

Het Wilde Westen onder water

Oceanen

BIOWETENSCHAPPEN EN MAATSCHAPPIJ
KWARTAAL 2 2014



Inhoud

Voorwoord: 'Dat de zee bruiest met haar volheid' 2
Mare incognitum, een historische inleiding 4

1 De basis van de voedselketen 9

De C in de zee 14
Creatief met primaire producenten 18

2 Het weer onder water 21

Grootschalige oceaanstromingen 22
Golven in de diepzee 28
Dode bodem, bron van kennis 34

3 Biodiversiteit op zee 37

De Koraaldriehoek als centrum van mariene biodiversiteit 38
Extreme habitats 43
Mariene virussen 49
Oases in de diepzee 54

4 De bedreigde oceaan 57

Visserij 58
De plastic soep 63
Diepzee mijnbouw 67
Geslept met organismen over de wereldzeeën 72
Verstekelingen via vliegtuig en scheepshuid 74

Epiloog: Het Wilde Westen is dichterbij dan je denkt 76

Nabeschouwing 80
Nadere informatie 81
Auteursinformatie 82
Illustratieverantwoording 83

*50% korting
op de
normale
verkoopprijs*

Bezoek onze website voor
andere publicaties over
bijvoorbeeld geneesmiddelen,
biodiversiteit en gezond
ouder worden. En met een
abonnement op de cahiers
van Biowetenschappen en
Maatschappij bespaar je bijna
50%!

Meer informatie op pagina. 84

De plastic soep

■ DR. JAN ANDRIES VAN FRANKEKER

Behalve als 'plastic soep', wordt aan de vervuiling van de wereldzeeën met ronddrijvend afval vaak ook gerefereerd als 'het plastic eiland'. Onder andere in een circulerende stroming in de Stille Oceaan, de *North Pacific Gyre*, zou zich een drijvende vuilnisbelt hebben verzameld ter grootte van meer dan dertig keer het oppervlak van Nederland. Ook in de vier andere grote circulaire stromingen die zich in de oceanen bevinden worden hoge concentraties plastic gevonden.

Zowel 'soep' als 'eiland' doen de werkelijkheid geen recht. Buiten de concentraties van vervuiling op sommige kusten is de hoeveelheid plastic natuurlijk nergens zo dicht dat je erop kan lopen. En zelfs voor een soep is de concentratie op zijn best een heel slap bouillonnetje te noemen. Maar toch: alles is relatief. Amerikaanse onderzoekers

Op de Atol Midway sterven albatrossen met een met plastic gevulde maag.



die in 2001 watermonsters verzamelden in de *North Pacific Gyre* vonden op diverse plekken per oppervlakte-eenheid meer minuscule stukjes plastic dan dierlijk plankton. Zij schatten de hoeveelheid plastic toen op ruim 5 milligram per vierkante meter oceaanoppervlak.

Door de gigantische omvang van de wereldzeeën gaat de totale hoeveelheid plastic in het water hoe dan ook iedere voorstelling te boven. Er doen vele schattingen de ronde, variërend van ruim een miljoen kilo plastic dat ieder uur in het water zou verdwijnen, tot zelfs het tienvoudige daarvan. Wat daarvan de keiharde realiteit is ondervond de Amerikaanse fotograaf Chris Jordan in 2009, bij een expeditie naar de atol Midway, een groepje eilandjes midden in de Stille Oceaan. Daar, op bijna de verst denkbare afstand van alle omringende continenten, fotografeerde hij de lijken van albatrossen. De dieren waren vaak al in een ver gaande staat van ontbinding, waardoor één ding extra opviel: de massa onverteerbaar plastic in hun magen. Van minuscule korreltjes tot complete aanstekers of flessendoppen aan toe. De albatrossen zien ronddrijvend plastic waarschijnlijk direct voor voedsel aan, of krijgen het indirect binnen, via de door hen gevangen vissen. Ook eten ze strenge eieren die vliegende vissen afzetten op drijvend materiaal. Tegenwoordig is dat dus vaak plastic rommel. In de kolonie voeden ze hun jongen met alles wat in hun krop komt. De magen van de kuikens vullen zich daardoor langzaam met het onverteerbare plastic, dat zij soms niet meer uit kunnen braken. Veel kuikens sterven daardoor uiteindelijk met een volledig gevulde maag de hongerdood.

Sluipend probleem

De beelden van Chris Jordan op Midway zijn gruwelijke blikvangers. Net als de vele foto's en films van dolfijnen, walvissen, vogels of schildpadden die in resten van visnetten of ander plastic verstrikt zijn geraakt, zijn ze vermoede-

lijk effectief in het onder de aandacht brengen van het probleem van de vervuiling op zee. Toch raken zelfs die beelden, hoe gruwelijk ook, niet de kern van het probleem. Het probleem van de plasticvervuiling op zee is nog veel sluipender en gemener.

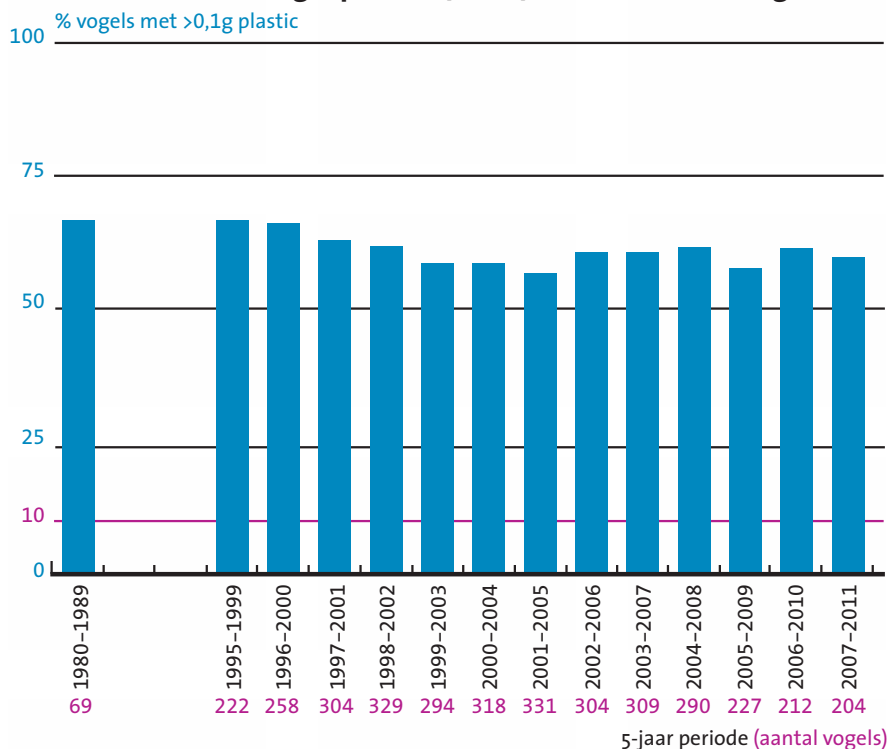
Al sinds 1980 wordt de vervuiling op zee onderzocht via een algemene zeevogel: de noordse stormvogel. Buiten de broedtijd leven noordse stormvogels vrijwel uitsluitend op open zee, waar ze zich voeden met vis en andere dierlijke prooien. Anders dan bijvoorbeeld meeuwen, braken stormvogels onverteerbare voedselresten niet uit. Daardoor verzamelt plastic dat ze opeten – per toeval of per vergissing – zich in hun maag. Pas als het plastic na lange tijd, onder invloed van het zuur en door vermaling in de spiermaag, klein genoeg is geworden kan het passeren naar de darm om te worden uitgepoept.

Waar de kuikens van de albatrossen op Midway een gruwelijke dood sterven, blijft het probleem bij vogels als de noordse stormvogel doorgaans onzichtbaar. Ze gaan er niet per se dood aan, maar hoe groter de hoeveelheid plastic in hun maag, hoe slechter hun conditie. Op die manier trekt de plasticvervuiling een sterke wissel op de conditie van de dieren en daarmee uiteindelijk van hele populaties.

Steekproef tegen wil en dank

Het opeten van plastic is een wijd verbreide vergissing onder zeevogels. Van alle noordse stormvogels op de Noordzee, die dus geen braakballen vormen, heeft zelfs 95% permanent plastic in de maag, gemiddeld 30 grotere of kleinere stukjes. Daarmee zijn noordse stormvogels tegen wil en dank bruikbare 'steekproeven' geworden voor de mate van vervuiling van hun leefgebied. Van jaar op jaar worden stormvogels die dood aanspoelen op de verschillende kusten of die sneuvelen in de netten van vissers verzameld. Vervolgens wordt de hoe-

In Nederland aangespoelde (dode) noordse stormvogels



De hoeveelheid plastic in de magen van noordse stormvogels: aanzienlijk meer dan de streefwaarde van 10%.

veelheid plastic die zich in de maag van de dieren heeft opgehoopt geteld en gewogen.

In de figuur hierboven is te zien dat in de jaren tussen 1980 en 2011 een schommelend percentage van maar liefst 55% tot bijna 70% van alle in Nederland gevonden dode stormvogels meer dan 0,1 gram plastic in de maag heeft. Een gemiddelde maaginhoud van een aangespoelde stormvogel bevat ruim 0,3 gram plastic. Dat lijkt misschien futiel, maar vertaald van een vogel van ongeveer 750 gram naar een mens van 75 kilo betekent dit 30 gram plastic: het gewicht van bijvoorbeeld 6 wegwerp plastic zakjes. Pas als je de verschillende hoeveelheden plastic op die manier vertaalt kun je je een indruk vormen van de ernst van de situatie.

Ecologische en economische schade

De miljoenen die worden besteed om het aangespoelde afval op de kusten op te ruimen, of om in afval vastgelopen scheepsschroeven weer te repareren zijn in principe nog wel te berekenen. De precieze omvang van de ecologische schade door ons plastic afval in de oceanen valt nauwelijks te kwantificeren. Toch hebben de zogenoemde OSPAR-landen rond de Noord-Oost Atlantische kust een concreet doel geformuleerd. Dat doel is gebaseerd op het onderzoek aan de noordse stormvogel: niet meer dan 10% van de dode stormvogels zou meer dan 0,1 gram plastic in hun maag mogen hebben, vinden de politici. De Europese Unie heeft deze meetmethode ook opgenomen in de zogenoemde Kaderrichtlijn Marien. In die richtlijn stelt de EU dat de zee vóór 2020 in een 'goede milieutoestand' moet komen. Of dat betekent dat ten hoogste 10% van de vogels de 0,1 gram plastic in de maag mag overschrijden is nog onderwerp van het politieke debat. Sommige landen vrezen dat zo'n doel te ambitieus is. Een blik op de grafiek op de vorige pagina zou ze daarin wel eens gelijk kunnen geven.

Ook vis en zeehond besmet

Niet alleen stormvogels hebben plastic in hun maag. Ook verschillende vissen nemen minuscule plasticdeeltjes in hun lichaam mee. Onderzoekers van IMARES inventariseerden zeven verschillende soorten vis die op verschillende plaatsen in de Noordzee werden gevangen. Daarbij bleken vijf van de zeven soorten plastic in hun maag te hebben. Bijna 3% van de individuele dieren bevatte plastic. Het zwaarst vervuild waren kabeljauwen die rond het Kanaal waren gevangen. Een derde deel van die vissen bevatte één of meerdere stukjes plastic. Een vergelijkbaar onderzoek onder dode gewone zeehonden liet zien dat 11% van die dieren meetbare hoeveelheden plastic in hun maag had en 1% in de darmen.

Het plastic strand

Wordt de plastic soep in de Stille Oceaan nog comfortabel aan het oog onttrokken, op de Nederlandse stranden is de vervuiling dag in dag uit zichtbaar. Bij een opruimactie op het strand van Texel verzamelde een leger vrijwilligers op het Noordzeestrand maar liefst 30 ton afval, meer dan duizend kilo voor

iedere kilometer strand. De twee grote fracties van die afvalberg waren hout en afval van de visserij, zoals touwen, netten, kratten en jerrycans. In de weken na de grote schoonmaak was goed bij te houden hoeveel vers afval er dagelijks op het strand werd aangevoerd: 6 tot 8 kilogram per kilometer strand per dag!



Statiegeld

Uit het onderzoek aan de gevangen vis in de Noordzee blijkt dat de hoeveelheid plastic afneemt naarmate de vissen verder noordelijk op de Noordzee werden gevangen. Ook een vergelijking van 'noordelijke' en 'zuidelijke' noordse stormvogels vertoont die trend. Bijvoorbeeld rond IJsland hebben de vogels meetbaar minder plastic in hun maag dan op de Noordzee, en in het Canadese poolgebied benaderen de vogels zelfs bijna de streefwaarde van minder dan 10% van de vogels met meer dan 0,1 gram plastic in de maag.

Maatregelen en bewustwording bij zeegebonden activiteiten, zoals scheepvaart, visserij, aquacultuur en offshore industrie kunnen in het Noordzeegebied al een groot verschil maken. Maar in

Stel je voor dat je als mens met zes plastic tasjes in je maag loopt ...

meer algemene zin en op de lange termijn kan alleen een drastische beperking van de hoeveelheid eenmalig gebruikspastic, gecombineerd met een strenge statiegeldheffing soelaas bieden. Zogenaemde *biobased plastics* uit plantaardig

materiaal zijn weliswaar nuttig om het gebruik van fossiele brandstoffen te beperken, maar bieden geen oplossing voor het afvalprobleem. Ook afbreekbare plastics, of die nu uit plantaardige of fossiele grondstoffen worden gemaakt, bieden geen oplossing. Als plastic écht goed biologisch afbreekbaar wordt gemaakt verliest het ook meteen de eigenschappen waar we het om zijn gaan waarderen: licht in gewicht maar toch sterk en duurzaam. En de campagnes met die oranje

plastic poppetjes, de ‘plastic hero’s’, zijn misschien goed voor bewustwording maar gaan eenmalig gebruik en verspilling niet tegen. Bovendien pak je daarmee maar een beperkt deel van het plastic-probleem aan. Want wat doe je bijvoorbeeld met de plastic doppen in een kartonnen melkpak? Over dat soort producten zou de producent eigenlijk een stevige heffing moeten betalen om de maatschappelijke kosten van het afvalprobleem te kunnen vergoeden. Verder zou de overheid met hoge statiegelden de verpakkingsindustrie moeten dwingen in de richting van retourneren, hergebruik, en na hergebruik een hoge kwaliteit recycling.

Giftige soep

De vervuiling van de oceanen en zeeën met plastic mag dan misschien niet tot een stevige soep leiden, laat staan tot een eiland, er is toch alle reden om het probleem zeer serieus te nemen. Nog even los van de morele kant van de zaak – wie zijn wij om de zeeën zo te vervuilen? – is er ook wel degelijk een kans dat we de vervuilde soep uiteindelijk op ons eigen bord krijgen. De plastic deeltjes in de magen van vissen zullen ons bord misschien niet direct bereiken en die in de magen van de noordse

The Ocean Cleanup

Veel mensen breken hun hoofd over de mogelijkheden om al het rond-drijvende afval uit de oceanen op te ruimen. De oplossingen variëren van symbolisch, zoals een plastic ‘actiesloep’ die in 2014 werd gebouwd van omgesmolten plastic uit de grachten van Amsterdam, tot een gigantisch

verzamelstation dat op de oceaan kan drijven. Dat laatste idee komt van de Delftse ingenieur Boyan Slat. Inmiddels werkt hij met een groot team aan een haalbaarheidstudie voor zo’n drijvend afvalstation. Met behulp van twee lange armen op het oppervlak van de zee of

oceaan moet zijn ‘Ocean Cleanup’ al het drijvend afval kunnen verzamelen, terwijl het zeeleven vanzelf onder de armen door zweeft. Daarmee is meteen een van de achilleshielen van het project bekend: alleen drijvend afval kan in theorie van het wateroppervlak worden geschrapt. De

praktijk laat evenwel zien dat heel veel plastic op verschillende diepten onder het oppervlak zweeft. Andere uitdagingen voor Slat en collega’s staan beschreven op <http://marinedebris.info/open-ocean-cleanup-guidelines>

stormvogels al helemaal niet, maar ronddrijvend plastic gedraagt zich wél als een spons voor vervuillende stoffen als pcb's of pesticiden. Ook bevatten de plastics zelf schadelijke stoffen, zoals bijvoorbeeld weekmakers en brandvertragers. Terwijl de maag van een stormvogel het plastic langzaam vermaalt worden die stoffen ook in de voedselketen opgenomen.

Vogels met plastic in hun maag fungeren ook als een soort 'afvalverwerkers'. Wanneer de dieren in een gebied komen waar ze nauwelijks nieuw plastic kunnen opeten, zoals rond de Zuidpool, blijkt uit metingen dat hun spiermaag ongeveer driekwart van het plastic vermaalt tot minuscule deeltjes die vervolgens worden uitgepoept. Ook die deeltjes vinden hun weg in de voedselketen. Op die manier krijgen we de plastic soep uiteindelijk toch ook op ons eigen bord. En voor wie dat sluipende gevaar niet proeft, of niet wil zien, zijn er altijd nog de aangrijpende beelden van Chris Jordan van de atol Midway.

Diepzee mijnbouw

■ DR. HENKO DE STIGTER & PROFESSOR GERT-JAN REICHART

In het rijtje potentiële bedreigingen van het oceaanmilieu is diepzeemijnbouw een relatieve nieuwkomer. De bodem van de diepe oceaanbekkens, aan het zicht onttrokken door kilometers oceaanwater, is tot op heden een vrijwel ongerept natuurgebied dat zich van pool tot pool over alle oceanen uitstrekt. De diepzeebodem ligt buiten het technische werkbereik van visserij en offshore olie- en gaswinning, en is daarom ook niet economisch interessant voor deze bedrijfstakken. Afgezien van het nodige zwerfafval, scheepswrakken, intercontinentale telecommunicatiekabels, en sporen van wetenschappelijke bemonstering is de fysieke impact van menselijke activiteit in dit gebied tot nu toe gering. Dit beeld zal mogelijk ingrijpend veranderen nu de mijnbouwindustrie in hard tempo aan het warmlopen is voor ontginning van verschillende delfstoffen uit de diepzee.

Verkenning van de oceaanbodem

Al zolang mensen de oceanen bevaren hebben zij gespeculeerd over de schatten die ver buiten hun bereik op de bodem van de oceaan liggen. Volgens oude zeekaarten werden die schatten bewaakt door watergeesten en zeemonsters. Het was pas in de eeuw van het rationalisme en de opkomende industrialisatie dat koloniale grootmachten wetenschappelijke expedities uitstuurden om ook de bodem van de oceanen te verkennen.

Tijdens de al vaker vermelde Challengerexpeditie (1874-1876) kwamen de eerste aanwijzingen naar boven voor centimeters grote bruinzwarte knollen op de diepe zeebodem. Die bleken opgebouwd uit flinterdunne concentrische laagjes mangaanhydroxide. Deze mangaanknollen waren gevormd door het neerslaan van in het diepzeewater opgelost mangaan. Het zou nog bijna een eeuw duren voordat met behulp van diepzeefotografie

Auteursinformatie

Dr. Annelies Pierrot-Bults, (Inleiding) is gastonderzoeker aan het Naturalis Biodiversity Center in Leiden en tevens aan de Universiteit van Amsterdam.

Professor Jef Huisman (Hoofdstuk 1, Primaire productie en BOX: Creatief met primaire producenten) is hoogleraar aquatische microbiologie aan de Universiteit van Amsterdam.

Professor Hein de Baar (Hoofdstuk 1, De C in de zee) is hoogleraar oceanografie aan de Rijksuniversiteit in Groningen en senior onderzoeker aan het Koninklijke Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.

Dr. Hendrik van Aken, (Hoofdstuk 2, Grootschalige oceaanstroming) is oud-medewerker van de afdeling fysische oceanografie van het Koninklijke Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.

Professor Leo Maas (Hoofdstuk 2, Golven in de diepzee) is bijzonder hoogleraar Golfdynamica in de oceaan aan de Universiteit Utrecht, tevens Senior onderzoeker van de afdeling Fysische oceanografie van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ, Texel).

Professor Appy Sluijs, (BOX: Dode bodem, bron van kennis) is hoogleraar paleoceanografie aan de Universiteit Utrecht.

Dr. Bert Hoeksema (Hoofdstuk 3, Koraaldriehoek) is hoofd van de afdeling Mariene Zoölogie binnen de sector Onderzoek en Onderwijs van Naturalis Biodiversity Center in Leiden.

Dr. Marc Lavaleye (Hoofdstuk 3, Extreme habitats) is onderzoeker aan de afdeling Mariene Ecologie van het Koninklijke Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.

Professor Corina Brussaard (Hoofdstuk 3, Mariene virussen) is hoogleraar virale ecologie aan de Universiteit van Amsterdam en Senior Onderzoekster op de afdeling Biologische Oceanografie van het Koninklijke Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.

Dr. Furu Mienis (BOX: Oases in de diepzee) is onderzoekster bij de afdeling Mariene Geologie en Chemische Oceanografie van het Koninklijke Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.

Professor Han Lindeboom (Hoofdstuk 4, Visserij) is buitengewoon hoogleraar Mariene Ecologie bij de Universiteit van Wageningen en Directeur Wetenschap van het Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies, IMARES.

Dr. Jan Andries van Franeker (Hoofdstuk 4, Plastic soep) is onderzoeker bij Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies, IMARES.

Professor Gertjan Reichart & dr. Henko de Stigter (Hoofdstuk 4, Mijnbouw) zijn beiden onderzoekers aan de afdeling Mariene Geologie en Chemische Oceanografie van het Koninklijke Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.

Dr. Jan Boon (BOX: Gesleep met organismen) is onderzoeker aan het Koninklijke Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.