol prachtige schelpen? Plastic dopjes verzamelen! ‘Uiteindelijk hebben we een vuilniszak vol verzameld’, herinnert Groenheijde zich. ‘Aan het eind van de vakantie hebben we er een tijdelijk kunstwerk van gemaakt. Voor we naar huis gingen hebben we het natuurlijk in de prullenbak gegooid.’

Die fascinatie van zijn jonge zoon voor plastic liet hem niet los. ‘Ik bleef filosoferen over het idee om daar iets mee te doen, met het idee dat de plastic dopjes voor mijn kind de grootst denkbare schat waren. Zo kwam ik via ‘*treasure*’ en ‘*trash*’ uiteindelijk op de *TrashUre Hunt*. Waarom zou je van afvalrapen geen schatzoeken kunnen maken?’

De vrienden met wie Groenheijde zijn idee deelde, gaven unaniem toe dat ze nog nooit zoiets stoms hadden gehoord. ‘Maar gelukkig had ik al een ruime ervaring in de wereld van het skateboarden. Ik was op dat moment professioneel werkzaam als coach en als eigenaar van een skateboardshop en één van de belangrijke filosofieën van het skateboarden’, zo stelt Groenheijde lachend, met een vet Haags accent: ‘Hoe hard je ook op je bek gaat, geef nooit op!’

Enkele jaren daarna organiseerde Groenheijde zijn eigen privé schatzoektocht op het strand van zijn woonplaats Scheveningen. ‘Binnen driehonderd meter had ik zó veel plastic verzameld dat ik er een schip van kon bouwen. Toen ik een foto van

dat “schip” op Facebook zette, ging het echt los. Van alle kanten lieten mensen weten hoe gaaf ze dit vonden. Uiteindelijk haakte zelfs de gemeente Den Haag aan. Zij gaven mij in 2016 een subsidie waarmee ik kon werken aan de eerste officiële *TrashUre Hunt*. Ik heb toen een evenement opgezet dat de hele zomer duurde, waarbij ik dagelijks met mensen het strand op ging, op jacht naar schatten. Er deden dat jaar zeshonderd mensen mee met de allereerste ‘*plastic-schatzoek-challenge*’.

Een jaar later sloten meer dan vijf keer zoveel deelnemers zich aan bij Groenheijde; in 2018 telde de *Challenge* zelfs meer dan vijfduizend deelnemers. ‘Samen met de andere evenementen hebben we vorig jaar met in totaal tienduizend vrijwilligers meer dan drieduizend kilo afval van het strand gehaald!’, stelt een trotse Groenheijde. ‘4227 plastic doppen, 1309 plastic flessen, 326 sigaretten pakjes, 78 aanstekers, 4503 rietjes, 442 luiers en ga zo maar door.’

De sleutel tot het succes van zijn *TrashUre Hunt* ligt volgens Groenheijde voor een groot deel in de lol die hij overbrengt bij het rapen van afval. ‘Een baas van een hoogheemraadschap met wie ik ooit sprak over het zwerfafvalprobleem snapte er niets van. Die zei: “Ik krijg alleen maar ruzie met mensen als ik iets zeg over het afval dat ze achterlaten.” Ik heb daar bijna nooit last van. Als iemand afval laat vallen ga ik ernaast staan, raap het op en zeg lachend: “Zo, weer vijf dieren gered.” En voor hetzelfde geld kan je het ook als een oefening zien. Of je nou vijftig *squats* maakt in de sportschool, of je bukt vijftig keer op het strand om een stuk vuil

en grap'



op te rapen. Dat is toch eigenlijk niet veel anders?! Net als met het skateboarden moet je er gewoon een sport én een grap van maken. Ik doe eigenlijk aan “gamificatie” van het afvalrapen!

Inmiddels is de *TrashUre Hunt* van Groenheijde een professionele organisatie met vier man in vaste dienst en daarnaast nog enkele tientallen vaste vrijwilligers. ‘We organiseren verjaardagspartijtjes, bedrijfsevenementen en doen nog steeds ieder jaar de *Summer Challenge* in opdracht van de Gemeente Den Haag. En ondertussen vertel ik aan wie het maar wil horen wie voor mij de echte

helden van de stad zijn: de straatvegers! We moeten weer waardering krijgen voor de mensen die helpen de stad leefbaar te houden.’

Met de skateboardfilosofie – Geef nooit op! – in zijn achterhoofd, weigert Groenheijde ook te geloven dat hij, al afvalrapend, aan een kansloze missie bezig is. ‘Zeker, er komt iedere dag weer een hoop afval bij. Maar je kan het ook zo zien: de industrialisatie is nog maar anderhalve eeuw oud. Dat is op de schaal van de menselijke geschiedenis hartstikke kort. We zitten nu nog met een industrieel systeem waarbij pak hem beet de helft van alle materialen aan het eind van de rit verloren gaat. Maar als we dat maar als een serieus probleem leren herkennen, dan zullen we toch wel in staat zijn om dat systeem een keer grondig te veranderen?’

Rob Buiter

‘Wij zijn de mieren die het allemaal

■ **GIJSBERT TWEehuysen**, *Waste Free Waters*

JE KRIJGT het pas door als je het ziet. Het is één van die beroemde uitspraken van de Nederlandse ‘voetbalfilosoof’ Johan Cruyff, maar het bleek ook zó waar voor Gijsbert Tweehuysen, gepensioneerd ingenieur van onder meer de Limburgse chemiegigant DSM. Nadat hij jarenlang had gerekend aan de eigenschappen van plastic zakken voor bijvoorbeeld cement, chocoladerepen of boodschappen, was hij in 2011 in het levens-einde van die producten gedoken; het moment dat al dat plastic als afval op de stort of in het milieu belandt. ‘In mijn vrije tijd ga ik graag zeilen op de Maas en dan kom je al dat plastic tegen. In het water, op de oever, hangend in de bomen langs de kant na een hoogwater. Ik wilde weten: hoe werkt dat precies?’

Samen met collega’s en studenten van de Hogeschool Zuyd, waar Tweehuysen als docent Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen was gaan werken, ontwikkelde hij een ‘afvalsampler’, voor grootschalig veldonderzoek op de rivier. ‘Tot mijn stomme verbazing had nog niemand dat ooit gedaan! We werkten op twee niveaus: we verzamelden plastic aan het wateroppervlak en ook dieper in de waterkolom. Zo ontdekte ik dat grove, dikkere stukken plastic, zoals doppen van frisdrankflessen, veelal aan het oppervlak van een turbulente rivier verzamelen. Dunne plastics, zoals folies zweven veel meer door de waterkolom. Het gevolg is dat die grove stukken na een hoogwater op de oever belanden en de folies in de struiken en bomen. Ik kon ook mooi laten zien dat de hoeveelheid rommel in het water keurig samenloopt met de slibmetingen die Rijkswaterstaat routinematig

uitvoert. Vier of vijf keer per jaar is er een hoogwaterpiek. Dat zijn de momenten dat Rijkswaterstaat eventjes veel slib in het water meet en dat er ook veel plastic door de rivieren stroomt. Maar omdat Rijkswaterstaat op die momenten het water het liefst zo snel mogelijk naar de zee afvoert, is dat juist níet het moment om het water te “blokkeren” met een vuilfilter. Hét moment om rommel op te ruimen is dus wanneer het tussen de hoogwatergolven op de kant ligt en in de struiken hangt.’

Uit die kennis startte de Stichting Waste Free Waters van Tweehuysen het zogeheten Schone Maas Project. ‘Met geld van Rijkswaterstaat, de Provincie, gemeenten en ook van het Verpakkingsfonds, dat wordt gevuld met geld uit het bedrijfsleven dat al dat plastic in eerste instantie op de markt heeft gebracht, zijn we zwerfafval gaan verzamelen. Het originele doel was om de Maas tot Mook, in het noorden van Limburg in 2020 schoon te krijgen, maar inmiddels is het project al uitgebreid tot de rest van Nederland. Er trekken nu regelmatig vrijwilligers door het landschap om afval te verzamelen voor het bij een hoogwater weer mee kan worden gesleurd door de rivier.’

‘Uiteindelijk’, stelt Tweehuysen, ‘zijn al die vrijwilligers maar een deel van de oplossing. De industrie en de overheid zullen de grote stappen moeten zetten. De industrie is gewend te denken in *Life Cycle Analyses*, of LCA’s, maar die zijn niet veel waard als je daar niet ook dat laatste stuk van het leven van een product in betreft, wanneer het afval is geworden. En om voor dat laatste stukje van het leven van een plasticzak een oplossing te vinden,

mogelijk maken'




zal de overheid doelen moeten stellen. Er zou bijvoorbeeld een verplichting kunnen komen voor een producent om hun product terug te nemen als het afval is geworden. In heel West-Europa wordt daar al mee gewerkt, behalve in Nederland. Als er een prijskaartje aan de afvalfase komt te hangen, is er ook een drijfveer voor de industrie om andere, betere en goedkopere oplossingen te vinden voor het afvalprobleem dat zij mede veroorzaken.'

De gepensioneerde ingenieur heeft wat dat betreft zijn hoop gevestigd op een proces dat pyrolyse heet: onder invloed van hoge temperaturen kunnen de lange molecuulketens van de poly-

meren in plastic weer worden teruggebracht tot monomeren, en daarmee tot de basale, olieachtige grondstof waar ze ooit uit werden gefabriceerd. 'Pyrolyse is nu nog niet economisch rendabel, maar uiteindelijk geloof ik dat het een kansrijk proces is om de heel diverse mix van allerlei vervuilde plastics, waar de recyclingindustrie nu helemaal niets mee kan, te verwerken tot iets nuttigs.'

Pyrolyse biedt ook een kans om het zwerfafval aan te pakken, stelt Tweehuysen. 'Nu zwerft dat nog als snippers over ons land, door onze rivieren en in de oceanen. Om dat afval te concentreren heb je weer mensen nodig. Zie ons wat dat betreft maar als werkmieren. Heel veel mieren kunnen met veel kleine beetjes een enorme berg afval verzamelen waar de industrie vervolgens wél iets mee kan. En om al die "mieren" te motiveren, helpt het ook als het verzamelen van afval wordt beloond. Op Haïti bijvoorbeeld zijn al initiatieven om met behulp van block-chain technologie mensen te betalen voor iedere kilo afval die ze verzamelen. Als we het verzamelen van afval niet langer als iets minderwaardigs zien, maar als een waardevolle bijdrage aan de mondiale economie, dan geloof ik oprecht dat we een circulaire economie rond plastic kunnen creëren.'

Rob Buiter

A photograph of a mountain stream with plastic waste. In the foreground, a small stream flows over rocks. Various pieces of plastic trash are scattered in and around the water, including a white plastic bottle, a blue and white plastic bag, a red and white plastic bag, a yellow plastic bag, and a white plastic cup. In the background, there are large, rugged mountains covered in snow under a clear blue sky.

Van de diepste plek in de oceaan – de elf kilometer diepe Marianentrog – tot de hoogste pieken in de Himalaya: geen plek op aarde is nog vrij van plastic. Tot in de lucht die we inademen en het water dat we drinken komen spoorpjes plastic voor. Waar komt al die troep vandaan?

Recept voor plastic soep

■ CHARLOTTE VERBURG

Twintig jaar terug ontdekte de Amerikaanse oceanograaf en kapitein Charles Moore in de Stille Oceaan de eerste zogenoemde 'plastic soep': een enorme plek met een relatief hoge concentratie rondrijvend plastic. Inmiddels is die soep een iconisch begrip bij het grote publiek. Om te begrijpen wat er aan de plastic soep kan worden gedaan – opruimen bij de bron of de uitgang? – zul je het moeten terugvolgen naar de bron. Waar komt al dat plastic vandaan?

Hoeveelheden plastic afval in de oceanen

VOLGENS EEN wetenschappelijke publicatie uit 2014, zou al het plastic in de plastic soep bij elkaar zo'n 269.000 ton wegen en bestaan uit meer dan 5.000.000.000.000 (5 biljoen) stukjes plastic. In totaal zijn er vijf enorme concentraties drijfvuil in de oceanen. Het zijn stuk voor stuk reusachtige draaikolken, of gyres, waar drijfvuil naar het midden wordt getrokken. Deze ronddraaiende stromen liggen in de Noordelijke Stille Oceaan, in de Zuidelijke Stille Oceaan, in de Indische Oceaan en in het noorden en het zuiden van de Atlantische Oceaan. Door de schaal hebben ze overigens geen enkele gelijkenis met de draaikolken die je boven een afvoerput kunt zien.

De hoeveelheden plastic verschillen per gyre: van ruim twintigduizend stukjes plastic per vierkante kilometer in de Noord Atlantische gyre tot meer dan driehonderdduizend stukjes per vierkante kilometer in de noordelijke Stille Oceaan. De meeste gevonden stukjes zijn kleiner dan 5 mm. Een simpele rekensom leert dat deze hoeveelheden plastic, vertaald naar deeltjes per liter in, zeg, de bovenste drie meter van de oceaan neerkomen op 0,1 deeltje per duizend liter water. In de meest vervuilde gyre is de soep dus eerder een waterig bouillonnetje en gelukkig nog geen stevige gevulde erwtensoep!

Ook buiten de gyres worden relatief hoge concentraties van plastic drijfafval gerapporteerd. Dit zijn de zogeheten hotspots. De meest voorkomende hotspots ter wereld zijn baaien bij grote steden of andere baaien waar plastic achterblijft en accumuleert, bij de mondingen van rivieren, langs

Ocean Cleanup zet het plastic probleem stevig op de kaart

The Ocean Cleanup

Het is zonder twijfel het meest in het oog springende initiatief van de laatste jaren om de plasticvervuiling aan te pakken: The Ocean Cleanup van de voormalige Delftse student en tegenwoordige ondernemer Boyan Slat. Met een opvallend idee – ruim het afval dat zich in onze oceanen verzamelt op! – wist hij wereldwijd meer dan 20 miljoen dollar aan sponsorgelden binnen te halen. In september 2018, vijf jaar na het lanceren van het idee en met diverse testresultaten van prototypes op zak, konden Slat en zijn inmiddels opgetuigde team van ingenieurs dan ook een eerste versie van hun ‘Ocean Cleaner’ het water op sturen: ‘System 001’, zoals zij het zelf noemden.

Het systeem bestaat uit een drijvende buis van 600 meter lang, met daaronder een scherm dat tot drie meter onder het wateroppervlak hangt. Zachtjes voortgedreven door de wind en de golven, moet die buis als een halve cirkel net iets sneller dan de stroomsnelheid, autonoom door de oceaan bewegen, waardoor al het materiaal dat op of in de bovenste drie meter van de oceaan drijft wordt verzameld. Het systeem verplaatst zich zó langzaam dat vissen en andere levende wezens zonder problemen onder het drie meter diepe scherm heen kunnen duiken, zo luidt de hypothese. Na enige tijd kan een

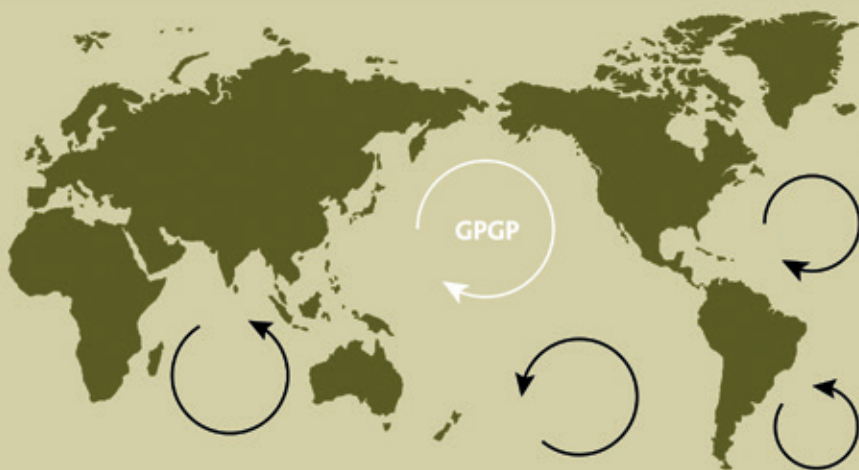
schip de halve cirkel binnenvaren en als een gigantische ‘mariene vuilnisman’ het verzamelde en geconcentreerde afval simpel van het oppervlak scheppen, om het vervolgens aan de kust te verwerken. Omdat de drijver en de bijbehorende elektronica door zonnepanelen van stroom worden voorzien, en het verzamelde plastic wordt verwerkt tot nieuwe producten, gaan Slat en zijn collega’s ervan uit dat het hele systeem energieneutraal kan werken.

Tot zover de theorie. Het systeem dat in september vanuit Californië de ‘Great Pacific Garbage Patch’ opzocht, ligt inmiddels voor reparatie in een haven van Hawaï. Niet alleen bleek het in de huidige opzet het verzamelde plastic weer te verliezen, ook de krachten van de oceaan bleken te groot voor de huidige constellatie van 600 meter buizen, netten, drijvers en elektronica. Het hoort er allemaal bij, stelt Slat op zijn website theocean-cleanup.org. Revolutionaire ideeën worden zelden in één take op de wereld gezet.

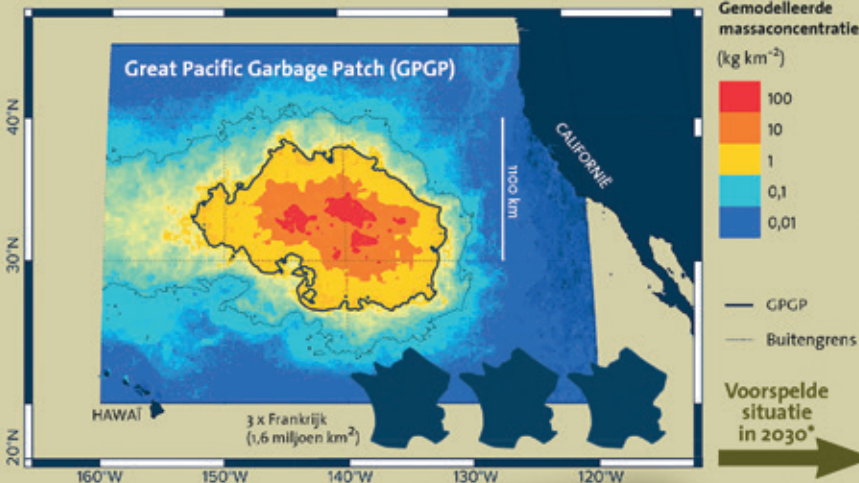
Toch ontvangen Slat en collega’s ook de nodige sceptische reacties, met name vanuit de wetenschap en van andere ngo’s. De reacties variëren van ‘gaat nooit werken’ tot ‘verspilling van miljoenen die je beter in het voorkómen van het

probleem kan steken.’ Bovendien zou het drijvende scherm ook wel eens een hoop plankton kunnen opvegen, wat weer voedsel voor vissen had kunnen zijn. Al die sceptis ten spijt, lijkt het wel duidelijk dat de enigszins excentrieke Slat met zijn drieste plan heel veel mensen wereldwijd heeft bereikt en daarmee het probleem ‘plastic soep’ nog nadrukkelijker op de kaart heeft gezet dan daarvoor. Op het moment van ter perse gaan van dit cahier lag ‘System 001’ nog steeds in de haven van Hawaï te wachten op de tweede ronde van praktijktests.

OCEAN CLEANUP SYSTEEM: EEN MOOIE JONGENS DROOM

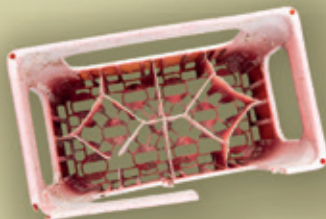


De Great Pacific Garbage Patch (GPGP) ligt tussen Californië en Hawaï. Het drijvende afval is verspreid over een oppervlak van 3x Frankrijk.



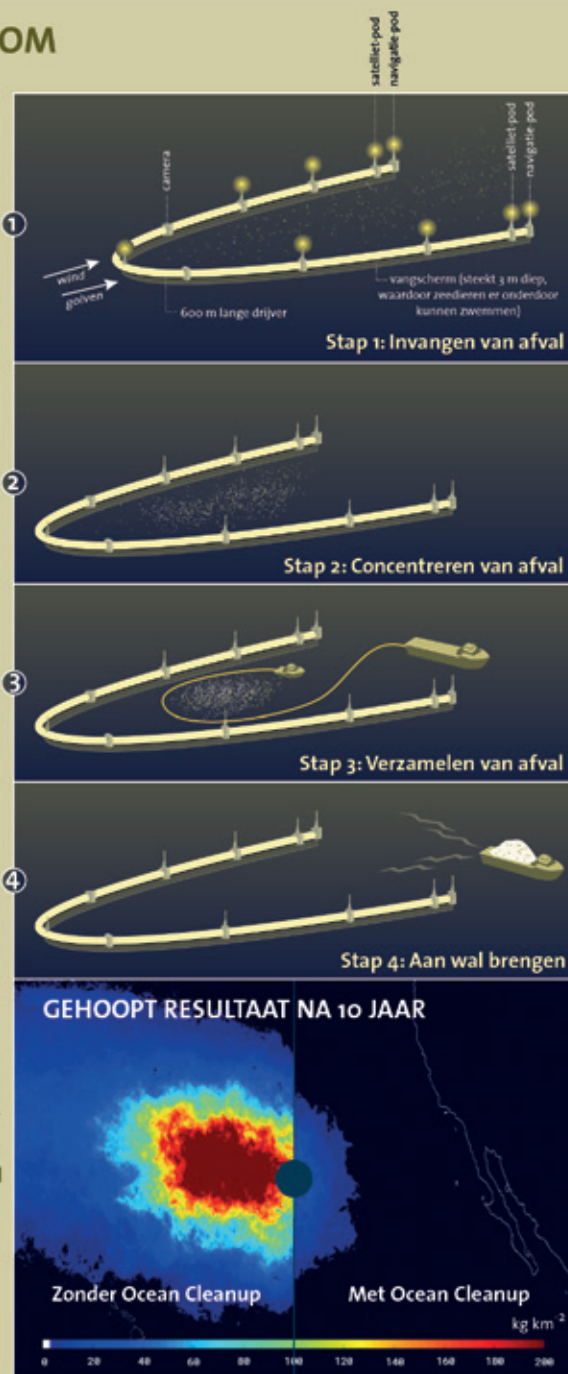
500 JUMBO'S AAN PLASTIC AFVAL

Op de tijd van meten zweefden er naar schatting 1,8 biljoen grote en kleine plasticdeeltjes in de Great Pacific Garbage Patch. Samen wegen ze 80.000 ton, evenveel als 500 Jumbo Jets.



(*maar na de eerste tests lijkt dit toch wel erg optimistisch)

Een in 1977 geproduceerde plastic kratje, aangetroffen in de Great Pacific Garbage Patch



kusten met industrieterreinen en op plekken waar oceaanstromen bij elkaar komen.

Drijfvuil in de zeeën en oceanen bestaat voornamelijk uit plastic, hoewel de samenstelling wel kan verschillen op regionale en lokale schaal. Ook op andere locaties zoals op stranden en in havens bestaat het merendeel van het zwerfafval uit plastic.

Herkomst van plastic afval

Omdat meer dan 90% van het plastic afval in de zeeën en oceanen lange afstanden kan afleggen of kan zinken, is het niet precies duidelijk hoeveel plastic de zeeën en oceanen bereikt. Door onderzoek te doen op stranden ontstaat wel een goed beeld van het afval dat rondzwerft in de zee en vervolgens aanspoelt op het strand. Een onderzoek tussen 2014 en 2015 op de stranden van de Noord-Atlantische Oceaan liet zien dat er veel niet te identificeren plasticdeeltjes werden gevonden,

gevolgd door voedsel- en drinkverpakkingen en voorwerpen van scheepvaart en visserij, zoals netten en touwen. Op basis van de resultaten van dit onderzoek geeft onderstaande figuur een overzicht van de meest voorkomende voorwerpen gevonden op de stranden per zee.

Ook op de Nederlandse stranden wordt veel plastic zwerfafval aangetroffen. Op basis van 154 enquêtes tussen 2002 en 2012 kwamen de volgende vijf afvalvoorwerpen het meeste voor:

- Netten en touwen
- Stukjes plastic/polystyreen
- Plastic tasjes
- Plastic doppen en deksels
- Snoep, chips- en snackverpakkingen en lollystokjes

Stichting De Noordzee voert ieder kwartaal veldonderzoek uit op niet-toeristische stranden. Dat



Het grootste deel van het afval in de oceanen komt daar via de rivieren

onderzoek bevestigt de overmaat aan plastic zwerfafval op de Nederlandse stranden. Hier werden ook veel ballonnen en linten op de monitoringslocaties gevonden. Op basis van een periode van veertien jaar monitoren op vaste locaties en op gezette tijden zijn de belangrijkste bevindingen:

- per 100 meter strand worden gemiddeld 370 stuks afval aangetroffen;
- over een periode van twaalf jaar is er geen significante daling vast te stellen;
- het grootste aandeel (93%) bestaat uit plastic;
- meer dan de helft van het afval op de gemonitorde stranden komt van visserij en scheepvaart;

De jaarlijkse opruimactie van Stichting de Noordzee en aannemer Boskalis, op zowel toeristische als niet-toeristische locaties, leverde in 2018 nog 11.163 kilo zwerfafval op. Het hoge aandeel sigarettenpeuken en ballonresten was opvallend.

De rivier als bron

Rivieren brengen jaarlijks tonnen afval van land naar zee. Met name het drijvende zwerfafval belandt uiteindelijk in zee. Hoeveel afval er door de grote rivieren wordt meegevoerd is goed te zien na een periode van hoogwater: het afval blijft dan liggen langs de rivieroever of hangen in struiken en bomen. Bij een volgend moment van hoogwater kan dat afval vervolgens worden meegevoerd of het blijft op een volgende locatie langs de oevers liggen waar het niet alleen voor esthetische maar ook voor ecologische problemen kan zorgen.

Uiteindelijk zijn de exacte hoeveelheden afval die jaarlijks naar zee stromen onbekend. Daarom zijn er monitoringsprogramma's ontwikkeld en uitgevoerd langs de oevers van rivieren. Die geven inzicht in de belangrijkste plastic items die vanaf het land de zee bereiken; onmisbare kennis wil je ooit de toevoer van plastic via rivieren aan de bron te stoppen. Dit project 'Schone Rivieren' van verschillende gemeentes, provincies, Rijkswater-

staat en ook de Universiteit Leiden, doet al vijf jaar op grote schaal onderzoek naar de hoeveelheden, samenstelling en herkomst van het afval langs de rivieren. Het programma verzamelt met behulp van vrijwilligers gegevens voor wetenschappelijk onderzoek. Gemiddeld werden er in de afgelopen jaren per 100 meter rivieroever zo'n 224 voorwerpen gevonden. De meest gevonden voorwerpen waren:

- ondefinieerbare stukken en folie plastic, kleiner dan 50 cm,
- snoep-, snack- en chipsverpakking en lollystokjes,
- drankblikjes,
- drankverpakkingen plastic (flessen, wikkels en doppen),
- stukjes glas.

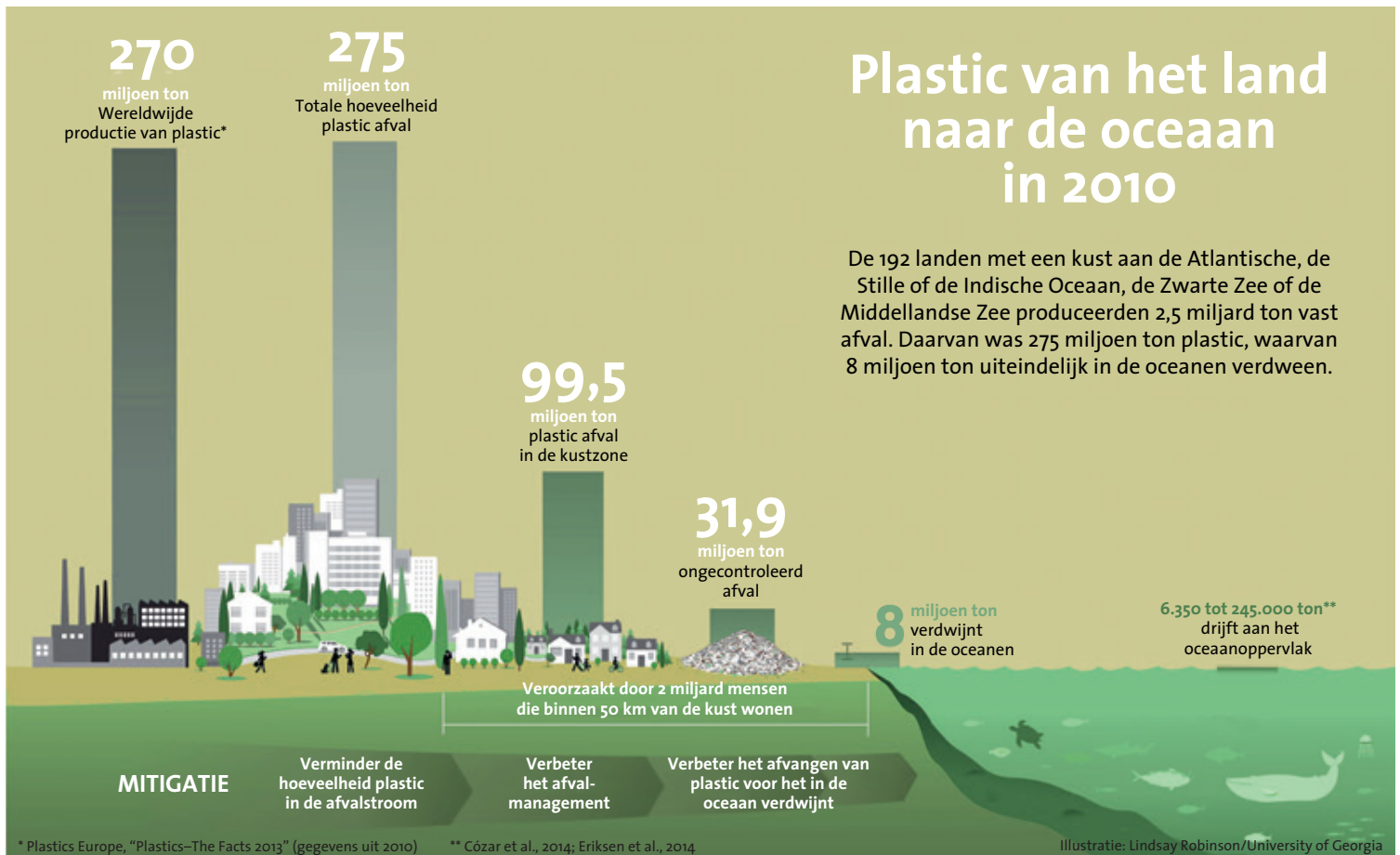
Uit de monitoringsresultaten langs de oevers van de Maas en de Waal in 2017 blijkt dat al in de rivieren veel afval zodanig is verweerd dat het lastig is de bron te herleiden. Andere, beter herkenbare stukken plastic waren met name afkomstig van consumenten en recreanten. Daarnaast werd ook veel gedumpt afval gevonden, tot stapels laminaat, meubels en volle vuilniszakken aan toe.

Drijvende krachten achter plasticvervuiling

OM DE bronnen van de plastic soep aan te pakken is het van belang om ook de drijvende krachten van plastic afval in de zeeën en oceanen inzichtelijk te maken. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de hoeveelheid die in rivieren terechtkomt en die in de zeeën terechtkomt. Daarnaast wordt plastic afval gecategoriseerd om de bronnen, samenstellingen, hoeveelheden, en de levensduur van plastic in het milieu te kunnen vaststellen. Marien en rivierafval

wordt op verschillende manieren gedefinieerd en beschreven, zoals op grootte, vorm, kleur, polymeer-type, oorsprong (bijvoorbeeld van huishoudens of van de scheepvaart), gewicht, en origineel gebruik (bijvoorbeeld verpakking, touw). Een van de meest gebruikte kenmerken is de grootte. Zo staat macroplastic voor voorwerpen die groter zijn dan 5 mm, microplastic voor plasticdeeltjes tussen de 0.1 µm en 5 mm, en nanoplastic voor deeltjes kleiner dan 0.1 µm.

Macroplastic wordt voornamelijk gecategoriseerd naar het oorspronkelijke gebruik, zoals afval dat op straat wordt gegooid en visnetten die achterblijven



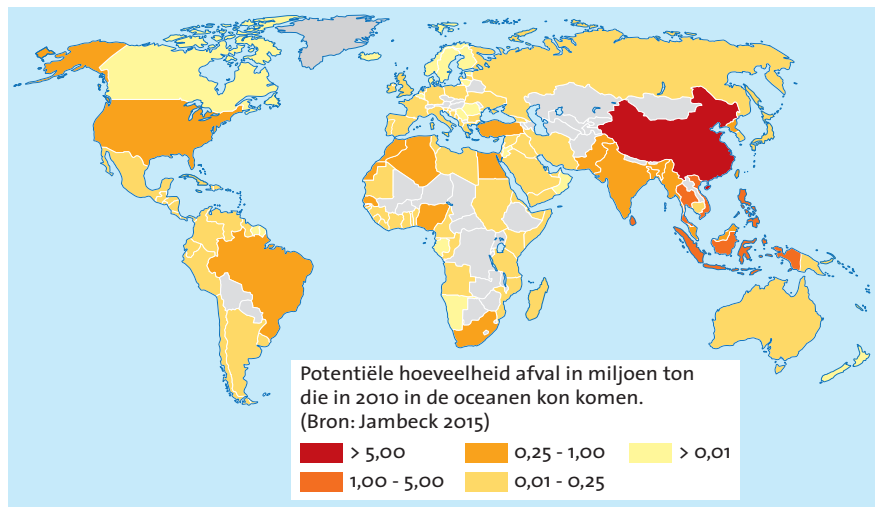
in zee. Daardoor zijn de mogelijke bronnen van macroplastic te onderscheiden naar sector, zoals scheepvaart, toerisme, en landbouw. Microplastics worden onderscheiden naar oorsprong. Secundaire microplastics komen voort uit de afbraak van grotere plastic voorwerpen in het milieu, en primaire microplastics uit deeltjes die direct in het milieu terecht zijn gekomen, zoals 'microbeads' die vrijkomen uit verzorgingsproducten. Nanoplastics zijn vooralsnog moeilijk te identificeren.

Plastic soep is een snelgroeiend en complex milieuprobleem. De populariteit van plastic materialen is toegenomen terwijl de toepassingen eindeloos zijn en er vele manieren bestaan om als afval in het milieu terecht te komen. Bovendien is het probleem grensoverschrijdend en kunnen de oorzaken en gevolgen van plastic vervuiling regionaal en lokaal verschillen. Om de plastic soep te verkleinen is het essentieel om een beter inzicht te krijgen in de oorzaken die bijdragen aan plastic in de oceanen.

Onderzoek toont aan dat het meeste plastic in de oceanen afkomstig is van het land. Geschat wordt dat er elk jaar zo'n 8 miljoen ton aan plastic bijkomt van het land en nog eens zo'n 2 miljoen ton van schepen. Er zijn echter wel regionale verschillen, zo komt er in de Middellandse zee meer recreatief afval voor vergeleken met de Noordzee, waar een aanzienlijk deel van het plastic van de visserij en de scheepvaart afkomstig is.

Aan de bron

Het gebruik van plastic is enorm gestegen. Zo was de mondiale vraag naar plastic in 1950 nog rond 5 miljoen ton terwijl dat in 2015 was gestegen naar meer dan 300 miljoen ton. Ook de hoeveelheid plastic afval is sterk toegenomen. Niet al het afval wordt verzameld en verwerkt, een substantieel deel belandt in het milieu. De belangrijkste drijvende kracht achter plastic zwerfval is een groeiende bevolking en de groeiende vraag van



consumenten naar voedsel, cosmetische producten, transport, gebouwen en vrijetijdsbesteding. Producenten spelen hierop in door plastic producten op de markt te brengen voor sectoren als de landbouw, aquacultuur, visserij, toerisme, bouw, transport en huishoudens.

Het toenemende aanbod en de consumptie van plastic producten zorgt voor een stijgende hoeveelheid afval. Van de hoeveelheid geproduceerd plastic is ruim 40% bedoeld voor de verpakkingindustrie, met name voor eenmalig gebruik. Het gaat hier vaak om producten gemaakt van PE of PET.

Plastic afval belandt zowel opzettelijk als onopzettelijk in het milieu. Vaak komt dat door een combinatie van een ineffektieve manier van afvalverzameling en ineffektieve rioolwaterzuiveringssystemen, samen met het ontwerp van plastic producten. Plastic afval vanaf het land wordt voornamelijk door rivieren en kanalen getransporteerd naar de kustwateren, maar ook de stranden en havens zijn een belangrijk transportroute voor plastic zwerfafval om de kustwateren te bereiken. Bovendien is uit recent onderzoek naar voren gekomen dat plasticdeeltjes en vezels kleiner dan 1 mm zich ook via de lucht kunnen verspreiden.

Voorkomen beter dan opruimen

PLASTIC BREEKT op zijn best zeer langzaam of helemaal niet af. Eenmaal in het milieu is de kans klein dat het nog kan worden verwijderd. Het overgrote deel van het plastic in de oceanen zinkt naar de zeebodem en een kleine fractie zweeft in de waterkolom of drijft aan de oppervlakte. Slechts een klein deel van het afval kan worden verwijderd.

Het is dan ook essentieel om afval bij de bron aan te pakken. Een makkelijke oplossing zou zijn: de productie van plastic simpelweg verminderen. Dit is makkelijker gezegd dan gedaan. In de laatste tien jaar is er meer plastic geproduceerd dan in de hele twintigste eeuw. De plastic productie stijgt jaarlijks nog met 8% en het grootste gedeelte daarvan

is bedoeld voor eenmalig gebruik en wordt daarna direct weggegooid. Het vergt een gezamenlijke inspanning van het bedrijfsleven, consumenten, maatschappelijke organisaties en de overheid om de hoeveelheid zwerfval in de zeeën en oceanen te verminderen.

Verspreiding van zwerfafval wordt in Nederland gecontroleerd door gemeenten, door regels op te nemen in de gemeentelijke afvalstoffenverordening. Het illegaal dumpen van afval kan bijvoorbeeld worden bestempeld als economisch delict. Tegelijk zijn de mogelijkheden van overheden beperkt, zolang ze niet willen afglijden tot het niveau van controle zoals in bijvoorbeeld Singapore. Daar wordt alleen al het kauwen van kauwgom zwaar beboet, ook al gooi je de kauwgom niet op straat maar in de prullenbak.

Er ligt dan ook een grote verantwoordelijkheid

Het grootste deel van het afval in zee komt daar terecht via rivieren, zoals de Pasig op de Filipijnen.



Ban op plastic? Afrikaanse landen doen het gewoon!

Wie met het vliegtuig naar Rwanda reist, komt bij de douane voor een verrassing te staan. De beroemde, knalgele 'See-Buy-Fly-tasjes' van Schiphol mag je bij de grens inleveren! Net als alle andere plastic zakken die je bij je zou kunnen hebben, trouwens. De eventuele inhoud mag je natuurlijk gewoon houden.

In 2004 was Rwanda wereldwijd het eerste land dat een complete ban invoerde op plastic zakken. Diverse landen op het Afrikaanse continent volgden het voorbeeld. Vorig jaar nog voegde Kenia zich bij het rijtje. Het betekende wel iets, deze stap van het Oost-Afrikaanse land. Volgens cijfers van de Verenigde Naties werden er alleen al in de Keniaanse supermarkten jaarlijks 100 miljoen plastic zakjes uitgedeeld. Inmiddels staat de teller op 15 Afrikaanse landen die een verbod of een serieuze belasting hebben ingevoerd op plastic zakken. In het West-Afrikaanse land Mauritanië riskeren producenten van plastic zakken zelfs een celstraf van één jaar.

Wat dat betreft loopt het 'ontwikkelde' Europa stevig achter op Afrika, al was het probleem op ons continent beperkter door betere centrale afvalverzameling. Europa heeft de volgende maatregelen bijgeschreven:

- Het Europees Parlement stemde eind 2018 voor een verbod op tien plastic producten die doorgaans maar één keer worden gebruikt. Het gaat onder meer om rietjes, bestek, borden, roerstokjes en wattenstaafjes.
- De Europese Commissie wil dat alle kunststofverpakkingen op de EU-markt tegen 2030 worden gerecycled, het gebruik van plastic voor eenmalig gebruik wordt teruggedrongen en het opzettelijke gebruik van microplastics wordt beperkt.
- Duitsland heeft sinds 1 januari 2019 een nieuwe Verpakkingswet. Hierin zijn hogere recyclequota vastgesteld voor verschillende verpakkingsmaterialen. Waar de Europese Commissie in haar wetgeving ook aandacht besteedt aan de afbreekbaarheid van de verpakking, is de Duitse definitie van recyclen in deze wet vooral gericht op het scheiden, verzamelen en hergebruik van de materialen.
- Frankrijk nam in 2015 een wet aan die plastic zakken uit winkels moet weren. Daarnaast is plastic bestek vanaf 2020 verboden, tenzij het gemaakt is van biologische grondstoffen.
- Italië verbood in 2011 plastic wattenstaafjes en plastic zakken.
- Engeland wil in 2020 een heffing invoeren van 5 pence op elk tasje.

En wat doet ons land? Nederland heeft sinds 2016 alleen een verbod op het gratis weggeven van plastic tassen. Daarnaast heeft de Nederlandse overheid met een aantal belangengroepen de Green Deal Schone Stranden

gesloten. Partijen moeten met elkaar zorgen voor schonere stranden, bijvoorbeeld door het plaatsen van borden en het uitdelen van prikkers bij georganiseerde opruimacties. Ons kabinet gokt vooralsnog vooral op mentaliteitsverandering van de rotzooi veroorzakende burger. Verder vertrouwt de Nederlandse overheid erop dat verschillende branches hun eigen verantwoordelijkheid nemen, bijv. de cosmetica-branche bij het zoeken naar alternatieven voor microplastics in cosmeticaproducten. Begin 2019 presenteerde Staatssecretaris Stientje van Veldhoven van Infrastructuur en Waterstaat haar zogeheten Plastic Pact (zie ook het voorwoord van dit cahier). Daarin tekenen ongeveer tachtig bedrijven en organisaties voor 'het bestrijden van de plastic soep'. De ondertekenaars, waaronder grote bedrijven als Friesland Campina, Vrumona en Coca Cola, supermarktketen Jumbo en evenementenorganisaties als de Vierdaagse, spreken af om 'de milieudruk van plastic te verminderen en de circulariteit te bevorderen.'

Onder de lijst met enthousiaste NGO's ontbreekt opvallend genoeg de Plastic Soup Foundation. Directeur Maria Westerbos van de stichting denkt namelijk dat het pact niet veel invloed zal hebben op de plastic soep. Feitelijk roept Westerbos op tot daadkracht van Afrikaans niveau. 'De suggestie van de overeenkomst is, dat we de plastic soep de baas kunnen worden door beter en meer te recyclen. Om de plastic soep te bestrijden, zouden directe effectieve maatregelen, zoals uitbreiding van



De Europese ban op 'eenmalige plastics': een druppel op een gloeiende plaat?

statiegeld, moeten worden genomen. Ook een wettelijk verankerde doelstelling om de productie en het gebruik van eenmalig gebruikte plastic in absolute zin te verminderen, is van groot belang. De groei van de plastic productie blijft echter onbetwist, deze neemt in de komende tien jaar naar verwachting wereldwijd met 10 procent toe', aldus Westerbos.

Rob Buiten

Overheid heeft belangrijke rol in terugdringen van plastic afval

bij consumenten. Zij zorgen voor een vraag op de markt en kunnen keuzes maken in de producten die worden gekocht. Bovendien wordt er van al het plastic dat we dagelijks gebruiken/aanschaffen/in huis halen 50% binnen twintig minuten weggegooid waarvan circa 3% vervolgens in het water terecht komt. Het terugdringen van dergelijke plastic producten voor eenmalig gebruik zal naar verwachting een groot effect hebben op de plastic soep. Consumenten kunnen bijvoorbeeld kiezen geen plastic tassen meer aan te schaffen, of producten die onnodig verpakt zijn in plastic.

Ook het bedrijfsleven heeft een belangrijke rol in het verminderen van plastic afval, aangezien zij producten produceren en op de markt brengen. Zo kunnen zij technieken ontwikkelen die zorgen dat gerecycled plastic weer in hoogwaardige producten kan worden toegepast. Zij kunnen alternatieve materialen zoeken om bepaalde producten te produceren en onnodig materiaal in de productieketen en in het eindproduct zoveel mogelijk vermijden. Maar de kosten voor de productie van plastic zijn laag en er bestaan dus ook weinig economische prikkels om materiaal te recyclen of om daarin te investeren.

Daarom heeft ook de overheid een belangrijke rol in het verminderen van plastic afval. Overheden kunnen consumenten stimuleren om te recyclen door het invoeren van statiegeld op plastic verpakkingen, of door bepaalde producten helemaal te verbieden. Sinds 1 januari 2016 geldt bijvoorbeeld een verbod op gratis plastic tassen in winkels. Dit is een eerste stap, maar ook andere producten zouden verboden kunnen worden, zoals bijvoorbeeld cosmetica met microplastics. Daarnaast kunnen overheden ook internationaal samenwerken om grensoverschrijdend afval te voorkomen.

‘Bellenscherm vangt groot deel van

■ FRANCIS ZOET, *The Great Bubble Barrier*

HET IS dat het team van ‘*The Great Bubble Barrier*’ drijvend testmateriaal in de rivier heeft losgelaten, anders zou je vanaf de kant niet eens veel zien van hun onderzoek. Wie goed kijkt ziet in het rustig stromende water van de IJssel, net na de stadsbrug in Kampen wel een diagonale lijn met kleine belletjes over de rivier lopen, maar om nou te zeggen dat het een ‘grote barrière’ is? Des te opmerkelijker is het effect.

‘We laten vanaf het water verschillende typen testobjecten los’, vertelt één van de initiatiefnemers van het bellenscherm, Francis Zoet. ‘Er is gekozen voor biologisch afbreekbare materialen, zodat wanneer we een testobject verliezen er geen extra vervuiling van het milieu plaatsvindt. Op advies van onze onderzoekspartner Deltares werken we met sinaasappels, om het effect van de Bubble Barrier op de oppervlaktestroming in de rivier te testen. Die sinaasappels hebben een zelfde dichtheid als water, en volgen daardoor grotendeels hetzelfde stromingspatroon als plastics in water. Daarnaast zijn ze groot, rond en oranje waardoor ze goed zichtbaar zijn in open water. Ook laten we ook een soort vlotjes met vlaggetjes los, die op het water drijven en vatbaarder zijn voor de wind. Met de vlaggetjes kunnen we ze goed volgen en ook makkelijker terugvinden wanneer ze niet door het bellenscherm worden gevangen.’ Maar over dat laatste hoeven de onderzoekers zich duidelijk niet veel zorgen te maken. Zodra de sinaasappels en de vlotjes bij de bellen komen, drijven ze gedwee langs de diagonale lijn naar de kant, waar ze een-

voudig weer uit het water worden gevestigd. Een enkel vlaggetje passeert het scherm en wordt vervolgens alsnog uit het water gevestigd door dezelfde onderzoekers die ze even daarvoor te water hadden gelaten.

‘De resultaten van de pilot zijn boven verwachting’, vertelt Zoet. ‘De kracht van de luchtballen leidt 83% van de sinaasappels en 89% van de vlotjes naar de kade. Hoe de succesratio is met zwevende objecten, zoals folies of plastic zakken, kunnen we nog niet met zekerheid zeggen. Dergelijke materialen zullen waarschijnlijk wat lastiger te vangen zijn dan objecten die aan het oppervlak drijven. Met een eerder uitgevoerde pilot in het lab bij Deltares, zagen we dat ongeveer de helft van het zwevend materiaal werd afgevangen. In deze eerdere experimenten werd ook aangetoond dat het bellenscherm plastics tussen 1 mm en 1 meter grootte naar de kant geleidt.’

Vanaf de hoge brug over de IJssel is het scherm een stuk duidelijker te zien als een lijn die halverwege de rivier begint en in de luwte tussen twee kribben langs de rivier eindigt. Zoet: ‘Voorafgaand aan de pilot heeft Rijkswaterstaat een onderzoek uitgevoerd naar de impact van bellenschermen op vismigratie. Over het algemeen zijn veel vissoorten in staat door het scherm heen te zwemmen, omdat het scherm bij de bodem een geringe sterkte heeft. Ook kunnen zij er onderdoor zwemmen, omdat het scherm iets boven de bodem is geplaatst. Maar het grootste voordeel van een Bubble Barrier ten opzichte van andere opvangsystemen is dat er over de gehele breedte plastic wordt verzameld terwijl de scheepvaart er ongehinderd overheen

drijvend vuil uit rivier'



vaart', stelt Zoet, zelf watersporter. 'Dit idee is ook uit liefde voor het water geboren. Net als mijn medeoprichters Saskia Studer en Anne Marieke Eveleens zeil ik graag en verbaasde ik mij over de grote hoeveelheden plastic die in het water drijft. Van de geschatte acht miljard kilo plastic die ieder jaar in de oceaan terecht komt, blijkt twee derde daar terecht te komen via de rivieren. Dan heb je het dus over één volle vuilniswagen per minuut! Met dat gegeven in ons achterhoofd wilden we graag concreet aan de slag met de vervuiling in de rivieren.'

De pilot in de IJssel is gerealiseerd in samenwerking met en ondersteund door een team van Rijkswaterstaat, onderzoeksbureau Deltares en aannemerscombinatie BAM/van den Herik. Ging het in de IJssel nog om een proef, later dit jaar zullen de mensen van *The Great Bubble Barrier* hun eerste permanente Bubble Barrier installeren. Ze zijn daarbij enorm gesteund door de prijs van een half miljoen euro die zij in 2018 kregen in de *Green Challenge* van de Postcodeloterij. 'We zijn hierdoor in staat te investeren in onze *social enterprise*, zodat we zo veel mogelijk Bubble Barriers kunnen gaan realiseren de komende jaren, en zo veel mogelijk plastic af kunnen vangen', aldus Zoet. 'De exacte kosten van een Bubble Barrier zijn afhankelijk van de locatie, omdat iedere rivier een andere breedte, diepte, stroomsnelheid en bodemprofiel heeft. Dergelijke vragen hopen we met de realisatie van onze volgende Bubble Barrier te beantwoorden, die, als alles goed gaat, medio 2019 zal worden gerealiseerd.'

Uiteindelijk hopen de initiatiefnemers niet alleen Nederlandse rivieren en grachten plasticvrij te maken. Zoet: 'Onze droom is ook om in rivieren in de rest van Europa Bubble Barriers te plaatsen en uiteindelijk aan de slag te gaan in Azië. Daar is plasticvervuiling in het water nog veel groter dan hier, maar vergt het ook een grotere integrale aanpak. Daar willen we graag naartoe groeien de komende tijd.'

Van beroep: zwerfafvalraper

■ DIRK GROOT, Zwerfinator

IN HET begin geneerde hij zich nog wel een beetje, met zijn afvalzak aan de kinderwagen gebonden. Maar toen hij de eerste dikke duimen omhoog kreeg, begon 'zwerfinator' Dirk Groot er ook wel een goed gevoel bij te krijgen. 'Het begon letterlijk bij de geboorte van mijn eerste kind. Lopend achter de kinderwagen stoorde ik mij steeds meer aan het zwerfafval dat ik overal zag liggen. Maar mopperen hielp natuurlijk niets. Totdat iemand zei: als het je zo stoort, waarom ruim je het dan niet op? En dat ben ik toen maar gaan doen.'

Nu, zes jaar later trekt Groot een ontzuisterende conclusie: 'Mopperen helpt niet, maar rapen ook niet. Ik heb systematisch een stuk tussen mijn huis en het centrum van Purmerend schoongemaakt en ook de gemeente maakte daar regelmatig schoon. En wat blijkt: of het nou schoon is of vies: de volgende dag komt er weer net zoveel zwerfafval bij. Het frame dat een schone omgeving het makkelijker maakt om schoon te blijven klopt volgens mij dan ook niet.'

Sinds zijn eerste besmukte afvalzak aan de kinderwagen is Groot inmiddels professioneel zwerfafvalraper geworden. 'Ik verdien nu letterlijk mijn brood als Zwerfinator. Bij één van mijn eerste stukken opgeraapt zwerfafval maakte ik een foto'tje, voor het twitteraccount van collega-afvalraper Henk Vrugt: "een zwerfie", zoals hij dat noemt. Kort daarvoor hoorde ik op de radio iets over de "Terminator" Arnold Schwarzenegger, dus ik riep spontaan "Hasta la vista, zwerfie!". Zo is mijn titel Zwerfinator ontstaan. Nu raap ik onder die naam niet alleen afval, ik geef ook lezingen op scholen en ik doe veldonderzoek voor gemeentes en een aantal

grote bedrijven. Voorheen werkte ik in de IT, dus ik ben vrij handig met databases. Met de gegevens achter de app *litterati* bijvoorbeeld, kan ik heel nuttig onderzoek doen over de aard en de hoeveelheid zwerfafval die overal wordt gevonden.'

Eén van de dingen die Groot constateerde is dat plastic flesjes misschien wel een relatief groot volume uitmaken in het zwerfafval, maar dat het per saldo toch maar een beperkt deel van het probleem is. 'Statiegeld is natuurlijk de aangewezen manier om dat probleem aan te pakken, maar dan blijft er nog meer dan genoeg ander zwerfafval over.'

Met zijn wijsheid-uit-het-veld boog Groot zich ook al over de 'Mispaksel-verkiezing' van Greenpeace. 'In 2018 verkozen zij de individueel verpakte snoepjes van red-band als meest onzinnige verpakkingen. Daar hebben ze op zichzelf natuurlijk volkomen gelijk in, maar als ik vervolgens ga kijken hoe vaak ik die verpakkingen tot nu toe op straat vind, dan is het antwoord: eigenlijk nooit!' Ook de politiek en de bedrijven kunnen op de nuchtere blik van de Zwerfinator rekenen. 'De politiek kan wel roepen: we schaffen de plastic rietjes af, maar op straat ga je daar volgens mij bijna niets van merken, het is maar een heel klein deel van het probleem.'

Uiteindelijk zit onze natuur ons dwars, denkt Groot. 'In de buurt van een grote fastfoodketen vind ik bijvoorbeeld veel plastic sausbakjes in de sloot. Die worden daar niet door de mensen ingegooid, maar door vogels, die ze eerst uit de afvalbakken hebben gevist. Net als die vogels is



ook de “diersoort mens” evolutionair geprogrammeerd om alles wat hij niet nodig heeft achter zich te laten vallen. En dan is het laagje beschaving helaas erg dun hoor. Zelfs op een conferentie van *Nederland Schoon* zie je een enorme hoop kartonnen koffiebekertjes in de zaal achterblijven als de vergadering is afgelopen.’

Met vingerwijzingen naar andere delen op de wereld, waar het zwerfafvalprobleem veel erger is dan bij ons, daar heeft Groot al helemaal niets mee. ‘Natuurlijk kun je mij een foto laten zien van een strand op Bali dat helemaal vol ligt met troep. Maar dat soort plekken kan ik in Nederland ook wel

fotograferen hoor! In ons land is het weliswaar een enorm stuk beter geregeld. Wij hebben vuilniswagens en centrale inzameling die ze op veel plekken in Azië niet hebben. Maar ik woon nu eenmaal in Nederland en dus wil ik hier iets doen aan het afvalprobleem.’

Wat dat betreft denkt Groot dat 2018 wel een soort ‘kanteljaar’ is geweest. ‘Ik zie het misschien nog niet in de bermen en onder de struiken, maar in de opinie heb ik wel het idee dat er wat verandert. Het zijn nu nog vooral de brave burgers die “om” gaan, maar ook in de politiek, in Den Haag en in Brussel beweegt het. En uiteindelijk is dat het niveau waarop er dingen moeten veranderen. Vervolgens kan ik als Zwerfinator blijven monitoren of er ook op straat wat verandert, terwijl ik op scholen wil blijven werken aan bewustwording.’

Rob Buiten



Plastic dat in de zee komt vervalt vroeg of laat in minuscule stukjes micro- of zelfs nanoplastic. Dat maakt het zoeken en eventueel opruimen een lastige zaak. ‘Maar over de ecologische effecten van die plasticdeeltjes maak ik mij vooralsnog geen grote zorgen’, zegt de Wageningse chemicus professor Bart Koelmans.

4

Plastic, milieu en gezondheid

■ ROB BUITER

Professor Bart Koelmans blijkt een groot fan van de hebbedingetjes van een Nederlandse grootgrutter. Vele honderden balletjes in de vorm van een gemankeerd hamstertje heeft hij al verzameld; om ze vervolgens resoluut open te snijden. ‘De plastic korreltjes die erin zitten hebben een mooie grootte voor veel van onze experimenten, niet groter dan vijf millimeter’, zo verklaart Koelmans zijn bijzondere verzameldrang. En zo kan het dus gebeuren dat de hoogleraar niet alleen in zijn lab maar ook op zijn werkkamer een flinke pot korreltjes uit de ingewanden van de ‘Appiehamsters’ heeft staan.

Hoe kleiner het deeltje, hoe groter het oppervlak

DE PLASTIC korreltjes op het bureau van Koelmans hebben een doorsnede van maximaal vijf millimeter. ‘Door die grootte hebben ze natuurlijk een relatief groot oppervlak ten opzichte van hun inhoud, legt hij uit. ‘En daar zit direct het venijn van microplastics. Op een groot oppervlak kunnen veel reacties plaatsvinden. Precies om die reden worden er ook met opzet nanomaterialen gemaakt. Een groot blok van bijvoorbeeld titaniumoxide is chemisch gezien volstrekt oninteressant. Pas wanneer een deeltje TiO₂ als nanodeeltje wordt toegevoegd aan bijvoorbeeld verf, krijgt het toegevoegde waarde. Dan blijkt het niet alleen kraakhelder, wit pigment,

maar ook een katalysator die vervuilende stoffen uit de lucht kan afbreken.’

Dat grote oppervlak van nanodeeltjes kan ook óngewenste effecten hebben. Koelmans: ‘Om te bepalen of een materiaal zoals plastic schadelijke effecten kan hebben, moet je een plastic boodschappentas heel anders benaderen dan een nanodeeltje. Die plastic tas is chemisch gesproken waarschijnlijk “inert”, ofwel: niet-reactief. Daarvan kunnen we in de kinderboerderij hooguit zeggen dat je hem beter niet aan de herten kunt voeren en dat zeeschildpadden en albatrossen erin kunnen stikken. Maar valt die tas uiteen in miljarden deeltjes nanoplastic, dan moet je het toxicologisch profiel ineens heel anders gaan bekijken.’

Een potentieel probleem van nanoplastics is dat ze membranen in het lichaam kunnen passeren.

Plasticdeeltjes trekken niet meer gif aan dan andere deeltjes in het water

‘Het is zelfs niet uit te sluiten dat deze deeltjes de barrière tussen de bloedbaan en het brein kunnen passeren’, stelt Koelmans. ‘Daar komt dan ook de grote zorg rond deze materialen vandaan. Voor verschillende organismen zijn de passages van nanoplastics door celmembranen al aangetoond, maar voor de mens is het eigenlijk nog onbekend terrein.

Plastic sponsjes

Eén van de grote zorgen rond microplastics is hun vermogen om giftige stoffen aan hun oppervlak te binden. Koelmans: ‘Die gedachte is wel te begrijpen wanneer je bijvoorbeeld bedenkt hoe een materiaal als actieve koolstof werkt. De minuscule koolstofdeeltjes in bijvoorbeeld een aquariumfilter hebben relatief een enorm oppervlak, waar allerlei materialen aan kunnen hechten, om vervolgens te worden afgebroken door de bacteriën die zich ook aan die deeltjes hechten. Zou het niet zo kunnen zijn dat minuscule plasticdeeltjes in een waterig milieu ook een soort spons worden, waaraan giftige stoffen zich hechten? Wanneer die deeltjes vervolgens, al dan niet per ongeluk, worden ingeslikt door dieren, zouden ze een potentieel gifbommetje kunnen worden!’

Na jaren van onderzoek heeft Koelmans een even nuchtere als geruststellende mededeling: ‘Ik maak mij over het adsorptievermogen van microplastics eigenlijk geen zorgen! De eerste dierproeven die op dit gebied zijn gedaan maakten gebruik van microdeeltjes die kunstmatig waren vulladen met een giftige stof als PCB, om die deeltjes vervolgens in een aquarium met proefdieren te gooien. In die situatie zijn de microplastics – uiteraard – een enorme bron van vervuiling. Maar in de natuurlijke situatie wordt een vis geboren uit een eitje dat net als dat microplastic al in een zee vol achtergrondvervuiling zweeft. De hoeveelheid gif die een vis dus van nature al meekrijgt is niet wezenlijk anders dan het gif dat met de eventueel

te eten microdeeltjes binnenkomt. Anders gezegd: het “sponsje” dat het plasticdeeltje feitelijk is, zit net zo vol met gif als de sponsjes in het vissennet, te weten de vetten die al een heel leven lang de gebruikelijke hoeveelheid gif hebben verzameld die nu eenmaal in onze wateren zit. Voor een chemicus is dat niets meer en niets minder dan een kwestie van evenwichten. Sterker nog: doordat een vis het gif dat in zijn voedsel zit opstapelt in zijn vetweefsel, is dat gif misschien nog wel meer geladen met schadelijke stoffen dan dat plasticdeeltje. Theoretisch zou er dus nog gif van de vis naar het plastic kunnen verschuiven.’

Naast de schadelijke stoffen die aan kleine plasticdeeltjes plakken, zitten er ook nog schadelijke stoffen in het plastic zelf, zoals weekmakers. Ook daarover blijkt Koelmans zich vooralsnog geen al te grote zorgen te maken. ‘In de toxicologie is alles een kwestie van de eigenschappen van een bepaalde stof in relatie tot de dosering. Wanneer een dier een stukje plastic inslikt, is de tijd die dat deeltje in het lijf doorbrengt doorgaans niet lang genoeg om een schadelijke hoeveelheid weekmakers aan de vis af te geven. Blijft over de hoeveelheid gif die door het plastic in het milieu wordt losgelaten. Als je daar de nuchtere rekensommetjes over maakt, kom je niet makkelijk boven de drempel dat er een effect zal optreden. Uiteindelijk moet je nuchtere getallen plakken op de hoeveelheid plastics in het milieu. En dan kun je de veel geoperde problemen doorgaans wel uitsluiten.’

Tegelijk wil Koelmans de zorgen die overduidelijk leven in de maatschappij niet bagatelliseren. ‘Het is helder: deze stoffen horen niet in het milieu. Punt. Als burger steun ik ook alle initiatieven om te voorkomen dat plastic in het milieu terecht komt. Ik geloof ook heilig in een aanpak bij de bron. Maar het paradigma dat we hier te maken hebben met micro-gifbommetjes, dat is echt wel aan het kantelen, ook in de wetenschappelijke literatuur.’

Micro of nano?

Wanneer wordt een brokje plastic een microplastic, of nog kleiner: een nanoplastic? 'Dat is vreemd genoeg nooit goed gedefinieerd', zegt chemicus professor Bart Koelmans. 'Dit is nog geen harde wetenschap zoals, zeg, de sterrenkunde, waar objecten die om de zon draaien vanaf een bepaalde afmeting een planeet worden genoemd.' In de wereld van de synthetische deeltjes heeft de Europese Unie wel een grens afgesproken voor de deeltjes die direct al als nanomaterialen op de wereld worden gezet. Die mogen in één van de drie dimensies niet groter zijn dan 100 nanometer. (Er passen één miljoen nanometers in een millimeter; vijf gemiddelde atomen zijn samen één nanometer lang.)

Ook een lange draad van minder dan honderd nanometer dik telt voor de EU dus als een nanomateriaal. Micro- of nanoplastics worden over het algemeen niet als zodanig bedacht, maar zijn het product van de afbraak van boodschappentassen of badeendjes. Slechts een héél kleine fractie komt uit bijvoorbeeld tandpasta of bodyscrubs, waar de kleine deeltjes een verondersteld reinigende werking hebben.

De meeste microplastics zijn niet als zodanig bedacht, maar ontstaan bij de afbraak van grotere deeltjes. Een klein deel wordt als microplastic op de wereld gezet, zoals de korreltjes in bodyscrubs.



Anders wordt het verhaal wanneer plasticdeeltjes de nanoschaal bereiken, waarschuwt Koelmans. 'Dan blijven de deeltjes niet in het spijsverteringskanaal van dieren of uiteindelijk mensen, maar gaan ze echt de weefsels in. Een plasticdeeltje dat in het weefsel ontstekingen kan veroorzaken en waar ondertussen ook nog giftige stoffen aan gehecht zitten, dat zou een serieuzer probleem kunnen worden, al is daarover nu nog veel onbekend.'

In 2014 publiceerde de groep van Koelmans al een wetenschappelijk artikel over de extreem sterke binding van hydrofobe, giftige stoffen als PCB's aan nanoplastics. 'We witten toen ook onze zorg over de effecten van deze stoffen wanneer de plasticdeeltjes membranen van levende organismen zouden passeren, maar sindsdien is er niet bijster veel nieuw onderzoek bijgekomen – of beter gezegd: geld voor onderzoek – om dat probleem beter in kaart te brengen. Het is ook extreem lastig onderzoek: toon maar eens organisch materiaal als een plasticdeeltje aan in organisch materiaal als bijvoorbeeld een vissenlijf.'

Waar is al dat microplastic?

BEHALVE OVER de vraag wat plastic in het milieu doet, buigt de groep van Koelmans zich ook over de vraag hoeveel plastic er nou eigenlijk in het milieu zit, en vooral: waar? 'Onze voorlopige conclusie: We zijn heel veel plastic kwijt! In het bovenste laagje van de oceaan kunnen we het plastic nog zien, maar daaronder wordt het lastig. Het beeld van een plastic soep, waarin je enorme dichtheden van plastic ziet rondrijven, dat geldt ook alleen op een paar heel geconcentreerde plaatsen op de oceanen (zie hoofdstuk 3).'

Om te kijken waar al dat plastic gebleven kan zijn, heeft Koelmans een theorie ontwikkeld die uitgaat van zogenaamd 'oscillerend plastic', ofwel: dansende deeltjes in de diepzee. 'Op een drijvend stukje microplastic ontstaat al snel een biofilm van bacteriën en algen. De soortelijke massa van het deeltje neemt daardoor toe, waardoor het langzaam gaat zinken. Beneden een meter of honderd onder het oppervlak krijgt het deeltje helemaal geen licht meer, waardoor de biofilm sterft en loslaat. Het deeltje zal daardoor weer omhoogdrijven, waar het weer een nieuwe biofilm ontwikkelt en het hele verhaal opnieuw begint.'

Volgens dit theoretische model zit 0,2 % van al het plastic in de wereldzeeën aan het oppervlak; een getal dat in grote lijnen overeenkomt met de observaties van plastic in de oceanen. Andere modellen komen in de buurt van de 1%, maar dan heb je de bandbreedte wel ongeveer te pakken. Ons model beschrijft hoe de rest door fragmentatie, bezinking en dus oscillatie dieper moet zitten. 'De grote opgave is nu om concrete metingen te doen, om te zien of we die overige 99,8% ook letterlijk kunnen vinden.'

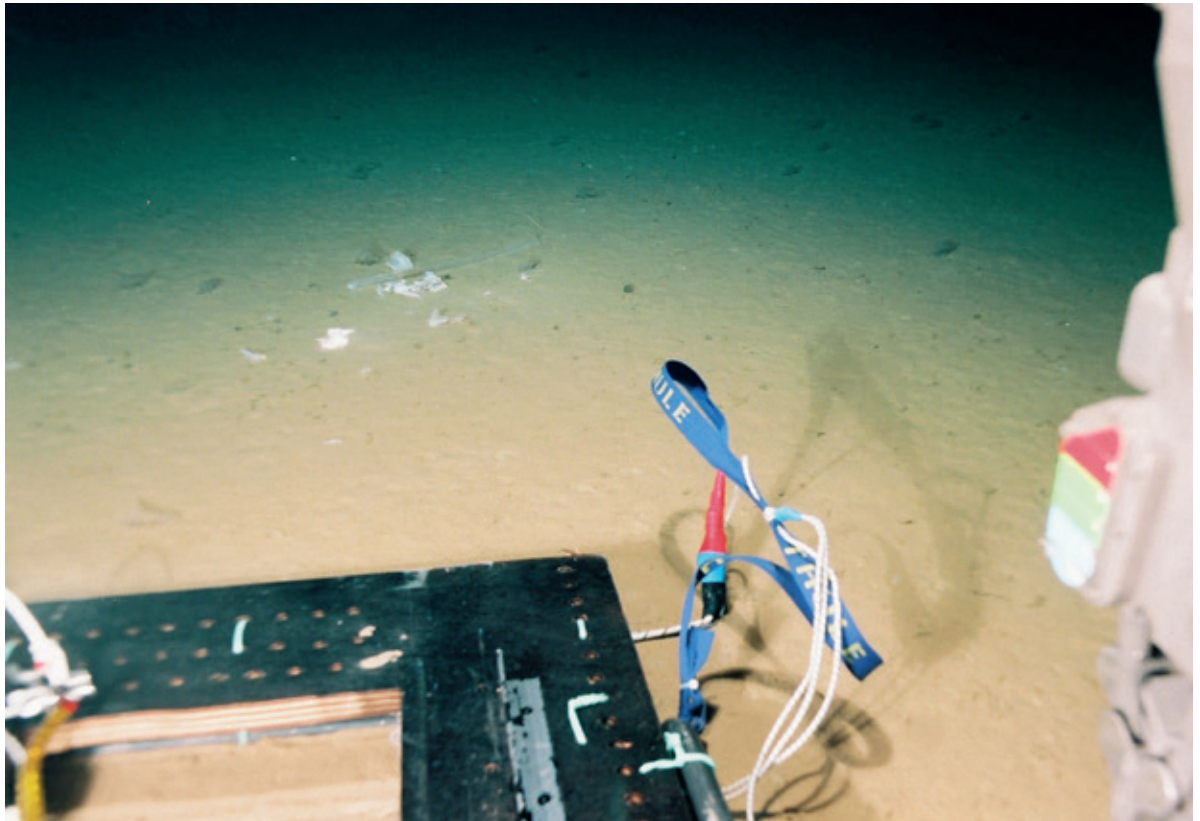
In een verdere verfijning van het model zullen Koelmans en collega's ook kijken naar het stranden van plastic en naar opname door vis. 'Van dat laatste moet je je overigens niet al te veel voorstellen', waarschuwt Koelmans. 'Relatief gezien is de oceaan een onvoorstelbaar grote, blauwe woestijn, waar je maar heel af en toe een vis en nog minder vaak een zeeschildpad tegenkomt. Die vissen zullen dus ook niet snel een substantiële deuk maken in de hoeveelheid plastic. Dat neemt natuurlijk niet weg dat het voor een individuele schildpad wel bijzonder vervelend zal zijn om een stuk plastic in de maag of om de nek te krijgen.'

Plastic zak in de Marianentrog

Het diepste deel van de oceanen ligt ten noordoosten van de Filipijnen: de Marianentrog. De trog van 2.500 km lang en ongeveer 70 km breed is op het diepste punt bijna 11 km diep. In 1960 bereikte een Amerikaanse onderzeeër, of 'bathyscaaf', de Trieste, met aan boord Don Walsh en Jacques Piccard de bodem van de trog. Tot hun verbazing zagen de mannen op de bodem platvissen zwemmen van 30 cm lang en ook enkele garnalen. Later, in 2012, daalde de

Canadese filmregisseur James Cameron opnieuw in een bemande duikboot naar een diepte van 10.898 meter. Andere bezoeken aan de bodem waren steeds met onbemande sondes. De meest ontluisterende ontdekking in de Marianentrog stond op een foto die in 1998 werd gemaakt door de Japanse sonde Kaiko. Hij is te zien in de Deep-Sea Debris Database. Op de bodem van de Marianentrog lagen de resten van ... een plastic zak.

Een Japanse onbemande onderzeeër fotografeerde op elf kilometer diepte, in de Marianentrog, plastic afval.



Onderzoek naar microplastics staat nog in de kinderschoenen

De effecten van plastic in beeld

Behalve aan het traceren van de plastics, wil de groep van Koelmans ook verder kijken naar de effecten. Koelmans: 'Voor toxische stoffen zijn vaste protocollen afgesproken, om te bepalen bij welke concentratie 50% van een bepaalde proefdiersoort een effect van die stof ondervindt. Voor microplastics staat dat onderzoek nog in de kinderschoenen. We zullen dus nu letterlijk microplastics aan vlokreeftjes gaan voeren. Dat zijn diertjes die normaal deeltjes uit de waterbodem oppikken. Als we een mengsel van microplastics door die bodem mengen, zien we dat die diertjes de microplastics van 20 tot 150 micrometer voor voedsel aanzien en opeten. Vervolgens kunnen we bepalen bij welke concentratie van deze microplastics in de bodem

de helft van de vlokreeftjes onwel wordt. Dan blijkt dat – pas – bij een gewichtconcentratie van 3% in de bovenste centimeter van de bodem de helft van de vlokreeftjes slechter gaat groeien. Bij een concentratie van 1% krijgt 10% van de diertjes last. In de praktijk liggen de concentraties nog steeds vele malen lager.'

Te land en ter zee

Door alle aandacht voor de plastic soep in de oceanen, zou je bijna vergeten dat plastic ook op land een probleem zou kunnen vormen. Zo vroeg microbioloog Paolina Garbeva van het Nederlands Instituut voor Ecologie in Wageningen zich onlangs af wat het effect zou kunnen zijn van het plastic dat in veel landen wordt gebruikt als zogeheten mulch, een soort bescherming van de bodem, vooral in de winter. Normaal 'mulcht' een boer of een tuinder met organisch materiaal, zoals stro, maar steeds vaker zie je dat boeren hun land ook met landbouwplastic afdekken.

'Collega's vertelden mij dat ze gezien hadden dat wormen de restjes van dat plastic leken te eten en daarbij het materiaal zelfs af leken te breken', vertelt Garbeva. 'Ik ging ervan uit dat het niet zozeer de wormen zelf konden zijn die dat deden, maar vooral de bacteriën in de darm van de wormen. Daarom hebben we die bacteriën geïsoleerd en daar experimenten mee gedaan in combinatie met stukjes plastic.'

In potten met gesteriliseerde aarde mixten Garbeva en collega's een kleine hoeveelheid plasticdeeltjes. Die werden vervolgens deels wel en deels niet aan de bacteriën uit de wormendarm blootgesteld. Garbeva: 'Het bleek dat de bacteriën in staat waren de deeltjesgrootte van het plastic meetbaar te doen afnemen. Verder konden we in de potten met darmbacteriën van de wormen ook vluchtige organische componenten boven de grond meten die blijkbaar afkomstig waren van de afbraak van het plastic door die bacteriën.'

Effect op een plant

'Voor de groei van een plant is de interactie met de bacteriën in de bodem enorm belangrijk', wist Garbeva. 'Ik vroeg mij dan ook af of de effecten van plastic op de bacteriën ook gevolgen zouden hebben voor planten.' In een volgend experiment mixten de onderzoekers daarom opnieuw plasticdeeltjes door de bodem, om daar vervolgens graan op te laten groeien. Garbeva: 'In een bodem waar 1% plasticdeeltjes in zat, groeide het graan duidelijk minder goed dan op een vergelijkbare bodem zonder plasticdeeltjes. En het verrassende was: in een bodem waar we minuscule stukjes biologisch afbreekbaar landbouwplastic in hadden gemixt was de groei van het graan nog slechter dan in grond met "gewoon" landbouwplastic.'

Praktische lessen

Garbeva trekt een aantal praktische lessen uit deze experimenten. 'De eerste is dat ik hard op zoek moet naar financiering voor meer van dit soort experimenten. Nu was het een zijspoor van ons normale wetenschappelijke werk, maar deze eerste, bescheiden experimenten rechtvaardigen goed vervolgonderzoek! Nu gaat er heel veel aandacht naar onderzoek op zee. Prima, natuurlijk,

maar ook op het land blijkt plastic van alles te kunnen doen in het ecosysteem.'

'Een andere praktische les gaat over de afbraak van plastics door bacteriën. Breken ze het echt helemaal af, of maken ze het alleen maar kleiner? Dat is een belangrijke vraag die we in vervolgonderzoek zouden moeten beantwoorden. Misschien liggen hier wel aanwijzingen voor de mogelijke biologische afbraak van plastics?', aldus Garbeva.

Een laatste les is volgens Garbeva voor de boeren die in sommige landen gewend zijn om de plastic bescherm laag gewoon op het land te laten liggen en uiteindelijk onder de grond te werken. 'Het is duidelijk dat plastic een negatief effect heeft op de groei van planten, dus als je al plastic gebruikt om het land te beschermen, ruim het daarna dan op. En dat geldt net zo hard voor het zwerfafval op straat en in de natuur. Want als plastic de groei van graan op een akker al beïnvloedt, dan heeft het zonder twijfel ook een effect op de rest van de natuur.'

Plastic dat wordt gebruikt om landbouwgrond af te dekken schaadt de groei van bodemorganismen.



Geen risico; nóg niet ...

Eerder dit jaar bracht een groep academici onder de vlag van *Science Advice for Policy by European Academies*, SAPEA, een advies uit aan alle Europese commissarissen die direct of indirect met de plasticproblematiek te maken hebben. De strekking van dat advies: er kleeft nog geen wijdverspreid risico aan de plasticdeeltjes die zich in ons milieu hebben verspreid. De betreffende SAPEA-commissie werd voorgezeten door professor Bart Koelmans. 'De risico's die aan nano- en microplastics kleven blijven onzeker en zijn door de aard van de materialen per definitie zeer complex. Maar tot nu toe is er geen duidelijke reden om te veronderstellen dat ze een reëel risico vormen, noch voor het milieu, noch voor de gezondheid van mensen, behalve op plaatsen waar ze in sterk verhoogde concentraties voorkomen.'

Koelmans voegt daaraan toe: 'Een gebrek aan bewijs is natuurlijk niet hetzelfde als een bewijs van onschadelijkheid. Het is belangrijk om ook die onzekerheden voor het voetlicht te brengen, in plaats van te doen alsof we nu rustig kunnen gaan slapen. We weten het gewoon niet. Wat wél zeker is, is dat de concentraties microplastics in ons milieu toenemen. Wanneer we met dit tempo van vervuiling doorgaan krijgen we vroeg of laat zéker een probleem', aldus Koelamans.

Ondertussen heeft de *European Chemical Agency* begin 2019 al wel geadviseerd om het gebruik van 550 soorten microplastics, die bewust zijn toegevoegd aan cosmetica, verf, wasmiddel en landbouw en indus-

triële producten, te verbieden omdat we nog te weinig weten over de mogelijke effecten op onze gezondheid.

Toekomstig onderzoek

Het komende jaar biedt de nationale financier van gezondheidsonderzoek en zorginnovatie, ZonMw, vijftien onderzoeksprojecten de kans om een deel van de leemte in de kennis op het gebied van plastics en gezondheid op te vullen. Met deze eerste projecten van één jaar wordt een start gemaakt via het programma *Microplastics & Health*. ZonMw heeft de ambitie om daarna ook vervolgonderzoek te laten doen.

Het is het eerste wetenschappelijke programma ter wereld over dit onderwerp. In totaal wordt er 1,6 miljoen euro in de projecten geïnvesteerd. De eerste tussenresultaten worden al in oktober 2019 gepresenteerd tijdens een *Microplastics & Health* congres in Amsterdam. De onderzoeken zijn te verdelen in vijf onderwerpen:

Opname en risico's vanuit voeding

Via vier verschillende onderzoeken probeert men te ontdekken of microplastic invloed heeft op het spijsverteringsstelsel. Onze darmen zijn heel belangrijk voor ons immuunsysteem en beschermen ons tegen ziektes. Wordt deze functie aangetast door de microplastics die we eten en drinken? Kunnen die kleine stukjes plastic zich vervolgens verspreiden in ons lichaam? Komen additieven als weekmakers en milieuverontreinigende stoffen vrij in onze maag en darmen?

Via de lucht die we inademen

We weten dat onze longen slecht tegen uitlaatgassen en sigarettenrook kunnen, maar hoe reageren ze op plasticdeeltjes? En eenmaal in de longen, verspreiden ze zich dan verder door het lichaam? Zijn deze deeltjes bijvoorbeeld te vergelijken met asbest? Drie onderzoeksgroepen verdiepen zich in dit onderwerp.

Afweer

Drie onderzoeksteams buigen zich over vragen als: kan ons afweersysteem plastic eigenlijk aan, of lopen we meer kans op bijvoorbeeld ontstekingen en infecties als we plasticdeeltjes binnenkrijgen?

Ziekteverwekkers

Bepaalde bacteriën lijken goed te gedijen op plastic. Zo publiceerde *The Guardian* op 11 maart 2019 een artikel over het mogelijk meeliften van cholera van India naar de VS op plastic. Twee onderzoeken richten zich daarom op de volgende vraag: kan plastic zwerfafval een bron van infecties en ziektes vormen?

Hersenen en placenta

Hoe diep dringen plastics in ons lichaam door? Tast het onze hersenen aan? Is het schadelijk voor het ongeboren kind? Drie onderzoeken zoomen in op de verspreiding van plastic naar bijzonder kwetsbare organen in ons lichaam en dat van dieren.

‘Niemand kan meer zeggen dat ze h

■ MERIJN TINGA, ‘Plastic Soup Surfer’

VOOR IEMAND die de deurwaarder op bezoek kreeg, stond Albert Heijn-bestuurder Cees van Vliet er nog best ontspannen bij, die kille novemberochtend in 2017, in Zaandam. De deurwaarder kwam nu eens geen beslag leggen op dure spullen om zo een boete te innen, maar om een zogeheten desbewustheidsexploit te overhandigen. Naast de deurwaarder, breed lachend, de man die dit allemaal in werking had gezet: ‘plastic soup surfer’ Merijn Tinga.

‘Dit was absoluut meer dan een symbolische actie’, bezweert Tinga ruim een jaar later. ‘Een desbewustheidsexploit is een juridisch instrument dat vooral in het patentrecht wordt gebruikt. Met dat document overhandig je officieel bepaalde kennis aan iemand. Vanaf dat moment is iemand dus formeel bewust van de betreffende kennis.’ In dit geval deelde Tinga kennis die hij onder meer had opgedaan tijdens een tocht van 1.200 kilometer in 28 dagen per Stand-Up Paddle board over de Rijn: ons milieu ligt barstensvol met zwerfafval! Het gaat om plastic dat onder andere wordt geproduceerd door bedrijven als Coca-Cola, Pepsico, Heineken, Bavaria, Spadel (SPA) en Vrumona, dat wordt verkocht door Jumbo, ALDI, LIDL, de verenigde supermarkten van de Superunie en dus ook door Albert Heijn. Na Albert Heijn trok Tinga daarom strijdvaardig verder met zijn deurwaarders, langs de bazen van al die andere bedrijven.

‘Ik zie de overhandiging van dit exploit als een soort ijkpunt’, zegt Tinga. ‘Het is het moment dat bedrijven nooit meer kunnen zeggen dat ze niet wisten dat het zo erg was, met al ons zwerfafval. Vergelijk het maar met het probleem van roken en

longkanker. Hoe lang hebben de tabaksfabrikanten niet geroepen “dat ze het niet wisten”? Vanaf november 2017 kunnen de producenten en de verkopers van plastic in ieder geval níet meer zeggen dat ze niet wisten hoe al dat plastic in het milieu eruitziet.’

Wat de exacte juridische consequenties van zijn actie zijn, dat durft Tinga nog niet met zekerheid te zeggen. Maar het was in ieder geval geen eindpunt. ‘Aan de Faculteit Rechten van de universiteit in Leiden wordt nu tot in de puntjes uitgezocht wat de precieze gevolgen en mogelijkheden zijn van dit exploit’, vertelt Tinga. Ondertussen kitesurfte hij na zijn tocht over de Rijn, eveneens op een uit afval gefabriceerd surfboard, ook nog van Scheveningen naar Engeland en later nog eens van Frankrijk naar Scheveningen.

Petitiemotie

Eén van zijn meest succesvolle tochten bracht Tinga naar Den Haag, niet surfend maar gewoon per OV. Daar diende hij een zogeheten petitiemotie in, die op de valreep van haar staatssecretariaat door Sharon Dijksma (PVDA) ook daadwerkelijk aan de Tweede Kamer werd voorgelegd. In die motie, die sindsdien officieel door het leven gaat als ‘De Plastic Soup Surfer Motie’, riep Tinga de overheid op om binnen drie jaar de hoeveelheid kleine PET-flesjes in het zwerfafval met tenminste 90% terug te dringen.

Ook in de opvolger van Dijksma, staatssecretaris Stientje van Veldhoven (D66), vond Tinga een medestander in zijn strijd. ‘Helaas heeft zij wel de doelstelling wat afgezwakt. Er wordt nu gewerkt

et niet wisten'



aan een reductie van tenminste 70% in 2021. Vanaf dat moment zal er statiegeld worden ingevoerd op kleine PET-flesjes, tenzij de industrie in de tussentijd kan aantonen dat een andere aanpak hetzelfde doel kan bereiken. Maar ik heb gemerkt dat zeker de industrie uiteindelijk helemaal niet zo negatief staat tegenover het statiegeldsysteem als vaak wordt geroepen. Ook de supermarkten bewegen nu door de maatschappelijke druk en reageren gelukkig veel minder met de onderbuik als het woord “statiegeld” op tafel komt.’

Framing

Tinga is ervan overtuigd dat de oplossing voor het zwerfafvalprobleem eerder bij ‘de grote jongens’

moet worden gezocht dan bij de consument. ‘Ik strijd tegen het frame dat de producenten alleen maar het onschuldige plastic maken en dat het de domme consumenten zijn die het spul in het milieu kieperen. In de basis is de industrie volgens mij verantwoordelijk voor de productie van een materiaal dat niet afbreekt in het milieu, maar wel afbrokkelt tot minuscule, schadelijke deeltjes. De Europese Unie onderschrijft dat nu ook.’

Een ander frame dat volgens Tinga contraproductief is, is dat van de effectieve recycling. ‘Al dat plastic dat wij braaf apart inzamelen, inclusief de restjes yoghurt en macaroni, daar kan je in de praktijk nog niet heel veel mee. De beste manier om plastic effectief te recyclen is door het honderd procent zuiver in te zamelen, zoals via statiegeldsystemen op kleine PET-flesjes.’

Op het moment dat dit interview van de drukpersen rolt, staat Tinga opnieuw op zijn SUP, nu op één van de langste rivieren van Italië: de Tiber. Ook daar wil hij producenten een desbewustheidsexploït overhandigen. ‘Het is lastig om bedrijven en politici in beweging te krijgen, maar we vinden elkaar op één belangrijk aspect: niemand wil zwerfafval in het milieu. Mijn manier om daar iets aan te doen is niet op remmen trappen, zoals sommige ngo’s lijken te doen, maar constructief ergens aan het stuur te trekken, zodat het milieu uiteindelijk schoner wordt.’

Rob Buiter

‘De oplossing voor zwerfafval is eig

■ PETER SMITH, KLEAN

KUNSTENAAR PETER Smith is een man van gedachtenexperimentjes. ‘Hoe groot is jouw huis?’, vraagt hij. ‘350 kubieke meter? Oké, als je dat nou eens tot de nok met gemiddeld oceanwater zou vullen, hoeveel plastic denk je dan dat er uit de beruchte plastic soep in je huis zit? Kilo’s? Grammen? Nee, het zouden hooguit milligrammen zijn! En hoeveel plastic denk je dat er op dit moment werkelijk in je huis zit? Dat zijn met gemak enkele tientallen kilo’s!’ Smith wil maar zeggen: de oplossing voor het plasticprobleem moet je eerder bij je huis dan bij de oceaan zoeken.

‘Ik geloof echt dat de oplossing voor het probleem van plastic zwerfafval eigenlijk allang is gevonden’, zegt Smith. ‘Als niet meer dan een kwart van de Nederlanders iedere dag één stukje zwerfafval opraaft, dan ligt er binnen een week niets meer. Zo simpel is het echt. We hoeven het alleen maar te doen.’

En waarom doen we dat dan niet? Het probleem zit hem volgens Smith in enkele basale psychologische principes. ‘De eerste is het omstandereffect. Dat is vooral bekend geworden uit het voorbeeld van een grote groep mensen die allemaal staan te kijken hoe iemand verdrinkt. Niemand springt in het water om te helpen, omdat al die andere mensen dat ook niet doen.’

‘Het tweede principe dat ons dwarszit is de zogeheten aangeleerde hulpeloosheid. De Amerikaanse psycholoog Martin Seligman heeft dat principe beroemd gemaakt met een dierproef met honden, die lijdzaam stroomstoten ontvingen. Het gaat erom dat ook mensen blijkaar kunnen leren dat

ze toch geen invloed hebben op de dingen die hen overkomen. Ik merk dat bijvoorbeeld als ik op een drukke plek afval opraaft. Hoe vaak ik omstanders dan niet hoor zeggen “dat de gemeente dat eigenlijk moet doen”. Ze zijn vergeten dat ze zelf ook heel veel invloed hebben.’

‘Het derde principe geldt voor heel veel discussies op het gebied van duurzaamheid: we doen aan *active information avoidance*, ofwel: we steken onze koppen in het zand. We weten best wat duurzaam is en wat niet, maar we gaan meestal voor de makkelijke weg.’

Vraag niet om applaus

‘Bij lezingen vraag ik mensen ook wel eens: zijn jullie bereid om één keer per dag, een paar seconden iets raars te doen?’, vertelt Smith. ‘Iedereen zegt dan braaf ja. Zelfs als mensen je dan uitlachen? Zelfs dan zegt 99% nog ja. Dat “raars” kan dus zijn: één keer per dag bukken om een stukje zwerfafval op te rapen. Maar ons geloof zit ons in de weg! We geloven met z’n allen dat het goed is om iets “groots” te doen. Ik probeer mensen te overtuigen dat ze juist iets kleins moeten doen. Ze moeten niet om applaus vragen, maar gewoon iets schijnbaar onbetekenends doen; maar dan wel met z’n allen. Ik houd ook niet van *blamen* en *shamen*. Het helpt niet om je vijandig op te stellen naar de grote boze industrie of de overheid. Als je iemand vijandig benadert, gaat die partij zich vanzelf ook vijandig gedragen. Houd het bij jezelf, daar zit de oplossing.’

Plastic Madonna

De weg waarlangs Smith mensen wil overtuigen om kleine acties te ondernemen, is vreemd genoeg

enlijk allang gevonden'



met behulp van een gigantisch beeld: een twaalf meter lange Madonna met een kind aan de borst, helemaal gemaakt van 2.500 kilo zwerfafval. 'Die Madonna wordt een soort Paard van Troje', legt Smith uit. 'Op een gegeven moment komt dat beeld gewoon ergens op een plein te staan, zonder bordje met uitleg erbij. Dat maakt mensen nieuwsgierig. Het zet hun hersenen als het ware open, zoals de poorten van Troje ook heel makkelijk opengingen toen daar dat houten paard stond. Ze worden ontvankelijk voor goede verhalen. En ondertussen probeer ik dan via scholen kinderen bewust te maken van het probleem van zwerfafval. Sterker nog', voegt Smith daar met een vette lach aan toe: 'ik ga ze leren hoe ze hun ouders kunnen chanteren. Als de ouders vragen "Heb je je huiswerk al gemaakt?", kunnen die kinderen vragen: "Heb je vandaag al één stukje zwerfafval opge-

raapt?" "Heb je je brood al op?" "Heb je vandaag al één stukje zwerfafval opgeraapt?"

Doe iets!

Het verhaal van Smith leest bijna als een aanklacht tegen grootse en meeslepende projecten als de 'Ocean Cleanup' van de Nederlandse student-ondernemer Boyan Slat. 'Als een kwart van alle mensen dagelijks één stukje afval oprapt, heeft dat 1.083 miljard keer meer effect dan de hele *Ocean Cleanup*, schrijft Smith op zijn site thepowerofone.nl. 'Toch bedoel ik dat allerm minst als kritiek op Boyan', benadrukt hij. 'Boyan doet tenminste iets, al komt er voor iedere gram die hij uit de wereldzeeën hoopt te halen vijf kilo bij! Als wij met z'n allen op land maar een fractie zouden doen van wat Boyan op zee doet, zoals het dagelijks opruimen van een stukje zwerfafval, dan is het probleem echt zo opgelost!'

De Plastic Madonna van Peter Smith zal naar verwachting in de loop van 2019 door Nederland gaan touren.

Rob Buiten

Volgens het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, zou Nederland rond 2050 'afvalvrij' moeten leven. Recycling van plastic is wat dat betreft een hoopvolle optie, zegt de Wageningse onderzoekster Marieke Brouwer. Ook biologisch afbreekbare plastics kunnen een rol spelen, zegt haar collega Christiaan Bolck, 'al is over die term de nodige verwarring.'



Hergebruiken of vervangen?

■ ROB BUITER

Blikjes, zakjes, wikkels, flacons, ... alle bedrijven die enige vorm van verpakkingen in Nederland op de markt brengen, zijn wettelijk verplicht te zorgen voor inzameling en recycling van dat potentiële afval. Die verantwoordelijkheid hebben de bedrijven collectief overgedragen aan de Stichting Afvalfonds. Met het geld dat de bedrijven afdragen, financiert de stichting naast de inzameling ook onder andere het onderzoek naar de recycling van plastics uit huishoudelijk afval.

Scheiden aan de bron of in de afvalbak

‘**O**M PLASTIC te recyclen zijn er grofweg twee mogelijkheden’, vertelt ir. Marieke Brouwer, onderzoekster aan het instituut Wageningen Food & Biobased Research van Wageningen University & Research. ‘Een gemeente kan aan haar burgers vragen het huishoudelijk afval gescheiden in te zamelen, via bijvoorbeeld PMD-containers, waar Plastic, Metaal en Drankkartons in mogen. Het verschilt een beetje per gemeente wat daar wel of niet in mag, in sommige gemeenten wordt bijvoorbeeld het metaal buiten deze stroom gehouden. In weer andere gemeenten wordt helemaal niet gescheiden ingezameld, bijvoorbeeld omdat het rendement erg laag is, omdat gescheiden inzamelen lastig is in appartementengebouwen of

portiekwoningen. Daar wordt het plastic door een nascheidingsinstallatie uit het huishoudelijke restafval gehaald. Beide manieren van scheiden hebben zo hun voor- en nadelen.’

Burger vervuult het plastic

‘Het probleem aan de kant van de burger is allereerst de participatiegraad’, aldus Brouwer. ‘Niet iedereen doet mee. Daarnaast moet je bij de huishoudens die wél meedoen kijken naar de selectiefactor, met andere woorden: hoe goed weten mensen plastics van de rest te scheiden? In de praktijk valt dat laatste tegen. Bovendien is het niet eenvoudig om die selectiefactor met voorlichtingscampagnes te verbeteren.’

Als je als gemeente of als afvalinzamelaar iets wilt doen aan de inzameling van plastic door huishoudens, dan lijkt de participatiegraad de knop om aan te draaien. Brouwer: ‘Met campagnes kun je



Scheiden aan de bron: een bak voor iedere afvalsoort.

burgers oproepen om toch vooral het plastic apart in te zamelen. Het lijkt goed te werken wanneer mensen ook metaal en drankkartons in de PMD-containers mogen inzamelen. De selectiefactor daarentegen blijkt maar matig te beïnvloeden door het inzamelsysteem. Daarnaast is het belangrijk dat burgers geen andere materialen, zoals restafval inzamelen bij het gescheiden kunststofverpakkingsafval. De afgelopen jaren hebben we de hoeveelheid restafval in de PMD-stroom zien toenemen en dat is niet wenselijk voor de verdere sortering en recycling van het materiaal.’

Aan de andere kant is ook de scheiding door de robots in de ‘nascheidingsinstallatie’ niet perfect, weet Brouwer. ‘Met beperkingen in beide opties, zagen we dat per saldo in 2017 de rendementen van de beide systemen, gescheiden inzameling of nascheiding, niet ver uit elkaar lagen.’

Een hardnekkig probleem in beide systemen is de scheiding van zwarte plastics. Omdat de robots

met een optische herkenning werken, is het herkennen en vervolgens wegblazen van zwarte stukken plastic maar moeilijk voor elkaar te krijgen.

Gewassen maalgoed wordt bermpaaltje

Uiteindelijk wordt het afval dat van de rest gescheiden is, zo goed mogelijk per soort plastic verder verwerkt: alle polyethyleentereftalaat – de bekende PET-flesjes – bij elkaar en polyethleen en polypropreen, PE en PP ook in verschillende balen. Brouwer: ‘Dat materiaal wordt versnipperd en gewassen en vervolgens gescheiden naar drijfvermogen. PET zinkt, PE en PP drijven en halverwege zweeft dan nog een restfractie. Na drogen wordt dit zogeheten “gewassen maalgoed” door een extruder gehaald, waardoor de snippers veranderen in korreltjes, waar fabrikanten op dezelfde manier producten mee kunnen maken als met maagdelijke grondstoffen. Het enige maar grote verschil is dat de gerecyclede kunststoffen tot op zekere hoogte altijd wat restjes bevatten van andere grondstoffen. Bij PET gaat het relatief goed, daar is de gerecyclede stroom voor 99% zuiver. Daar kunnen fabrikanten weer prima flessen van maken. Bij PE en PP gaat het moeilijker, daar is een PE-fractie doorgaans vervuild met ongeveer 10% PP en andersom. Dat geeft dus beperkingen in het gebruik. “Dikwandige” materialen, zoals bermpaaltjes en parkbankjes kun je daar nog prima van maken, maar voor hoogwaardiger toepassingen is dat gerecyclede materiaal nog niet geschikt. Daarnaast zijn er ook mogelijkheden dit materiaal verder te sorteren om zuiverder materiaal te krijgen. Uiteindelijk is dat allemaal een kwestie van kosten en baten. Als je er maar genoeg tijd en geld in stopt kun je ook deze reststromen wel zuiver genoeg krijgen.’

Uitdagingen in hergebruik van plastic

De markt en het onderzoek naar recycling van plastic kent op dit moment een handvol belangrijke uitdagingen, vertelt Brouwer. ‘Een probleem aan



Robots halen volautomatisch het plastic uit ons afval.

de bron is het restafval dat tussen het plasticafval komt. Dit heeft een effect op de verdere sortering en recycling van het materiaal. De kwaliteit van het ingezamelde materiaal zal dus moeten worden verbeterd. Daarnaast is er een belangrijk verschil tussen vraag en aanbod van gerecyclede plastic. Er is genoeg vraag maar te weinig aanbod. Dat is op zichzelf vreemd, als je bekijkt hoeveel plastic we dagelijks weggooien. Maar uiteindelijk komt er nog heel veel plastic bij het restafval dat wordt verbrand. Het netto inzamelrendement voor kunststofverpakkingen is 38%. In 2017 was er in Nederland capaciteit voor nascheiding van zo'n 20% van ons restafval. En naast dat kwantitatieve probleem is er ook een kwalitatief probleem met het gerecyclede plastic: de kwaliteit is niet voldoende voor alle toepassingen. We zien nu dat de industrie pas wil investeren in de hoogwaardige recycling van plastics wanneer ze ook zeker weten dat een grote producent iets zal gaan doen met hun

recyclaat. Die ontwikkeling gaat dus wat trager dan je misschien zou willen.'

Een andere uitdaging is de verwerking van bedrijfsafval. Brouwer: 'De inzameling en sortering van plastic uit huishoudelijk afval wordt gefinancierd door geld dat verplicht door het bedrijfsleven wordt afgedragen aan het Afvalfonds. Voor bedrijfsafval bestaat die wettelijke regeling niet. Tegelijkertijd telt de recycling van bedrijfsplastic wel mee voor de doelen die Europa ons heeft opgelegd. Onlangs heeft China aangegeven dat ze geen trek meer hebben in de verwerking van ons bedrijfsafval, dus de verwerkingscapaciteit voor kunststofafval moet in Europa fors worden uitgebreid.'

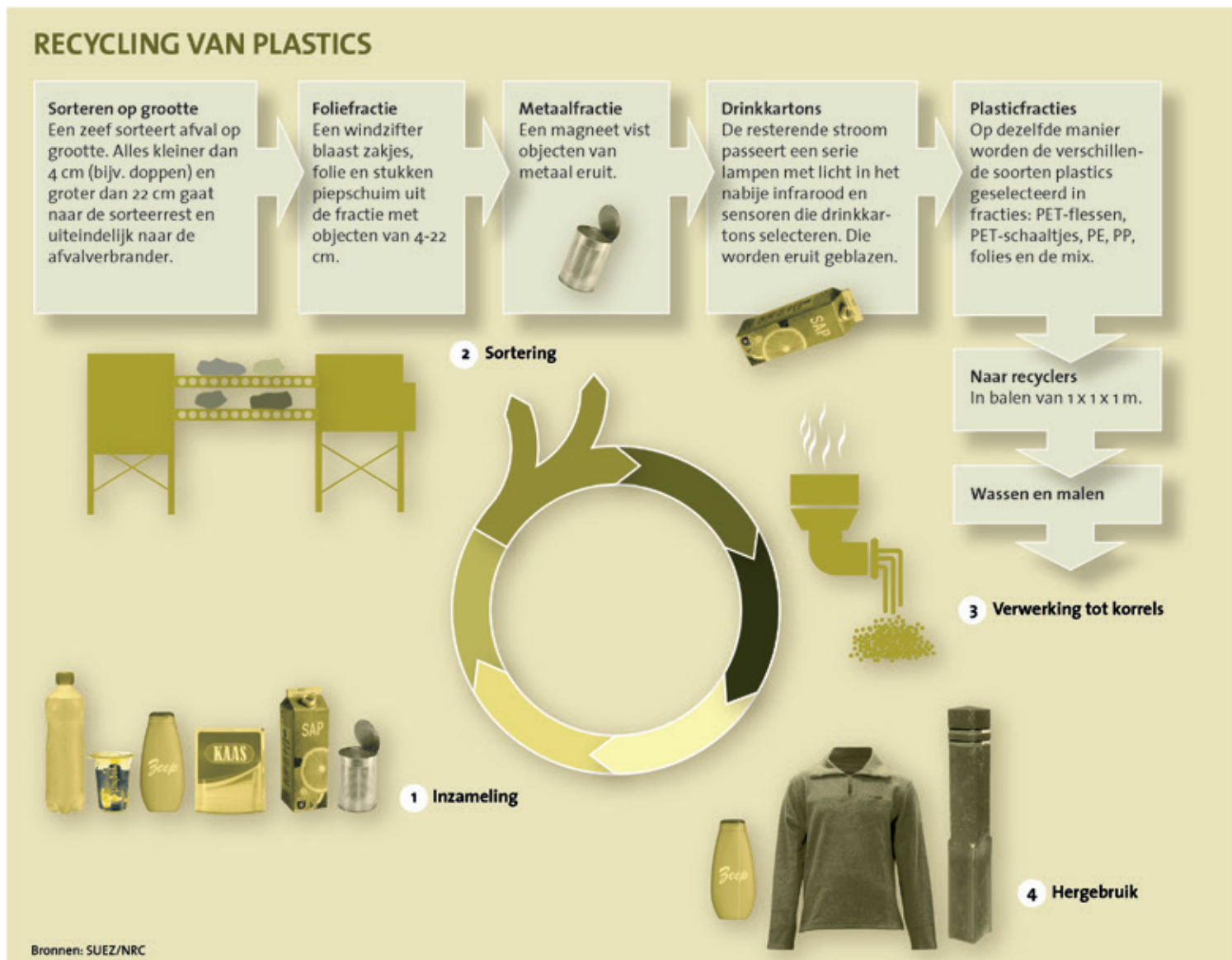
Een andere belangrijke uitdaging ligt vooral op het bord van ingenieurs: de recyclebaarheid van verpakkingen. Brouwer: 'Een shampoofles van PE is op zichzelf heel makkelijk te recyclen, maar er moeten goede ontwerp-keuzes gemaakt worden om de verpakking ook echt recyclebaar te maken. Zo maken bijvoorbeeld 'sleeves' van een ander materiaal om een verpakking het moeilijk om de verpakking juist te sorteren. Maar ook verpakkingsonderdelen zoals een plastic zeppompje met glazen afdichtertjes en metalen veertjes maken dat zo'n plastic verpakking niet te recyclen is. Tot voor kort was zwart plastic ook zo'n hardnekkig probleem in de techniek. Doordat een sorteermachine gebruik maakt van optische herkenning die zwarte stukken niet opmerkt, kwam dit zwarte plastic meestal in de sorteerrest. Inmiddels komen er steeds betere sorteermachines en kunnen de zwarte plastics in ieder geval worden teruggebracht tot een mix van restplastics. Die is nog steeds niet geschikt voor hoogwaardige toepassingen en er moet ook nog geld bij om dit sorteerproduct te recyclen.'

Innovatiekracht

Versillende bedrijven hebben al verkondigd dat ze rond 2025 honderd procent recyclebare verpak-

kingen willen produceren. ‘Maar voor die tijd zullen we nog een aantal belangrijke vragen technisch moeten oplossen. Laminaten van plastic met een laagje ander materiaal, zoals een chipszak met een dun laagje aluminium, zijn nog een enorm lastig product voor de recycling, en op dit moment moei-

lijk vervangbaar’, zegt Brouwer. ‘Daarom worden er op dit moment meerdere onderzoeken opgestart om de recycling van laminaten te testen, en ook om nieuwe recyclebare laminaten te ontwikkelen. Ook de moleculaire verontreinigingen in plastic zijn nog een issue. Dat merk je als een ongewenste





De plastic hero: symbool van gescheiden inzameling van plastic afval, maar ook van het protest van de industrie tegen statiegeldsystemen.

geur. PET van de flesjes is inert en goed schoon te krijgen in het recyclingproces en kan dus weer opnieuw worden toegepast in nieuwe PET flesjes, maar verontreinigingen in bijvoorbeeld PE of PP recyclaten zijn op dit moment een probleem voor de inzet in nieuwe voedselverpakkingen. Dan is dat plastic niet meer bruikbaar voor enige toepassing in de voedselindustrie. We hopen met onderzoek naar moleculaire verontreinigingen hier meer inzicht in te krijgen en hopelijk in de toekomst dit materiaal door nieuwe innovaties wel geschikt te maken voor toepassingen in voedselverpakkingen. Maar zo ver zijn we nog lang niet.'

Uiteindelijk is Brouwer wel optimistisch gestemd over de stand van de recycling. 'Ik zie een enorme innovatiekracht bij de verschillende bedrijven in deze sector. Onder druk van de doelen die de wetgever oplegt, zie je allerlei initiatieven opkomen om steeds meer en steeds beter te recyclen.'

Biologisch geproduceerde en biologisch afbreekbare plastics

NAAST EEN efficiënte inzameling van afval en de recycling van teruggewonnen plastics, wordt ook aan 'bioplastics' een grote rol toegedicht om het plastic-probleem aan te pakken. 'Of dat terecht is of niet vraagt allereerst om een heldere afspraak over wat je onder deze term verstaat!' Dat zegt de Wageningse onderzoeker ir. Christiaan Bolck, programmanager 'Hernieuwbare Materialen' binnen de afdeling Food & Biobased Research van Wageningen University & Research. 'In de volksmond is bioplastic vaak synoniem met biologisch afbreekbaar', weet Bolck. 'Maar aan de andere kant heb je ook bioplastics die zo worden genoemd omdat ze zijn gemaakt van grondstoffen als zetmeel in plaats van uit aardolie. Die bioplastics zijn zeker niet per definitie biologisch afbreekbaar.'

In 2017 bracht de onderzoeksgroep van Bolck het rapport *Bio-based and biodegradable plastics – Facts and Figures* uit. Dat rapport biedt een overzicht van de getallen en feiten rond biologisch afbreekbare kunststoffen en kunststoffen die gemaakt zijn van biologische grondstoffen, in het bijzonder voor verpakkingen. Onderstaande tekst is voor een belangrijk deel gebaseerd op dat rapport.

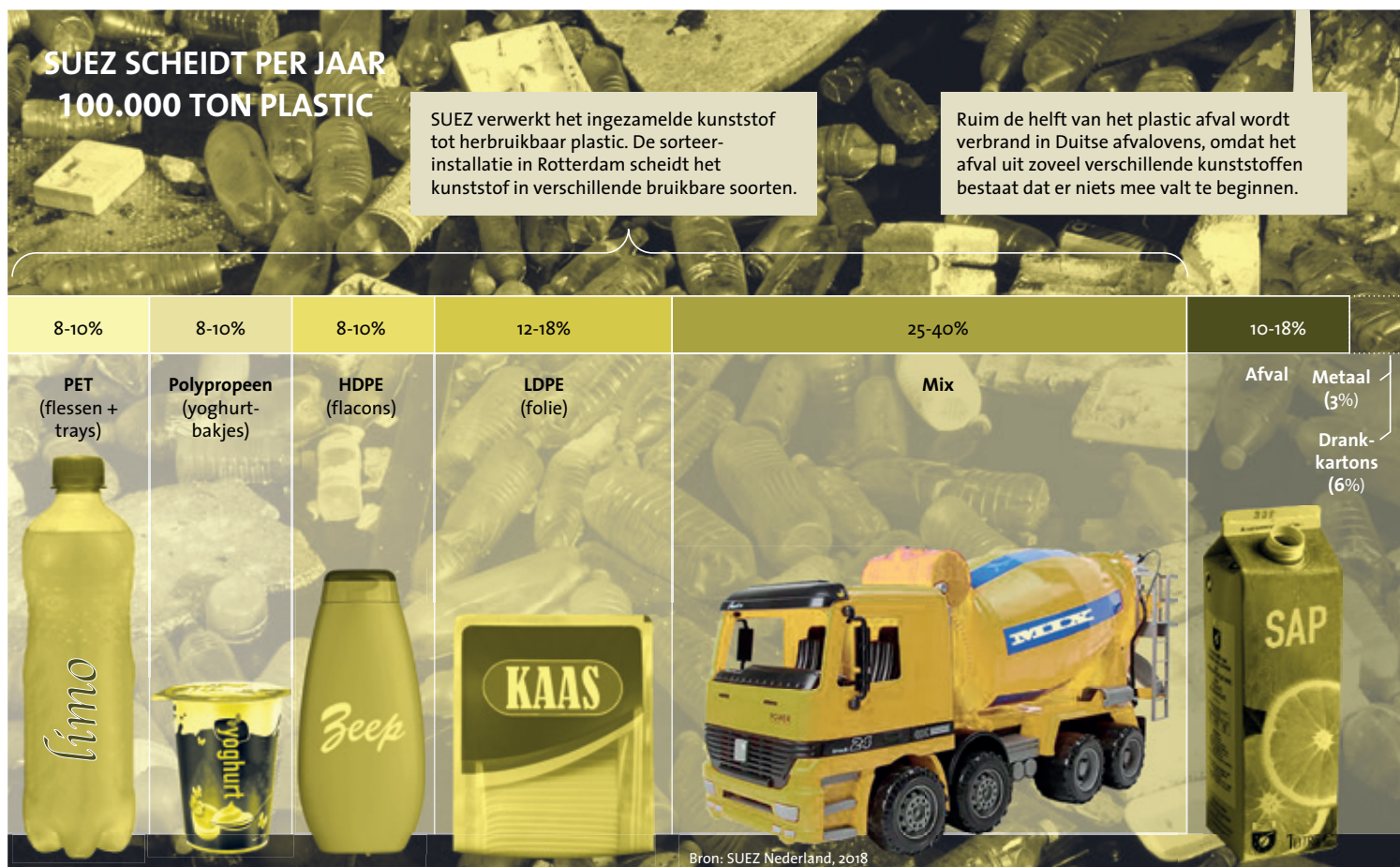
Om de verwarrende term bioplastics te vermijden, maken Bolck en collega's dus een onderscheid tussen wat zij noemen de 'biobased' en 'biologisch afbreekbare' plastics. Net als gewone, 'fossiele plastics', zijn biobased en biologisch afbreekbare plastics verkrijgbaar in vele soorten en maten, met allemaal hun specifieke eigenschappen. Die eigenschappen bepalen niet alleen waar de plastics voor gebruikt kunnen worden, maar ook hoe ze, eenmaal tot afval verworden, kunnen worden verwerkt.

Voor de gemiddelde consument is het vaak niet direct te zien of een plastic is gemaakt van aardolie

als grondstof of van een polymeer uit, zeg, aardappelzetmeel. Ook is niet meteen te zien of een plastic al dan niet biologisch afbreekbaar is. Onderzoeker Bolck pleit dan ook voor heldere, Europese afspraken rond bijvoorbeeld keurmerken voor biologische afbreekbaarheid in verschillende milieus. 'Zulke keurmerken bestaan nu al voor bijvoorbeeld smeermiddelen die in de bosbouw worden gebruikt. Iemand die biologisch afbreekbare olie in zijn kettingzaag wil gebruiken weet precies op welk keurmerk hij moet letten. Zo'n helder keurmerk zou er ook voor biologisch afbreekbare plastic moeten komen.' Er is al een Europese standaard

voor industriële composteerbaarheid van verpakingsplastics: de EN13432. 'Maar', zo waarschuwt Bolck, 'dit betekent zeker niet dat alle materialen die voldoen aan die norm ook makkelijk afbreken wanneer je ze bijvoorbeeld in de grond stopt.'

Bolck benadrukt dat biologische afbreekbaarheid altijd betrekking heeft op een specifiek milieu. 'Voor de biologische afbraak maakt het nogal uit of je een materiaal gebruikt op het land of dat je wilt dat het snel afbreekt in zoet- dan wel zoutwater. Een deel van het wetenschappelijk onderzoek aan deze materialen is er dan ook op gericht om de biologische afbreekbaarheid beter te doorgronden.'



Biobased plastic heeft een lagere CO₂-belasting

Er blijkt Bolck ook veel aan gelegen om de diverse mythes rond biobased en biologisch afbreekbare plastics door te prikken. ‘De stelling “al het plastic is slecht voor het milieu” is net zo waar of onwaar als de stelling “alle biobased en biologisch afbreekbare plastics zijn goed voor het milieu”. Ook wordt vaak geroepen dat de “koolstofvoetafdruk” van biobased plastics niet veel anders zou zijn dan van fossiele plastics. Ons onderzoek laat evenwel zien dat biobased plastics in veel gevallen een lagere CO₂-belasting met zich meebrengen’, aldus Bolck.

Bescheiden omzet in bioplastics

In 2015 was de productiecapaciteit voor biobased of biologisch afbreekbare plastics goed voor een bescheiden 1% van de totale wereldwijde kunststofproductie. De verwachting is dat dit voor sommige biobased plastics op basis van ethanol, barnsteen-zuur en melkzuur (Bio-PET, Bio-PE, PBS en PLA) zal groeien, andere op basis van cellulose en castor olie (cellofaan, CA en Bio-PA) zullen waarschijnlijk gelijk blijven. In beginsel is de productie van een kilo biobased of biologisch afbreekbaar plastic duurder dan een kilo gewoon, fossiel plastic. Tegelijk is er soms een materiaal- of kostenbesparing mogelijk bij het gebruik of bij de verwerking van het afval. Daardoor zijn er nu verschillende voorbeelden van biobased of biologisch afbreekbaar plastic die kunnen concurreren met fossiele plastics. Die laatste zijn ook afhankelijk van olieprijs, waardoor de gewone plasticprijzen meebewegen met de olieprijs, terwijl biobased plastics afhankelijk zijn van de prijs van biomassaprijzen; een prijs die veel stabiel is dan de olieprijs. Wanneer de schaal van biobased plastics zal toenemen, kunnen de prijzen nog verder dalen.

Afbreekbare voedselverpakkingen

Biobased en biologisch afbreekbare plastics worden nu voornamelijk gebruikt als (voedsel)verpak-

kingen, wegwerpservies en bestek, (winkel)tassen, vezels en toepassingen in de landbouw. Zogeheten biobased drop-in kunststoffen, zoals bio-PE en bio-PET, zijn identiek aan fossiele tegenhangers en kunnen dan ook zonder problemen in de huidige productie- en verwerkingsketen worden gebruikt.

De drie meest gebruikte biobased plastics met unieke eigenschappen zijn polymelkzuur (PLA), op zetmeel gebaseerde kunststoffen en cellofaan. Net als bij fossiele kunststoffen, moet ook biobased verpakkingsmateriaal zorgen voor de vereiste houdbaarheid van een verpakt product. Sommige kenmerken van een kunststof kunnen wat dat betreft nadelig zijn in de ene toepassing en een voordeel zijn in een andere. Biobased en biologisch afbreekbaar PLA is een kunststof die makkelijk vocht doorlaat. Dat is een nadeel voor een waterfles maar een voordeel voor een ademende verpakking van groente of fruit. Verder moeten biobased plastics voldoen aan dezelfde regels met betrekking tot de voedselveiligheid als fossiele plastics. Inmiddels hebben al veel biobased plastics certificaten om te bewijzen dat ze kunnen worden gebruikt in contact met voedingsmiddelen.

Biobased afval

De meest geschikte ‘end-of-life route’ is afhankelijk van het type biobased en biologisch afbreekbaar plastic, markt volumes, de toepassing waarin het werd gebruikt en de beschikbare infrastructuur voor inzameling en verwerking. Met uitzondering van gerecycleerde PET-flessen, zijn gerecycleerde plastic materialen die bij de consument vandaan komen niet 100% zuiver en kunnen niet gebruikt worden in levensmiddelenverpakkingen als gevolg van voedselveiligheidsvoorschriften. Hoewel het technisch mogelijk is om alle kunststoffen met optische technieken te herkennen (met uitzondering van zwart plastic), is een absolute efficiëntie van het sorteerproces in de praktijk moeilijk te realiseren. Aangezien de



Plastic, zoals dit bestek, kan ook uit plantaardige grondstoffen worden gemaakt.

plastics die van de consumenten komen gemixt zijn, is het specifieke effect van de (zeer kleine) hoeveelheden biobased of biologisch afbreekbare kunststoffen momenteel niet meetbaar. In een experimenteel onderzoek door de groep van Bolck is wel aangetoond dat het bijmengen van tot 10% op zetmeel gebaseerde plastic folies in een gesorteerd kunststoffoliemengsel geen negatief effect had op de mechanische eigenschappen van de gerecycleerde kunststof.

Behalve dat biologisch afbreekbare kunststoffen in een beperkte concentratie gewoon kunnen worden gerecycled met conventionele kunststoffen, kunnen gecertificeerde biologisch afbreekbare plastics ook worden gecomposteerd, vergist of biologisch afgebroken op landbouwgrond. Industrieel composteren – een vorm van organische recycling – is een kosteneffectieve verwerking van organisch huishoudelijk GFT-afval. Vandaag de dag komt een aanzienlijke hoeveel-

heid huishoudelijk GFT-afval met het restafval in de grijze bak terecht. Dat wordt verbrand, terwijl het keukenafval relatief nat is, en daardoor is de verbranding minder efficiënt in vergelijking met compostering. Een bijzonder voordeel van biologisch afbreekbaar plastic verpakkingen en (vuilnis)zakken is dat ze kunnen helpen om een groter deel van huishoudelijk groente- en fruitafval te verzamelen ten behoeve van compostering. Het is dan wel zaak dat er duidelijke communicatie is, zodat mensen niet per ongeluk niet-composteerbare zakken gaan gebruiken, waardoor de hoeveelheid van dit plastic in de organische afvalstroom toeneemt. Op dit moment bestaat ongeveer 1% van de huishoudelijke GFT-afvalstroom uit niet-biologisch afbreekbaar plastic. Nederlandse afvalverwerkers aarzelen nog met het aanvaarden van biologisch afbreekbare plastic verpakkingen (anders dan de composteerbare plastic zakken met bioafval) omdat zij bang zijn voor insleep van meer niet-afbreekbare plastics.

Biologisch afbreekbare plastic verpakkingen die niet mechanisch worden gerecycled en die geen voordelen geven in het composteringsproces kunnen samen met de andere plastics worden verbrand met energierugwinning. Inzameling en sortering van plastic begint bij consumentengedrag en bepaalt voor een groot deel de (energie) efficiency van de afvalsystemen. Om consumenten te helpen bij het kiezen van de juiste afvalroute voor verpakkingen kunnen pictogrammen worden gebruikt om de voorkeursroute aan te geven. In verband hiermee is in Nederland onlangs een nieuw pictogram ingevoerd dat aangebracht kan worden op composteerbare verpakkingen die zijn gecertificeerd volgens EN13432 en dat aangeeft dat de verpakking in de GFT-container mag.

Biomassa voor plastic en voedsel

Op dit moment beslaat het land dat nodig is voor het verbouwen van de grondstoffen voor

Biologisch afbreekbare kunststoffen zijn geen oplossing voor het probleem van zwerfafval en de ‘plastic soep’

biobased plastics wereldwijd een bescheiden 0,02% van het bouwland. Wanneer de totale huidige wereldwijde fossiele kunststofproductie gebaseerd zou worden op biomassa, dan zou dit 5% van de totale jaarlijks geoogste hoeveelheid biomassa vragen. Een dergelijk scenario is evenwel onwaarschijnlijk, omdat de industrie naar verwachting technieken zal ontwikkelen die alternatieve grondstoffen uit afval en reststromen van de landbouw en voedselproductie kunnen gebruiken. Recent onderzoek laat zien dat een dergelijke duurzame co-productie van biobrandstoffen, biobased plastics en voedsel mogelijk is en dat de productie van biobrandstoffen ook kan dienen als stabilisator voor de voedselprijzen. Een verdere relatie tussen voeding en biobased plastics is dat sommige van deze kunststoffen, zoals PLA, barrière-eigenschappen hebben die kunnen helpen voedsel langer vers te houden en daarmee de houdbaarheidsdatum verlengen.

Impact van bioplastics op het milieu

De milieu-impact van bio-based plastics en op fossiele brandstoffen gebaseerde kunststoffen wordt berekend in verschillende impactcategorieën. Vervanging van fossiele plastics door biobased plastics leidt in het algemeen tot lager gebruik van niet-hernieuwbare energiebronnen en broeikasgassen. Die afname van broeikasgassen kan weer negatief worden beïnvloed door veranderingen in landgebruik. De reductie in broeikasgassen die wordt bereikt met biobased plastics is in het algemeen aanzienlijk groter dan die van biobrandstoffen. Voor de impactcategorieën die betrekking hebben op de landbouw, zoals vermesting en verzuring, hebben biobased plastics over het algemeen een grotere impact op het milieu dan fossiele kunststoffen. Omdat er grote verschillen in effecten zijn, zowel tussen biobased plastics als tussen fossiele kunststoffen, kan geen absolute regel worden gegeven.

Afbreekbare plastic soep

Biologisch afbreekbare kunststoffen zijn geen oplossing voor het probleem van zwerfafval en de ‘plastic soep’. Aan de andere kant kan de biologische afbreekbaarheid een nuttige eigenschap zijn voor specifieke toepassingen, zoals vislijnen. Wanneer die op zee verloren gaan, zullen gecertificeerde, in zee afbreekbare plastics tenminste resulteren in een lager risico op schadelijke gevolgen dan wanneer ze niet af breken. Een gecertificeerde claim zoals ‘OK biodegradable MARINE’ mag er natuurlijk niet toe leiden dat consumenten een gecertificeerd product makkelijker in het milieu achterlaten. Dit vergt een duidelijke communicatie over de keurmerken en de gevolgen.

Epiloog: Wat rest is verwarring

DEZE TOCHT langs de historie en de actualiteit van plastic laat de lezer wellicht in verwarring achter. Met de beelden op je netvlies van een branding vol zwerfafval, of vogels die letterlijk zijn verhongerd met hun maag vol zwerfvuil, is het lastig bedenken dat de uitvinding van kunststof de mensheid ook zo onvoorstelbaar veel nuttigs en zelfs moois heeft gebracht.

Voor een deel ligt dat aan wat tegenwoordig met zo'n mooi woord *framing* heet. De iconische plastic soep heeft het probleem van ons kunststofafval hoog op verschillende politieke en maatschappelijke agenda's gezet. Ondertussen zullen velen verbaasd zijn om te leren wat die 'plastic soep' werkelijk behelst. Het is bepaald geen dik tapijt

van plastic waar je overeen kunt lopen, maar 'slechts' een relatief hoge concentratie van plastic over een onmetelijk oppervlak. Maar je zult die jonge albatros maar zijn die door zijn ouders wordt gevoed met die rondzwervende tandenborstels en aanstekers.

Los van de evidente risico's die met name grotere dieren als een albatros (of een zeeschildpad, een walvis of een dolfijn) lopen door ons plastic in het milieu, is het ook bepaald verwarrend dat er op het gebied van onze eigen gezondheid nog zo weinig harde aanwijzingen zijn dat kunststoffen in voeding, cosmetica en zelfs in de lucht een negatief effect hebben op onze eigen gezondheid. In de toxicologie gelden nog steeds de wetten van Paracelsus, die al in de zestiende eeuw stelde dat vooral de



dosis het vergif maakt. We eten restjes kunststof, we drinken plastics, we ademen zelfs nanoplastics in, maar vooralsnog wijst niets erop dat de huidige dosis ook onze gezondheid schaadt. Vooralsnog. Lopend onderzoek op initiatief van onderzoeksfinancier ZonMw probeert de leemten in kennis op dit gebied te vullen. Want we hoeven maar naar beelden te kijken van rivieren in Indonesië of op de Filipijnen, die wél zijn veranderd in een tapijt van plastic waarover je bijna kunt lopen, en je weet dat de dosis van kunststoffen in ons milieu voorlopig alleen maar zal stijgen.

In die zin is ook het verbod dat 'onze' Eurocommissaris Frans Timmermans heeft ingesteld op plastics voor eenmalig gebruik verwarrend. Gaat dit beperkte verbod wel ergens over, in het licht

van de internationale context? Het minste dat het is, is een eerste stap, want misschien is het probleem van plastic boven alles wel een probleem van fatsoen en ethiek. Een snoeppapiertje laat je niet achter je op straat of in de natuur vallen, laat staan een paar miljoen ton snoeppapiertjes en andere kunststoffen per jaar; nog los van de vraag of we daar onszelf uiteindelijk mee vergiftigen of niet. Dat een preeelvogel ondertussen zijn voordeel doet met de assorti van plastics die hij in zijn omgeving vindt doet daar niets aan af. Net zomin als de meerkoet die onze rietjes en andere troep in dankbaarheid aanvaardt om er zijn nest mee te verstevigen.

Namens de redactie: *Rob Buiter*



Nadere informatie

De volgende links zijn een goed startpunt voor nadere informatie:

Bij hoofdstuk 1 en 2

- De geschiedenis van kunststoffen wordt in Nederland gedocumenteerd door het Polyplasticum, online op <http://www.polyplasticum.nl> en 'in het echt' op het Polymer Science Park in Zwolle: <https://www.polymersciencepark.nl>

Bij hoofdstuk 3

- Met de app 'Litterati' kan iedereen gevonden zwerfafval registreren.
- In de Verenigde Staten is de onderzoeksgroep van professor Jenna Jambeck zeer actief op het gebied van onderzoek naar recycling: <http://jambeck.engr.uga.edu>
- Op <https://www.pnas.org/content/111/28/10239> schrijven Spaanse onderzoekers over de hoeveelheid plastic in de plastic soep in 2010.

Bij hoofdstuk 4

- Op <https://www.sapea.info/topics/microplastics/> staat het rapport van Science Advice for Policy by European Academies, over de onbekende risico's van plastics.
- Een korte samenvatting van de vijftien projecten van ZonMw over Microplastics & Health staat op <https://www.zonmw.nl/nl/onderzoek-resultaten/life-sciences-health/programmas/programma-detail/microplastics-health/>

- Op <https://sci-hub.tw/10.1021/es405721v> schrijven Velzeboer et al. over de binding van giftige stoffen als PCB's aan nanoplastics.
- Op <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.03.022> schrijven Chiba et al. over plastic op de bodem van de Marianentrog.

Bij hoofdstuk 5

- In Nederland wordt veel onderzoek gedaan naar vervanging en recycling van kunststoffen door Wageningen University & Research: <http://tinyurl.com/y6gx82hx>
- In het rapport 'Bio-based and biodegradable plastics - Facts and Figures' bieden WUR-onderzoeker Martien van Oeveren en collega's veel informatie over alternatieven: <http://edepot.wur.nl/408350>

Auteurs en geïnterviewden

Dr. Jannes van Everdingen (Voorwoord) is voorzitter van de Stichting Biowetenschappen en Maatschappij.

Prof. dr. Jos van den Broek (Infographics) is emeritus-hoogleraar wetenschapscommunicatie.

Dr. Hans Davidson (Hoofdstukken 1 & 2) is curator van het Polyplasticum, het online-museum over kunststoffen.

Ir. Rob Buitter (interviews en epiloog) is freelance wetenschapsjournalist te Heemstede.

Ir. Casper van der Meer (Box 1) is mede-oprichter van de *Better Future Factory*.

Marius Smit (Box 2) is oprichter van het bedrijf *Plastic Whale*.

Ralph Groenheijde (Box 3) is oprichter van *The TrashUre Hunt*.

Ir. Gijsbert Tweehuysen (Box 4) is oprichter en voorzitter van *Waste Free Waters*.

Drs. Charlotte Verburg (Hoofdstuk 3) is promovenda aan de universiteiten van Enschede en Wageningen.

Drs. Francis Zoet (Box 5) is mede-oprichter van *The Great Bubble Barrier*.

Dirk Groot (Box 6) is zelfverklaard zwerfafvalbestrijder.

Prof. dr. Bart Koelmans (Hoofdstuk 4) is hoogleraar Aquatische Ecologie en Waterkwaliteitsbeheer aan Wageningen University & Research.

Merijn Tinga (Box 7) is zelfverklaard *Plastic Soup Surfer*.

Peter Smith (Box 8) is kunstenaar en oprichter van *KLEAN*.

Ir. Marieke Brouwer (Hoofdstuk 5) is promovenda aan het instituut Wageningen Food & Biobased Research van Wageningen University & Research.

Ir. Christiaan Bolck (Hoofdstuk 5) is onderzoeker aan het instituut Wageningen Food & Biobased Research van Wageningen University & Research.

Ir. Daniël Poolen (redactie) is projectcoördinator Duurzaamheid aan het Koninklijk Instituut Van Ingenieurs.

Prof. dr. Ellen van Donk (redactie) is hoogleraar Aquatische Ecologie aan de Universiteit Utrecht en verbonden aan het Nederlands Instituut voor Ecologie, NIOO-KNAW.

Illustratieverantwoording

Cover : Dreamstime

Jerry Lampen / Rijksoverheid: p. 2

Rudmer Zwerver / 123RF: p. 4

Nick Hannes / Hollandse Hoogte,
Den Haag: p. 5

Jos van den Broek, Leiden: p. 6, 10, 18 lb, 39,
40, 42, 68, 70

Alen MacWeeney / Getty Images: p. 8

Imageselect, Wassenaar: p. 11 b, 36

Polyplasticum – Hans Davidson: p. 11 o, 12,
14 b, o, 15

Dreamstime: p. 13 b, 24, 27, 29, 58

Topfoto / ANP Photo, Den Haag: p. 13 o

Museon, Den Haag: p. 16

Depositphotos: p. 17

iStockphoto: p. 18 rb, 19, 28, 44 r, 64, 66

Machtelt.photo: p. 21

Fotografie: Boudewijn Bollman: p. 23

Roger Viollet / Getty Images: p. 25

Anton Havelaar / 123RF: p. 30

Herman Sittrop Grafische Realisaties,
Rotterdam: p. 31, 43

Fotografie: Remco Zwinkels: p. 33

Gijsbert Tweehuysen, Klimmen: p. 35

Jan van Franeker / Wageningen Marine
Research: p. 44 l

Dadang Tri / Reuters / ANP Photo,
Den Haag: p. 45

Tjeerd Royaards / Cartoon Movement,
Amsterdam: p. 47

Rob Buiten, Heemstede: p. 49

Dirk Groot, Purmerend: p. 51

JohnRey / Adobestock: p. 52

Christian Ohde / Picture-Alliance /
Imageselect, Wassenaar: p. 55

Japan Agency for Marine-Earth Science
and Technology: p. 57

Fotografie: Pardo Iannini: p. 61

Peter Smith, Amsterdam: p. 63

Nedvang: p. 67, 69

Scott Bauer / USDA: p. 72

Dan Clark / USFWS: p. 74

Konrad Wothe / Minden Pictures /
Nature in Stock: p. 75

bio

WETENSCHAP+
MAATSCHAPPIJ

www.biomaatschappij.nl

50% korting op
de normale
verkoopprijs



4X BWM-cahiers
voor maar € 27,50

Cadeautje!

Wilt u uw klanten informeren? Uw collega's verrassen? Denk eens aan een cahier! Neem contact op met BWM via 070-3495402 of bestellingen@biomaatschappij.nl. Bij afname van grote aantallen kan de prijs daarop worden afgestemd.



Ontdek met BWM de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van biowetenschappen. Van diabetes tot biograndstoffen en van hersenen tot evolutie. De cahiers zijn geschreven door topwetenschappers: objectief, scherpzinnig en verrassend.

Met BWM weet je meer!

Cahiers in 2019

- > Brein in de groei
- > Plastic
- > Jubileum 50 jaar Biowetenschappen en Maatschappij

Gratis lesmateriaal

BWM maakt ook lesmateriaal bij de cahiers. Voor havo en vwo bovenbouw.

U kunt dit gratis downloaden via

<https://www.biomaatschappij.nl/publicaties/lesmateriaaloverzicht/>

Stichting Biowetenschappen en Maatschappij
werkt samen met:

Dit cahier is mede tot stand gekomen door:

 KENNISLINK

 ZonMw

 NWO

In dit nummer:

- › **De historie van kunststoffen**
- › **De zegeningen van plastic**
- › **Voorkomen beter dan opruimen**
- › **Microplastics en het milieu**
- › **Plastics van biologische oorsprong**
- › **Plus: portretten van bevlogen plasticbestrijders**

Redactie:

Jannes van Everdingen

Ellen van Donk

Daniël Poolen

Rob Buiter

Met een voorwoord van Stientje van Veldhoven,
staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat.

Het wordt wel de belangrijkste uitvinding van de recente geschiedenis genoemd, van vergelijkbare proporties als de computerchip: kunststof. Plastic folie houdt ons eten vers en voorkomt zo verspilling, terwijl lichte en sterke kunststoffen in auto's en andere vervoersmiddelen transport energiezuinig maken. Tegelijk is de mensheid zo verslaafd geraakt aan plastic en andere kunststoffen, dat we er bijna aan ten onder lijken te gaan. Het ligt niet alleen meters dik langs de oevers van rivieren in Indonesië, het zit ook tot in het diepst van de oceanen, tot op de toppen van de hoogste bergen. Zelfs in het water dat we drinken en de lucht die we inademen zit plastic.

Dit cahier biedt een overzicht van de kunststoffen uit heden en verleden, de belangrijkste bronnen van vervuiling en ook mogelijke oplossingen. Kunnen we het plasticmonster temmen door recycling of door het gebruik van andere grondstoffen? Een serie persoonlijke interviews portretteert bovendien een groep mensen die vanuit verschillende invalshoeken een oplossing proberen te vinden voor de lelijke gevolgen van onze uit de hand gelopen plasticverslaving.

 **wetenschap+**
MAATSCHAPPIJ

