

waddenacademie

Wat zijn de gevolgen van de door MSC Zoe verloren lading voor de Noordzeekustzone en de Waddenzee?

Position Paper

Wat zijn de gevolgen van de door MSC Zoe verloren lading voor de Noordzeekustzone en de Waddenzee?

Position Paper

Onderzoeks- en monitoringplan voor
de korte- en langetermijngevolgen van
microplastics voor het Waddengebied
en haar bewoners

Waddenacademie

Rijkswaterstaat Noord-Nederland



waddenacademie

Colofon

Tekst

Kader

Advies op verzoek van Rijkswaterstaat Noord-Nederland
n.a.v. het containerverlies door de MSC Zoe in januari 2019

Te refereren als

Philippart, K., L. Hanssen & J. van Dijk (2019) Wat zijn de gevolgen van de door de MSC Zoe verloren lading voor de Noordzeekustzone en de Waddenzee? Onderzoeks- en monitoringplan voor de korte- en langetermijengevolgen van microplastics voor het Waddengebied en haar bewoners. Position Paper 2019-01. Waddenacademie, Leeuwarden.

Grafisch ontwerp

BW H ontwerpers

Foto omslag

Arnold van der Wal

ISBN

978-94-90289-38-6

Position paper 2019-01

Gepubliceerd door Waddenacademie

© Waddenacademie mei 2019

Contactpersoon

www.waddenacademie.nl

De basisfinanciering van de Waddenacademie
is afkomstig van het Waddenfonds.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	5
1. Introductie	6
2. Beleidskader	10
2.1 Beheer	10
2.2 Nederland	10
2.3 Trilateraal	11
2.4 Europa	12
3. Onderzoekskader	14
3.1 Bronnen	14
3.2 Nul situatie	15
3.3 Verspreiding	16
3.4 Eigenschappen en transformaties	17
3.5 Aanwezigheid in het milieu en het voedselweb	19
3.6 Effecten	20
3.7 Methodische aspecten	20
3.8 Sociaal-culturele en economische aspecten	23
4. Monitoring- en onderzoeksplan	24
4.1 Introductie	24
4.2 Monitoring	25
FASE 1A. Analyse incident MSC Zoe	25
FASE 1B. Prioriteringsfase monitoringprogramma	28
FASE 2. Operationeel monitoringprogramma	28
4.3 Onderzoek	28
FASE 1A. Inventarisatie en prioritering onderzoeksvragen	28
FASE 1B. Organisatie en financiering	30
FASE 2. Operationeel onderzoeksprogramma	30
4.4 Verwachte kosten	32
5. Tot slot	34
Bijlagen	35
BIJLAGE 1. Deelnemers workshop	35
BIJLAGE 2. Overige geraadpleegde experts	35
BIJLAGE 3. Overzicht lopende meetprogramma's die in 2019 zijn uitgebreid met de bemonstering van plastics	36



| Containers op de MSC Zoe¹.

| 1 https://staticresources.rijkswaterstaat.nl/binaries/msc-zoe-containers_tcm21-214301.jpg

SAMENVATTING

Het jaar 2019 was nog maar net begonnen toen de MSC Zoe een deel van haar deklading verloor in de Noordzeekustzone net ten noorden van het Werelderfgoed Waddenzee. In totaal zijn er 342 containers met lading en al overboord gegaan, waarvan de lading onder meer uit een breed scala van plastic voorwerpen bestond, en heeft ook tenminste 1 andere container een deel van haar lading aan polystyreen korrels verloren. Rijkswaterstaat heeft in januari de Waddenacademie gevraagd om een advies op te stellen voor een monitoring- en onderzoeksplan naar de gevolgen op korte termijn (1-5 jaar) en op lange termijn (> 5 jaar) van het verlies van de containers en haar lading op het ecosysteem van de Noordzeekustzone en de Waddenzee. Op basis van de voorlopige vrachtlIJst en in overleg met RWS richt dit advies zich in eerste instantie op monitoring en onderzoek van microplastics (plastic deeltjes met een grootte tussen 1 µm en 5 mm), waaronder polystyreen korrels (0.5 mm) en HDPE-pellets (4-5 mm).

Wat betreft het monitoringprogramma wordt geadviseerd om in 2019 zoveel mogelijk aan te sluiten bij lopende meetprogramma's aan water, sediment en mariene organismen zoals die bijvoorbeeld door NIOZ en WMR worden uitgevoerd. Waar mogelijk dienen ook eerder genomen en nog niet geanalyseerde monsters uit 2018 opgewerkt te worden zodat een vergelijking van de situatie direct voor en na het incident mogelijk wordt. De resultaten van deze monitoring (2018, 2019) dienen als basis voor de op te zetten structuur van een langjarig meetprogramma naar de belasting van het zeemilieu en de mariene organismen vanaf 2020. De aanloop naar en uitvoering van dit operationele adaptieve monitoringprogramma zou op basis van structurele financiering moeten worden uitgevoerd en door een structureel team van RWS (in afstemming met LNV en RCW) moeten worden aangestuurd, waarbij de Waddenacademie de kwaliteit van het proces en de uitkomsten beoordeelt.

Wat betreft het onderzoeksprogramma wordt geadviseerd om de meest prangende vragen m.b.t. de bronnen, de verspreiding, de transformaties, de aanwezigheid in milieu en voedselweb en de effecten te beantwoorden. Ook wordt geadviseerd om aandacht te besteden aan diverse methodische, sociaal-culturele en economische aspecten. Voorgesteld wordt om de in dit rapport geïnventariseerde vragen verder te prioriteren (2019/2020), en de organisatie en financiering van het onderzoeksprogramma op te zetten (2020/2021). Middelen uit verschillende (nog nader te definiëren) bronnen dienen vervolgens te worden gebundeld om een geïntegreerd onderzoeksprogramma (2021-2025) uit te voeren onder leiding van een Programmacommissie, die onder meer bestaat uit de financiers en de Waddenacademie. Toewijzing van de middelen loopt via open competitie waarbij de Programmacommissie door een Beoordelingscommissie wordt geadviseerd over de aanvragen op basis van wetenschappelijke kwaliteit en beleidsrelevantie.

Het monitoring- en onderzoeksprogramma dient zoveel mogelijk aan te sluiten bij lopende en nieuwe onderzoeks- en beheerinitiatieven in regionaal, Nederlands, trilateraal, Europees en internationaal verband. Door de krachten te bundelen kunnen geïntegreerde analyses van de resultaten van het onderzoek en de monitoring leiden tot wetenschappelijk gefundeerde uitspraken over de effecten van de plastic verontreinigingen uit de containers van de MSC Zoe op het Waddengebied en in bredere zin over de effecten van (micro)plastics op onze leefomgeving. Deze kennis draagt niet alleen bij aan een beter beleid en beheer rondom verontreinigingen met (micro)plastics voor het UNESCO Werelderfgoed Waddenzee, maar ook aan die voor kustgebieden elders in de wereld.

1. INTRODUCTIE



Door MSC Zoe verloren container, aangespoeld op het strand van Ameland².

Het jaar 2019 was nog maar net begonnen toen de MSC Zoe een deel van haar deklading verloor net ten noorden van het Werelderfgoed Waddenzee. Al snel stroomden berichten binnen over mogelijk gevaarlijke stoffen en verschenen er foto's van stranden bezaaid met allerlei (vooral kunststof) voorwerpen zoals stoelen, jassen en speelgoed. Er werd vrij snel gestart met het opruimen en afvoeren van aangespoelde containers en losse lading en, zodra het weer het toeliet, met een inventarisatie van de containers op de zeebodem. De stranden lijken op het eerste gezicht inmiddels schoon, maar nog niet alle inhoud van de containers is geborgen. Het opruimen van de containers van de zeebodem in opdracht van de rederij kan nog enige tijd duren³. Met als risico dat hun lading alsnog

in zee komt, zich door het gebied verspreidt en in kleinere deeltjes uiteenvalt.

Wat betekent deze verontreiniging voor het leven in de Waddenzee? Rijkswaterstaat heeft de Waddenacademie gevraagd om een advies op te stellen voor een monitoring- en onderzoeksplan naar de gevolgen op korte termijn (1-5 jaar) en op lange termijn (> 5 jaar). Hierbij staan twee vragen centraal:

1. Hoeveel en welke potentieel verontreinigende stoffen zitten in de overboord geslagen en opengescheurde containers en welk deel daarvan is of kan nog in het Waddengebied terecht komen? En hoe groot is die hoeveelheid vergeleken met de al aanwezige verontreinigingen van dit type in de Noordzeekustzone en Waddenzee?
2. Wat zijn de effecten van de (additionele) dosis van deze verontreinigingen op het ecosysteem van de Noordzeekustzone en Waddenzee en mogelijk voor de gezondheid van mensen?

| 2 Foto: Arnold van der Wal

| 3 Stand op 5 mei 2019, 288 containers geheel of in delen zijn geborgen. In gewicht (containers + inhoud) is ruim 70% geborgen. Bron: Rijkswaterstaat

Om de belasting en de gevolgen hiervan goed in kaart te kunnen brengen, moet eerst duidelijk zijn wat er verloren is gegaan. Zo werd er aanvankelijk gesproken over 30 containers, na een dag over 270 containers, een week later over 291 en sinds begin februari staat de teller op 342 stuks⁴. Dit was een aanzienlijk: wereldwijd verliezen containerschepen gemiddeld 1390 containers per jaar (periode 2014-2016), waarvan 778 (56%) als gevolg van catastrofes (het aan de grond lopen of zinken van containerschepen)⁵. Een groot deel van de containers van de MSC Zoe en een deel van hun lading is geborgen, maar er is niet volledig bekend gemaakt wat de aard van de lading was⁶ en we weten ook niet goed hoeveel er nog in het water ligt of terecht gaat komen.

De Duitse centrale dienst voor maritieme noodgevallen publiceerde een lijst met gevaarlijke stoffen die in zee waren terecht gekomen: een verloren container met peroxydes, een verloren container met lithiumbatterijen en een container die was opengescheurd maar niet overboord gegaan die miljarden kleine (0.5 mm) korrels bevatte⁷, bestaande uit grotendeels polystyreen en in mindere mate pentaan. Uit deze container zijn 15 “bigbags” met een totaalgewicht van 11.250kg in zee terecht gekomen⁸. Voor zover bekend zijn er geen meldingen van vondsten, en onbekend is wat hiervan mogelijk tijdens de opruimacties op land en ter zee (ongemerkt) is afgevoerd. Het valt niet uit te sluiten dat ook de niet als direct gevaarlijk gekwalificeerde (kunststof) voorwerpen op langere termijn schadelijke effecten zullen hebben,

4 <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/vaarwegenoverzicht/waddenzee/opruimactie-containers-waddenzee-en-noordzee/index.aspx>

5 http://www.worldshipping.org/industry-issues/safety/Containers_Lost_at_Sea_-_2017_Update_FINAL_July_10.pdf

6 Op 9 mei is de beschikking op het WOB-verzoek van de Noordelijke Media gepubliceerd (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/wob-verzoeken/2019/05/09/besluit-wob-verzoek-lading-msc-zoe>)

7 www.havariekommando.de

8 RWS LCM (2019) Advies aangaande bigbags in de Noordzee met expandeerbare polymeerkorrels. Nr. 2019-005.

bijvoorbeeld als ze gaan lekken en/of in kleinere delen uiteenvallen.

Onmiddellijk na het incident spoelden grote hoeveelheden van Hoge-Dichtheid-Polyetheen (HDPE) pellets (4-5 mm) aan, zowel los als verpakt in zakken van 25 kg⁹. Op basis van 300 metingen aan dichtheden van pellets op de stranden van de Waddeneilanden en de kusten van het vasteland wordt geschat dat er zo'n 24 miljoen pellets (met een totaalgewicht van ongeveer 600 kilo) zijn aangespoeld¹⁰. Onbekend is nog hoeveel van deze zakken door de MSC Zoe zijn verloren, hoeveel hiervan zich nog in zee bevinden en wat is aangespoeld op andere (niet geïnventariseerde) locaties.

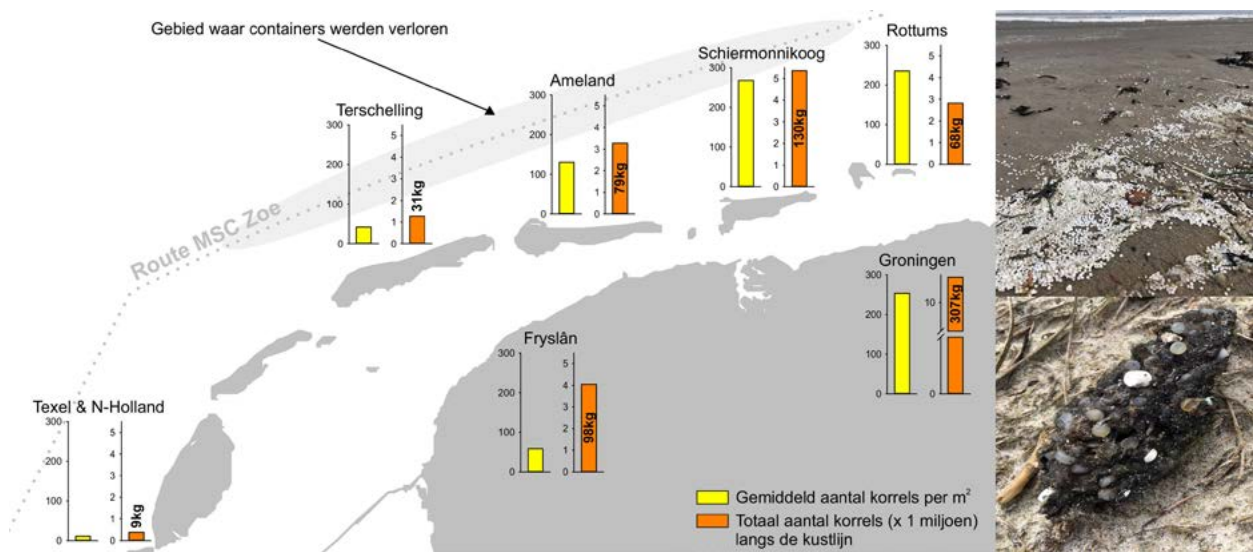
Op basis van wat tot nu bekend is over de verloren lading, de mogelijke effecten voor planten en dieren (en mogelijk indirect voor de gezondheid van mensen) en in overleg met RWS wordt voorgesteld om het onderzoeksplan in eerste instantie te richten op de gevolgen van het verlies van de plastic korrels en pellets.

De grootte, vorm en soortelijk gewicht van deze zogenaamde microplastics bepaalt voor een groot deel hoe de deeltjes zich door het milieu verspreiden. Ook de chemische samenstelling van de microplastics is van belang, zo wordt de giftigheid van de polystyreen korrels mede bepaald door de additieven die aan de korrels zijn toegevoegd. Van de HDPE-pellets zijn inmiddels meerdere zakken veiliggesteld om dit te onderzoeken, voor de kleinere polystyreen korrels wordt materiaal nog opgespoord door RWS.

De Nederlandse Waddenzee was niet schoon voordat de MSC Zoe haar lading verloor. Meetwaarden van dichtheden aan microplastics in dit gebied van voor het ongeluk blijken er echter

9 <https://www.veiligheidsregiofryslan.nl/intern/overboordgeslagen-containers/>

10 Van der Heide, T. (2019) Position paper Ecologie voor rondetafelgesprek “Afhandeling van de containerramp MSC Zoe”



Links: Overzicht van de eerste uitkomsten van Waddenplastic.nl – de concentratie en totale hoeveelheidkorrels in de vloedmerklijnen¹¹.

Rechtsboven: HDPE-korrels in het vloedmerk op het strand van Schiermonnikoog¹².

Rechtsonder: Klomp materiaal met een grote hoeveelheid plastic korrels – deze wordt momenteel nog onderzocht om de herkomst te identificeren¹³.

Voor Vlieland waren er nog te weinig waarnemingen voor een schatting¹⁴.

niet of nauwelijks te zijn, zodat moeilijk is aan te tonen wat door het ongeluk is toegevoegd. Daarom is verkend welke langjarige meetprogramma's snel en relatief eenvoudig kunnen worden uitgebreid met bemonstering van microplastics in water, zeebodem, strand, bodemdieren, vissen, vogels en zeezoogdieren. Ook is gekeken in hoeverre bewaard materiaal van voorgaande jaren alsnog geanalyseerd kan worden op de aanwezigheid van plastic deeltjes. Dit benodigde aanvullend meetprogramma is onderdeel voor een onderzoeksprogramma naar de gevolgen voor het leefmilieu en de bewoners van het waddengebied.

De recente gebeurtenissen hebben ons met de neus op de feiten gedrukt en maken duidelijk dat onderzoek naar effecten van een dergelijk groot-schalig ongeluk niet eenvoudig is. Het ontbreekt aan nauwkeurige gegevens over de verloren lading en over hoe dit zich verhoudt tot wat er al aanwezig was aan (micro)plastics in de Waddenzee. Mogelijk dat het alsnog lukt om de precieze aard van de verloren lading te achterhalen, en zoveel mogelijk te bergen voordat ze in het water terechtkomen. De veldmetingen die dit jaar (2019) worden uitgevoerd, zullen voor het eerst een indicatie geven van de plastic belasting van ons deel van het Werelderfgoed Waddenzee.

11 Illustratie: Tjisse van der Heide (RUG/NIOZ)

12 Foto: Jorien Bakker (RUG)

13 Foto: Cynthia Boras (Natuurmonumenten)

14 Van der Heide, T. (2019) Position paper "Ecologie" voor de Hoorzitting Tweede Kamer "Afhandeling van de container ramp MSC Zoe"

De zorgen over de ecologische effecten van het containerverlies van de MSC Zoe (en de gebrekkige kennis hierover) worden breed gedeeld¹⁵. Actuele ontwikkelingen rond bergingsoperaties, het opruimen van aangespoeld materiaal en het schoonmaken van de stranden, de schadeafhandeling en de onderzoeken naar (de effecten van) de overboord geslagen containers worden onder meer via Kamerbrieven van de ministers van I&W en LNV bekend gemaakt^{16,17,18,19,20}. Wekelijks verschijnt er een update van RWS aan de ‘Waddenachterban’ en het Bestuurlijk Wadden Overleg + (BWO+) geeft maandelijks een update uit.²¹

Het probleem van de plastics en het gebrek aan kennis over de mogelijke schadelijke effecten in het algemeen wordt gesignaleerd voor de internationale Waddenzee in de “Trilateral Research Agenda”²² en het “Quality Status Report”²³ gezamenlijk uitgegeven door Denemarken, Duitsland en Nederland. Op 18 mei 2018 is door de Raad van Ministers tijdens de 13^e Trilaterale

15 Zie schriftelijke bijdragen van Veiligheidsregio Fryslan, Natuurmonumenten, Waddenvereniging, Stichting De Noordzee, de Waddeneilanden en de drie Waddenprovincies aan de Hoorzitting Tweede Kamer “Afhandeling van de containerramp MSC Zoe” (https://www.tweedekamer.nl/debat_en_vergadering/commissievergaderingen/details?id=2019A00440%20)

16 <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/01/04/overboord-geslagen-containers-schip-msc-zoe>

17 <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/01/15/stand-van-zaken-containers-msc-zoe>

18 <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/02/22/stand-van-zaken-containers-msc-zoe>

19 <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/03/26/mogelijke-ecologische-gevolgen-containerramp-msc-zoe-voor-waddenzee-en-noordzee>

20 <https://www.rijksoverheid.nl/regering/bewindspersonen/cora-van-nieuwenhuizen/documenten/kamerstukken/2019/03/29/stand-van-zaken-containers-msc-zoe>

21 <https://www.veiligheidsregiofryslan.nl/samenwerken/crw/nieuws/bwoplus-voor-het-eerst-bij-elkaar-geweest/>

22 <http://www.waddensea-secretariat.org/tra>

23 Fleet D.M., et al. (2017) Marine litter. In: Klöpper, S. et al. (Eds) Wadden Sea Quality Status Report 2017. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany

Regeringsconferentie inzake bescherming van de Waddenzee in Leeuwarden de Verklaring van Leeuwarden aangenomen²⁴, waarin een verwijzing naar de Trilaterale Onderzoeksagenda is opgenomen. In deze verklaring van de Raad van Ministers staat als Artikel 23:

“Geven de Wadden Sea Board opdracht om gebruik te maken van alle bestaande monitoring- en actieprogramma’s, evenals bestaande actieplannen, en daarbij rekening te houden met lokale, nationale en multilaterale initiatieven voor het vergaren en uitwisselen van adequate aanvullende kennis aangaande bronnen en effecten van zwerfvuil op zee (zoals microplastics) op het ecosysteem van de Waddenzee en om passende maatregelen te bevorderen en te ondersteunen.”

Voorgesteld wordt om onderzoeksvragen rond de bronnen, de verspreiding en de effecten van microplastics voor het waddengebied van de MSC Zoe geïntegreerd te benaderen, aansluitend bij bestaand beleid en lopend onderzoek (dat tot nu toe beperkt en gedecentraliseerd uitgevoerd wordt). Hiervoor zijn additionele financiële middelen nodig en, om de integraliteit en de consistentie te bewaken, een Programmacommissie die het programma als geheel coördineert.

Dit advies is tot stand gekomen op basis van wetenschappelijke literatuur, beleidsstukken, mondelinge en schriftelijke bijdragen van plastic experts (workshop op 6 februari 2019 in Utrecht (Bijlage 1), mondelinge en schriftelijke bijdragen van overige experts in binnen- en buitenland (Bijlage 2) en overleg met Rijkswaterstaat (RWS) en in afstemming met het Regiecollege Wadden (RCW).²⁵

24 <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-29684-160.html>

25 In het RCW zijn Rijk, Provincie, Gemeenten, Waterschappen, bedrijfsleven, natuurorganisaties en de wetenschap vertegenwoordigd (<https://www.waddenzee.nl/overheid/regiecollege-waddengebied-rcw/>).

2. BELEIDSKADER

2.1 Beheer

In het huidige beheer is er geen specifieke regeling voor microplastics en zwerfafval in de Waddenzee, omdat dit gebied niet onder de Kaderrichtlijn Mariene Strategie en OSPAR valt. Het beheer in generieke zin is geregeld ter voorkoming van verontreinigingen in het milieu (zoals KIMO²⁶) en in ons voedsel (zoals NVWA²⁷). Ook regelgeving voor het omgaan met microplastics is generiek van aard, alleen wordt hier nu wel nadrukkelijker naar gekeken. Hieronder worden de belangrijkste (beheer)initiatieven in Nederland, als in Trilateraal en Europees verband voor de omgang met microplastics op een rij gezet. Het volgende hoofdstuk beschrijft het onderzoekkader, wat hier ten dele mee samenhangt.

2.2 Nederland

Er wordt momenteel gewerkt aan het opstellen van de Gebiedsagenda Wadden 2050 (GAW 2050) als opvolger van de Structuurvisie Waddenzee die dit jaar (2019) eindigt. Een van de thema's in de GAW 2050 is de waterkwaliteit. Deze is verbeterd, maar voldoet nog niet overal aan de huidige normen. Microplastics vormen daarbij een nieuwe bron van zorg. In de afgelopen jaren is er wel meer aandacht uitgegaan naar microplastics in de Waddenzee, maar tegelijk zijn er nog veel onduidelijkheden over waar microplastics vandaan komen, over de hoeveelheid en de verspreiding ervan in het gebied. Momenteel is weinig tot niets bekend over bij welke concentraties microplastics effecten op het waddenecosysteem ontstaan. Voor de GAW 2050 is er een concrete behoefte aan meer kennis over de aanwezigheid van microplastics in de Waddenzee en de effecten ervan²⁸.

Rijkswaterstaat heeft vorig jaar (2018) voor het eerst in beeld laten brengen hoe het zit met zwerfvuil in de Wadden, waaronder (micro)plastics. De onderzoeksresultaten moeten leiden tot aanvullende maatregelen. Als bekend is waar afval vandaan komt, kan met vervuilers worden overlegd over het voorkomen, verminderen en opruimen ervan. Om een goed in beeld te krijgen hoe zwerfafval zich verplaatst en over de hoeveelheden, wordt het onderzoek op drie verschillende momenten in het jaar bij Rottumeroog, Griend en Vlieland gedaan. RWS gebruikt een variant op de internationaal erkende methode voor monitoring van zwerfvuil door de “OSPAR Beach Litter Monitoring”²⁹. De variant is nodig om voldoende rekening te houden met de specifieke kenmerken van het getijdegebied in de Waddenzee. Door zo veel mogelijk de OSPAR-methode te gebruiken, is het straks mogelijk het afval in de Waddenzee te vergelijken met bijvoorbeeld het afval aan de Noordzeekust. Inmiddels is begonnen met de monitoring voor 2019, na de ramp met de MSC Zoe, zodat ook ‘container gerelateerd’ zwerfvuil kan worden onderscheiden. Afhankelijk van de resultaten wordt bekeken hoe RWS als beheerder richting aanvullende maatregelen kan gaan.

Ook het Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW) heeft aandacht voor het plasticprobleem gevraagd; plastic hoort immers niet thuis in een natuurlijk werelderfgoed als de Waddenzee. Om die reden is er op verzoek van de Beheerraad een “Actieplan Plasticvrije Waddenzee 2017–2018” opgesteld, waarvan ook PRW enkele acties heeft uitgevoerd³⁰. Vanuit de waddenbeheerders is er de wens de ontstane samenwerking voort te zetten in een “Plastic Vrije Waddenzee” gemeenschap voor burgers, bedrijven en beheerders. RWS bouwt deze gemeenschap verder op en zal deze leiden. Tijdens het vierde werkcongres Plasticvrije Waddenzee (november 2018) zijn de eerste ideeën en adviezen voor deze gemeenschap besproken en bediscussieerd

²⁶ Internationale milieuorganisatie voor lokale overheden (www.kimointernational.org/news/press-release-msc-zoe/)

²⁷ Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (www.nvwa.nl/onderwerpen/vis-en-visproducten)

²⁸ Gebiedsagenda Wadden 2050, Basisdocument (conceptversie), november 2018.

²⁹ www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf

³⁰ rijkwaddenzee.nl/wp-content/uploads/2017/02/Actieplan-Plastic-Waddenzee_DEF.pdf

en is in kader van het beheer en monitoring van zwerfafval in de Waddenzee door RWS in februari 2019 de ‘Community Plasticvrije Waddenzee’ gestart³¹.

In het Investeringskader Waddengebied (IKW) is er in de Majeure Opgave Waddenzee – meer specifiek binnen de Programmeerlijn “Wegnemen Externe Bedreigingen” – aandacht voor de problematiek van (micro)plastics. Deze Programmeerlijn is bedoeld voor projectinitiatieven die externe bedreigingen die afbreuk doen aan de ecologische functies van de Waddenzee wegnemen of voor initiatieven die ervoor zorgen dat de belasting met systeemvreemde stoffen, zoals macroplastics, microplastics en nanoplastics, van de Waddenzee afneemt³². Momenteel zijn er voor deze programmeerlijn nog geen concrete projecten in uitvoering.

Om in het Waddengebied besluiten en maatregelen te kunnen nemen, is er de Basismonitoring Wadden die dient als integrale, systeemgerichte gebiedsmonitor en die alle informatie samenbrengt. Een goede Basismonitoring zorgt ervoor dat bestuurders beter kunnen beslissen en beheerders sneller de juiste gegevens in handen hebben om een plotseling optredende verandering of een signaleerde trend te kunnen duiden. Momenteel worden, samen met de stakeholders in het Waddengebied, de indicatoren voor de Basismonitoring Wadden vastgesteld. De verwachting is dat dit eind van het jaar (2019) is gerealiseerd en dat ook voor de aanwezigheid van (micro)plastics in de wadbodem, waterkolom en wellicht in enkele biota, zoals vissen en vogels indicatoren kunnen worden opgenomen³³.

2.3 Trilateraal

Zoals in de inleiding al staat vermeld, is in mei vorig jaar (2018) de Trilaterale Onderzoeksagenda (TRA) voor het Waddengebied aangeboden aan de betreffende ministers van Nederland, Duitsland en Denemarken. De TRA is opgesteld door wetenschappers uit de drie landen vanuit het streven om gemeenschappelijk de toekomstige uitdagingen in kaart te brengen en te komen tot een brede aanpak van trilateraal onderzoek. Dit moet de benodigde informatie opleveren voor toekomstige maatregelen om de natuurwaarde van het gebied te beschermen en tevens een duurzaam gebruik van de Waddenzee en het welzijn van de bewoners te bevorderen. Voor de Themalijn “Ecologie, Biodiversiteit en Ruimtelijke Processen” zijn vijf onderzoeksvragen benoemd die laten zien welke kennislacunes het meest urgent en relevant zijn voor een goed beheer van het waddengebied. Een vraag heeft specifiek betrekking op plastics: *“Hoe sterk is de invloed van de uitwisseling van dode materie (bijv. sedimenten, organische stoffen, plastics) en levende materie tussen de Waddenzee en de omgeving (Noordzee, rivieren, achterland, terrestrische waddenhabitats) op soorten en gemeenschappen en welke rol speelt de klimaatverandering hierin?”*³⁴.

Het Trilaterale Monitoring en Assessment Programma (TMAP) is het gemeenschappelijke monitoringprogramma voor de Waddenzee uitgevoerd door drie Waddenlanden. Het programma bestrijkt het gehele Waddenzegebied inclusief de eilanden en offshore-gebieden. Het behelst een breed bereik van fysiologische processen en populatieontwikkelingen tot veranderingen in landschap en morfologie. TMAP stemt af met de verschillende benaderingen en instrumenten voor beheer, monitoring en beoordeling, en combineert de EU-vereisten vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW), Natura-2000 en Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). Nieuwe uitdagingen zoals klimaatverandering en invasieve soorten, zijn weer van invloed zijn op de indicatoreninstelling.

31 <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/afvalscheiding/zwerfafval/nieuws-0/nieuwsbrief/2019/samenwerken-plasticv/>

32 <https://www.investeringskaderwaddengebied.nl/wp-content/uploads/2018/03/Investeringskader-Waddengebied-MJP-72-paginas.pdf>

33 <http://www.basismonitoringwadden.nl/>

34 <https://www.waddenacademie.nl/nl/news/detail/trilaterale-onderzoeksagenda-voor-het-waddengebied-en-het-werelderfgoed/>

In het laatste “*Quality Status Report (QSR)*” uit 2017 is er specifiek aandacht gevraagd voor onderzoek en monitoring van (micro)plastics: “*Zwerfvuil breekt af in het mariene milieu en vormt steeds kleinere fragmenten. Deze fragmentatie van plastic voorwerpen veroorzaakt microplastics, die onvoldoende worden gemeten in de huidige monitoringprogramma’s. De dichtheid van microplastics zal naar verwachting in de toekomst aanzienlijk toenemen in alle mariene habitats. Wetenschappelijk verantwoord monitoren van deze synthetische deeltjes met gestandaardiseerde methoden die het mogelijk maken resultaten van verschillende programma’s met elkaar te vergelijken, is dan ook onontbeerlijk*”³⁵.

2.4 Europa

Plastic zwerfvuil in zee is een groeiend probleem met negatieve gevolgen voor het mariene ecosysteem maar ook met sociale, economische, veiligheids- en mogelijk gezondheidsaspecten. Vanwege het internationale karakter van deze problematiek werkt Nederland actief samen met andere landen in het Noordoost Atlantische oceaangebied, onder andere in OSPAR verband. De OSPAR Regionale Zeeconventie heeft in 2014 het “Regionale Actieplan Zwerfvuil” vastgesteld. Het plan beschrijft acties voor gemeenschappelijke maatregelen en doelen. Nederland heeft een trekkende rol in de ontwikkeling van een aantal OSPAR-maatregelen:

- Een bindende aanbeveling voor verantwoord afvalmanagement aan boord;
- Het verminderen van de impact van pluis (plastic afbraakmateriaal van visnetten);
- De aanpak van microplastics in cosmeticaproducten en andere bronnen;
- Het versterken van de afspraken voor “*Fishing for Litter*” (deelnemende vissers nemen zwerfvuil mee naar land, waar het wordt ingenomen, afgevoerd, gemonitord en verwerkt).

| 35 <https://qsr.waddensea-worldheritage.org/>

Sinds het jaar 2000 wordt vier keer per jaar voor drie waddenlanden op vijf eilanden het zwerfvuil gemonitord als onderdeel van de “*OSPAR Beach Litter Monitoring*”. Voor de evaluatie van trends van zwerfvuil dat door dieren wordt ingenomen, is de enige langetermijn monitoringstudie die van de OSPAR op plastic deeltjes in de maag van Noordse stormvogels. Deze monitoringbenadering is ook overgenomen in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). Gegevens over plasticdeeltjes in magen van Noordse stormvogels die zijn gestrand in het gecombineerde Duitse en Nederlandse Waddenzeegebied zijn vanaf het jaar 2000 beschikbaar. WMR heeft in 2018 een gestandaardiseerd protocol ontwikkeld voor dit maagonderzoek naar plastics³⁶.

De belangrijkste bronnen van zwerfvuil in zee zijn scheepvaart, visserij, strandrecreatie en aanvoer via rivieren vanuit bronnen op het land. Mondiaal gezien wordt ervan uitgegaan dat 80% van het afval in zee vanaf het land komt. Voor de Noordzee ligt dit percentage lager. Monitoring van strandafval op de Nederlandse stranden laat zien dat 44% afkomstig is van bronnen op zee (scheepvaart en visserij), 30% van land (vooral strandtoerisme) en 26% is onbekend. Driekwart van het afval is plastic, zowel grotere stukken plastics als ook microplastics³⁷.

De aanpak van zwerfafval in stroomgebieden is een belangrijk aangrijpingspunt voor het terugdringen van zwerfafval in zee. Een internationale aanpak is noodzakelijk want de verspreiding van zwerfvuil in zeeën en oceanen blijft immers niet beperkt tot nationale grenzen. Op dit moment vormt de Kaderrichtlijn Mariene Strategie hiervoor een belangrijk juridisch kader. Nederland heeft in de Mariene Strategie als doel voor 2020 gesteld om de hoeveelheid zwerfvuil op de kust (strandafval), en de impact op mariene organismen (plastic

| 36 Van Franeker, J. & S. Kühn (2018) Fulmar Litter EcoQO monitoring in the Netherlands – Update 2017. Wageningen Marine Research Report C060/18 & RWS Centrale Informatievoorziening BM 18.20.

| 37 Wenneker, B., et al. (2013) Monitoring van zwerfvuil op de Nederlandse stranden 2005-2010. Rapport RWS. Rijswijk / Lelystad.

deeltjes in magen van Noordse stormvogels) te reduceren. De beleidsinzet wordt aangescherpt door aanvullende maatregelen om zwerfvuil, waaronder plastics, aan te pakken. Bij het terugdringen ervan richt Nederland zich daarbij ook op preventie door een integrale bronaanpak, op communicatie en bewustwording bij producent en consument, en op het sluiten van productketens³⁸. In tegenstelling tot de Duitse en Deense Waddenzee valt het Nederlandse deel niet onder de Kaderrichtlijn Mariene Strategie en daarmee dus ook niet onder een Europese aanpak.

38 www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/zwerfvuil-noordzee/

3. ONDERZOEKSKADER

Het geïntegreerde onderzoeks- en monitoring-programma naar microplastics in het Waddengebied, zowel voor de korte (1-5 jaar) als voor de langere termijn (meer dan 5 jaar), beoogt de vervuiling door microplastics en de ecologische effecten hiervan in te schatten, als ook te adviseren over aanvullende monitoringsinspanningen en beheermaatregelen. Om de effecten in kaart te kunnen brengen, is informatie nodig over de hoeveelheid en eigenschappen van de macroplastics en microplastics die in zee terecht zijn gekomen, de verspreiding van dit materiaal vanuit die bronnen (in het milieu en in het voedselweb), de afbrokkeling en andere zogeheten transformaties van het materiaal tijdens deze verspreiding, de effecten van het materiaal op de mariene organismen en de gevolgen hiervan voor het ecosysteem van de Waddenzee en mogelijk voor de gezondheid van mensen. De Waddenzee was niet schoon voordat de MSC Zoe haar containers verloor. Dit betekent dat bij bestudering van mogelijke effecten van de inhoud van de containers ook rekening moet worden gehouden met de al aanwezige verontreinigingen. Deze verschillende aspecten en hun samenhang worden hier kort verder uitgewerkt. De input voor deze uitwerking komt van de expertworkshop die gehouden is op 6 februari 2019 in Utrecht.

3.1 Bronnen

Microplastics zijn plastic deeltjes met een grootte tussen van 1 µm en 5 mm³⁹. Ze kunnen grofweg onderverdeeld worden als deeltjes die al kleiner waren dan 5 mm toen ze in het zeemilieu terecht kwamen, de zogenaamde primaire microplastics, en deeltjes die tijdens hun verblijf in het zeemilieu zijn ontstaan door fragmentatie van grotere deeltjes (macroplastics), de zogenaamde secundaire microplastics⁴⁰. Primaire microplastics in het zeemilieu kunnen afkomstig zijn van zeeschepen

die de deeltjes hebben verloren tijdens het transport, overslag en schoonmaken⁴¹, maar zijn vooral afkomstig van het land bijvoorbeeld als gevolg van het wassen van synthetische kleding, slijtage van autobanden⁴² en lozing van afvalwater van plasticfabrieken wordt geloosd (zoals de Rijn⁴³). Grotere stukken plastic afval, een toekomstige bron van secundaire microplastics⁴⁴, op de zeebodem en de stranden lijken voor bijna de helft afkomstig van zeeschepen (inclusief vissersschepen)⁴⁵.

Onderzoeksvragen hierbij zijn onder meer:

- Welke, waar, wanneer en hoeveel primaire microplastics en macroplastics zijn er uit de containers van de MSC Zoe in de Noordzeekustzone en de Waddenzee terecht gekomen?
- Hoeveel van deze primaire microplastics en macroplastics zijn al geborgen, en hoeveel bevindt zich nog waar in containers op de zeebodem van de Noordzeekustzone?
- Wat is de verwachting wat betreft het alsnog vrijkomen van primaire microplastics en macroplastics uit de resterende containers op de zeebodem van de Noordzeekustzone?
- Welke, waar, wanneer en hoeveel primaire microplastics en macroplastics zijn er in de Noordzeekustzone en de Waddenzee vanuit andere bronnen terecht gekomen?
- Wat zijn die andere bronnen van primaire microplastics en macroplastics in de Noordzeekustzone en de Waddenzee?

39 Frias, J.P.G.L. & R. Nash (2019) Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin* 138: 145-147.

40 Veiga, J.M., et al. (2016) Identifying sources of marine litter. MSFD GES TG Marine Litter Thematic Report; JRC Technical Report; EUR 28309; doi:10.2788/018068

41 Karlsson, T.M., et al. (2018) The unaccountability case of plastic pellet pollution. *Marine Pollution Bulletin* 129, 52-60.

42 Boucher, J. & D. Friot (2017) Primary Microplastics in the Oceans: a Global Evaluation of Sources. IUCN, Gland, Switzerland.

43 Mani, T., et al. (2015) Microplastics profile along the Rhine river. *Nature Scientific Reports* 5, 17988.

44 Jambeck, J.R., et al. (2015) Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347: 768-771

45 Fleet, D.M., et al. (2017) Marine litter. In: Klöpffer, S. et al. (Eds) Wadden Sea Quality Status Report 2017. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.



| *Berging van een beschadigde container uit de Noordzeekustzone verloren door de MSC Zoe⁴⁶.*

- Wat zijn de oorspronkelijke eigenschappen (waaronder vorm, soortelijk gewicht en chemische samenstelling, zie 3.3 en 3.4) van de primaire microplastics en macroplastics die in de Noordzeekustzone en de Waddenzee als gevolg van het ongeluk terecht zijn gekomen?
- Wat zijn de ontwikkelingen rond productie, mogelijke verlies en eigenschappen van primaire microplastics en macroplastics, relevant voor de toekomstige plastic belasting van de Noordzeekustzone en de Waddenzee?

3.2 Nul situatie

Bij een analyse van de effecten van het verlies van de microplastics uit de containers van MSC Zoe op het waddengebied moet rekening worden gehouden met mogelijke al aanwezige verontreinigingen. Achtergrondwaarden van dichtheden in microplastics (de “nul situatie”) in het water, de zeebodem, de stranden, de planten en de dieren van de Noordzeekustzone en de Waddenzee zijn schaars, en meestal beperkt tot incidentele waarnemingen⁴⁷. De enige langlopende en direct toegankelijke tijdserie in het Waddengebied is die aan de maaginhoud van op de stranden aangespoelde Noordse stormvogels sinds het begin

| 46 https://staticresources.rijkswaterstaat.nl/binaries/berging-zeecontainers_tcm21-214297.jpg

| 47 Fleet, D.M., et al. (2017) Marine litter. In: Klöpffer, S. et al. (Eds) Wadden Sea Quality Status Report 2017. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany

van de zeventiger jaren voor het Nederlandse deel van zuidelijke Noordzee⁴⁸. Uit deze langlopende en de meer incidentele waarnemingen blijkt dat de Noordzeekustzone en de Waddenzee niet schoon waren voordat de MSC Zoe haar lading verloor, en dat achtergrondwaarden – waar mogelijk – moeten worden verkregen.

Onderzoeksvragen hierbij zijn onder meer:

- Welke meetwaarden in de Noordzeekustzone en Waddenzee zijn wel beschikbaar om de verschillen in dichtheden aan microplastics vlak voor het ongeluk te bepalen?
- Is het mogelijk om de dichtheden aan microplastics vlak voor het ongeluk te achterhalen aan de hand van plastic analyses van monsters die van eerdere monsternames bewaard zijn gebleven?
- Is het mogelijk om de dichtheden aan microplastics vlak voor het ongeluk af te leiden van historische incidentele waarnemingen en/of van dichtheden in andere (referentie) gebieden, bijvoorbeeld in de zuidelijke Noordzee, het meest westelijk deel van de Nederlandse Waddenzee en de Duitse en Deense Waddenzee?
- Kunnen dichtheden aan microplastics van verschillende waarnemingen direct vergeleken worden, of is hiervoor eerst een conversie nodig als gevolg van verschillende monster- en analysetechnieken?

3.3 Verspreiding

De plastic deeltjes zullen waarschijnlijk niet op de locatie blijven liggen waar ze verloren zijn, maar zich door het gebied gaan verspreiden. De vraag is dan hoe, hoeveel, waar, welke en wanneer de deeltjes zich door het gebied bewegen en waar ze uiteindelijk terecht komen. De verspreiding van microplastics vanaf de locatie waar ze in zee zijn gekomen, hangt af van de combinatie van lokale

omstandigheden (zoals wind en stromingen) en de eigenschappen van de plastics zelf (zoals grootte en soortelijk gewicht).

Zo zullen drijvende deeltjes sterk onder invloed staan van de heersende winden, terwijl zwaardere deeltjes eerder worden voortbewogen door de heersende stromingen en opwerveling van de zeebodem door turbulentie. Plastic deeltjes kunnen zich mogelijk in bepaalde delen van het Waddengebied voor korte of lange termijn gaan ophopen (“hot spots”), zoals in de zeebodem voor de Noordzeekustzone, op vloedlijnen van stranden, de kwelders en in sedimenten van wadplaten⁴⁹. Bij modellering van de verspreiding van plastic deeltjes moet er rekening gehouden worden dat als de eigenschappen (zoals grootte, vorm en drijfvermogen) gedurende het transport veranderen, dit weer een effect heeft op die verspreiding.

Onderzoeksvragen hierbij zijn onder meer:

- Aan welke voorwaarden moeten stromingsmodellen voldoen om de verspreiding (snelheid en richting) van plastic deeltjes in de Noordzeekustzone en de Waddenzee goed te voorspellen, en in hoeverre zijn deze modellen beschikbaar?
- Hoe gedragen plastic deeltjes zich in het water (zinken, drijven, zweven) en hoe is de uitwisseling met de bodem (resuspensie, begraving)?
- In hoeverre kunnen huidige modellen de mogelijke interacties van de plastic deeltjes met de zeebodem (zoals tijdelijk ingraven worden) goed beschrijven?
- Wat voor soort data hebben deze modellen nodig om een goede voorspelling te geven, in hoeverre zijn deze data beschikbaar?
- Hoe gevoelig zijn de voorspellingen van die modellen voor veranderingen in eigenschappen van plastic deeltjes (zoals grootte en drijfvermogen, zie ook 3.4) tijdens de verspreiding?

48 Van Franeker, J.A. & K.L. Law (2015) Seabirds, gyres and global trends in plastic pollution. *Environmental Pollution* 203, 89–96.

49 Bergmann, M. (2015) *Marine anthropogenic litter*. Springer International Publishing AG Switzerland, 456 pp.

- Kunnen de modeluitkomsten gevalideerd worden aan de hand van veldwaarnemingen van lokale dichtheden en eigenschappen van plastic deeltjes en, zo ja, hoe?
- Zijn er omstandigheden (b.v. stormen) die snelle en drastische veranderingen in de verspreiding van plastic deeltjes teweeg kunnen brengen?
- Hoe verhoudt zich de verspreiding van de plastic deeltjes uit de containers van MSC Zoe t.o.v. die van plastic deeltjes uit andere bronnen?
- Kunnen veldwaarnemingen van bemonsterde, opgeviste en aangespoelde plastic deeltjes gebruikt worden om met behulp van de modellen terug te rekenen hoeveel van de lading waar en wanneer verloren is?
- In hoeverre kunnen boeien en/of houten blokjes uitgerust met GPS en satellietzenders worden gebruikt om de verspreiding van microplastics in de Noordzeekustzone en de Waddenzee te meten?
- Onder welke voorwaarden kan regelmatige ruiming van afval door overheid, terreinbeheerders en vrijwilligers een goede indruk geven van de plastic belasting van de Noordzeekustzone en Waddenzee?
- Op welke tijd- en ruimteschalen vindt uitwisseling van plastic deeltjes tussen de kombergingen van de Waddenzee plaats, en tussen de Noordzeekustzone en Waddenzee?
- Wat is de uiteindelijke bestemming van de macroplastics en microplastics in de Noordzeekustzone en de Waddenzee?

3.4 Eigenschappen en transformaties

De effecten van plastic deeltjes op het leven in de Waddenzee worden bepaald door hun eigenschappen (zoals grootte en giftigheid) en de snelheid waarmee deze eigenschappen in de loop der tijd veranderen. Plastics hebben specifieke eigenschappen (b.v. grootte, vorm, chemische samenstelling) die tijdens de verspreiding op verschillende wijzen transformeren, waaronder het in kleinere deeltjes uiteenvallen of juist aggregeren tot grotere deeltjes, het verliezen of opnemen van toxische stoffen, en het bedekt raken met microben (waardoor ze bijvoorbeeld mogelijk sneller afbreken).

De mate en snelheid waarmee transformaties gebeuren hangen af van de lokale omstandigheden. Fragmentatie bijvoorbeeld gebeurt onder de invloed van licht, met name ultraviolet licht, beschikbaarheid van zuurstof en mechanische werking, en kan versneld worden door hogere temperaturen⁵⁰. Het is daarom belangrijk om meer te weten van de kinetiek van de aanwezige plasticdeeltjes (de snelheid waarmee veranderingen in eigenschappen van deze deeltjes plaatsvinden) in relatie tot de specifieke fysisch-chemische omstandigheden van de Waddenzee, met name in de gebieden waar plastic deeltjes zich ophopen (hot-spots) in de wadbodem en/of in de waterkolom.

Onderzoeksvragen hierbij zijn onder meer:

- Wat zijn de oorspronkelijke eigenschappen (b.v. grootte, vorm, chemische samenstelling) van de door de MSC Zoe verloren macroplastics en microplastics?
- Welke additieven zijn er gebruikt in de verschillende macroplastics en microplastics.
- Zijn de oorspronkelijke eigenschappen van de door de MSC Zoe verloren macroplastics en microplastics onderscheidend van die van plastic deeltjes uit andere bronnen?
- Wat zijn de condities (die van invloed zijn op aard en snelheid van transformaties) in de Noordzeekustzone en de Waddenzee waaronder macroplastics en microplastics terecht kunnen?
- Wat is de snelheid van adsorptie⁵¹, absorptie⁵² en desorptie⁵³ van chemische stoffen van microplastics en macroplastics onder verschillende omstandigheden zoals die in het milieu en in organismen (bij ingestie) in de Noordzeekustzone en de Waddenzee voorkomen (of voor kunnen komen)?

50 Veiga, J.M., et al. (2016) Identifying sources of marine litter. MSFD GES TG Marine Litter Thematic Report; JRC Technical Report; EUR 28309; doi:10.2788/018068

51 Neerslaan van gas, vloeistof of bestanddelen van een oplossing op het oppervlak van een vaste stof.

52 Opname van gasdeeltjes, vloeibare deeltjes of vaste deeltjes in vloeibaar of vast materiaal.

53 Vrijkomen van gasdeeltjes, vloeibare deeltjes of vaste deeltjes uit of via het oppervlak van vloeibaar of vast materiaal.



| *Piepschuim verpakkingsmateriaal van koelkasten op het strand van Ameland dat al in kleinere deeltjes uiteenvalt⁵⁴.*

- Wat zijn de gevolgen van adsorptie, absorptie en desorptie van chemische stoffen voor de eigenschappen van microplastics en macroplastics (zoals toxiciteit) op korte en lange termijn?
- Hoe snel en waar (bijvoorbeeld in water, sediment, planten en dieren) vindt fragmentatie (o.a. golfwerking) en degradatie (o.a. door UV-licht en microben) van macroplastics en microplastics plaats?
- Hoe verandert het gedrag van plasticdeeltjes tijdens transformaties, bijvoorbeeld het soortelijk gewicht (bepaalt of het deeltje drijft, zweeft of zinkt) al dan niet als gevolg van fragmentatie en aggregatie met andere deeltjes?
- Hoe kan aangroei op plastic deeltjes (de zogenaamde biofouling) worden getypeerd, en wat is de snelheid waarmee dit onder specifieke omstandigheden (b.v. tijdens onderdompeling in zeewater) plaatsvindt?
- Wat is de directe rol van planten en dieren (b.v. door ingestie en excretie) op de eigenschappen (e.g. afbraak of aggregatie) en verdere verspreiding (e.g. getij-gedreven migratie) van macroplastics en microplastics?
- Wat is de indirecte rol van planten en dieren (b.v. door begraven en/of naar de oppervlakte brengen) op de eigenschappen (e.g., redox omgeving) en verdere verspreiding (b.v. accumulatie in het diepere sediment) van macroplastics en microplastics?

| 54 Friesch Dagblad 2 januari 2019 (Fotograaf: Jan Spoelstra)

3.5 Aanwezigheid in het milieu en het voedselweb

Uitgangspunt naar de mogelijk effecten van macro- en microplastics op het ecosysteem van de Noordzeekustzone en de Waddenzee is dat de belasting het best in kaart kan worden gebracht aan de hand van de dichtheden van microplastics in het zeewater, op de zeebodem en in het voedselweb. Op basis van waarnemingen van microplastic verontreiniging op alle niveaus van het voedselweb in mariene gebieden in het algemeen⁵⁵ en die in de Waddenzee in het bijzonder^{56,57} dienen metingen te worden verricht aan bodemdieren (waaronder schelpdieren en wormen), vissen, vogels en zeezoogdieren. Dichtheden van aangespoelde en ingewaaide macroplastics en microplastics op het strand en in de kwelders (d.w.z. aan de randen van het gebied waarin verspreiding vooral via het water plaatsvindt) worden als indicatief beschouwd voor de huidige en toekomstige hoeveelheid en verspreiding van microplastics in het gebied zelf.

Onderzoeksvragen hierbij zijn onder meer:

- Wat is de meest relevante eenheid om de dichtheid van microplastics aan te bepalen (b.v. massa per volume-eenheid van het compartiment, het aantal deeltjes per volume, totale massa per totaal volume van het compartiment)?
- Welke lopende metingen in de Noordzeekustzone en Waddenzee zijn eenvoudig uit te breiden met bemonstering van microplastics om de verschillen in dichtheden aan microplastics in ruimte en tijd in kaart te brengen?

- Hoe representatief zijn deze metingen voor de verontreiniging van de Noordzeekustzone en Waddenzee met microplastics?
- In hoeverre kunnen deze metingen vergeleken worden met historische incidentele waarnemingen en/of van dichtheden in andere (referentie)gebieden, bijvoorbeeld in de zuidelijke Noordzee, en de Duitse en Deense Waddenzee?
- In welke compartimenten (aan het wateroppervlak, in het water, op de zeebodem, in het sediment) en in welke deelgebieden (b.v. sediment van vooroever, strand, geulen, wadplaten of kwelders) van de Noordzeekustzone en Waddenzee treffen we de meeste plastic deeltjes aan?
- Is er een correlatie tussen de dichtheden in deze compartimenten en die in de mariene organismen die zich in hetzelfde compartiment bevinden?
- Wat zijn de meeste geschikte mariene organismen om dichtheden van plastics aan te bepalen, bijvoorbeeld vanwege hun belangrijke rol in het voedselweb (zie 3.6), hun gevoeligheid voor plastic verontreiniging en/of omdat er al eerder metingen aan zijn verricht (zie 3.2)?
- Is het mogelijk de aanwezigheid van microplastics te bepalen op verschillende trofische niveaus in het voedselweb?
- Welke mariene organismen bevatten microplastics (en welke niet), en hoe valt dit te verklaren (b.v. uit hun grootte, voorkomen en/of gedrag)?
- Worden microplastics door mariene organismen getransporteerd (zie ook 3.3) en, zo ja, in welke mate?
- Wat zijn de dichtheden en eigenschappen van microplastics in mariene organismen die uit de Noordzeekustzone en de Waddenzee worden geoogst als voedsel (b.v. garnalen, schelpdieren, vissen)?
- Valt de waargenomen aanwezigheid van microplastics te verklaren met behulp van mechanistische modellen voor verspreiding van microplastics in het voedselweb (die bruikbaar zijn voor scenario analyses)?

55 Kühn, S., et al. (2015) Deleterious effects of litter on marine life. In: Bergmann, M., et al. (Eds) Marine Anthropogenic Litter.

56 Fleet, D.M., et al. (2017) Marine litter. In: Klöpffer, S. et al. (Eds) Wadden Sea Quality Status Report 2017. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany

57 Fisher, E. (2019) Distribution of microplastics in marine species in the Wadden Sea along the coastline of Schleswig-Holstein, Germany. University of Hamburg, 65 pp.

3.6 Effecten

Afhankelijk van de aard, hoeveelheden, grootte en ouderdom van het materiaal kunnen plastics dieren verstrikken en verstikken. Als plastics worden gegeten (al dan niet bewust) dan kan dit verder leiden tot sterfte als gevolg van beschadiging en vergiftiging⁵⁸. Ook zijn tijdens laboratorium studies negatieve effecten van het eten van plastics op voedselopname, reproductie, ontwikkeling, groei en zuurstofopname van mariene organismen zoals wadpieren, oesters, krabben en vissen gevonden⁵⁹. Als plastics via “eten-en-gegeten” terecht komen in de rest van de voedselketen en het totale ecosysteem kunnen ze op indirecte wijze gevolgen hebben voor planten en dieren en mogelijk ook voor de gezondheid van mensen.

Onderzoeksvragen hierbij zijn onder meer:

- Wat is de blootstelling (duur) van mariene organismen aan plasticdeeltjes en in welke concentraties gebeurt dit?
- Wat gebeurt er met microplastics als deze deeltjes opgenomen worden door mariene organismen (b.v. wat is de inwendige route die de deeltjes afleggen, hoe lang duurt dit)?
- Wat zijn de effecten van microplastics op het functioneren en het gedrag van mariene soorten in de Noordzeekustzone en de Waddenzee?
- Zijn er toxische effecten van geabsorbeerde stoffen zoals “Persistent Organic Pollutants” (POPs) en van stoffen die vooraf bijvoorbeeld als weekmaker aan de plastics zijn toegevoegd?
- Welke vorm hebben de dosis-effect relaties, is er bijvoorbeeld sprake van drempelwaarden waaronder geen effecten optreden?
- Wat zijn de gevolgen van de veranderingen in functioneren en gedrag door blootstelling aan plastics op groei, overleving en reproductie van mariene organismen?

58 Kühn, S., et al. (2015) Deleterious effects of litter on marine life. In: Bergmann, M., et al. (Eds) Marine Anthropogenic Litter, pp. 75-116.

59 SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies (2019) A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society. Berlin: SAPEA.

- Wat zijn de belangrijkste soorten en interacties in de overdracht van microplastics binnen het voedselweb van de Noordzeekustzone en de Waddenzee?
- Is er sprake van een opstapeling van microplastics in het voedselweb van de Noordzeekustzone en de Waddenzee als gevolg van “eten-en-gegeten” worden?
- Waar en wanneer is het risico op schadelijke interactie tussen het plastic en zeeleven het grootst?
- Zijn er andere stressoren die de effecten van plastics op mariene organismen versterken of verzwakken (“cumulatieve effecten”)?
- Wat zijn de gevolgen van plastics op mariene organismen voor de natuurfuncties die de Noordzeekustzone en de Waddenzee vervullen, zoals de kinderkamerfunctie en tankstation voor trekvogels?
- Wat zijn de gevolgen van plastics op mariene organismen voor de ecosystemendiensten die de Noordzeekustzone en de Waddenzee vervullen, zoals recreatie en voedselvoorziening?

3.7 Methodische aspecten

Onderzoek naar de ecologische effecten van plastics is nog vrij recent, waardoor een deel van de methodieken rond bovenstaande aspecten nog niet goed ontwikkeld is. Denk hierbij naar het gedrag van plastics in verspreidingsmodellen (zeemilieu en voedselweb), het analyseren van de herkomst van microplastics in watermonsters, het uitvoeren van toxiciteitsanalyses van microplastics, en het bepalen van dosis-effect relaties⁵². Een geïntegreerd programma naar de effecten van plastics op de Waddenzee kan dus niet zonder methodiekontwikkeling, onder meer op het gebied van bemonstering en analyses (inclusief programma's voor kwaliteitsborging), van experimenten (b.v. dosis-effect relaties) en van modellering (b.v. verspreiding in het zeemilieu en in het voedselweb).



| Bemonstering van HDPE-pellets afkomstig van Schiermonnikoog op het Koninklijk NIOZ op Texel⁶⁰.

Onderzoeksvragen hierbij zijn onder meer:

- Welke protocollen, programma's voor kwaliteitsborging en modellen zijn nodig voor een geïntegreerd onderzoek naar de langtermijn gevolgen van microplastics voor het waddengebied en haar bewoners?
- Aan welke voorwaarden moeten de metingen en modellen minimaal voldoen (b.v. detecteerbare deeltjesgrootte, foutenmarge in dichtheden, resolutie in tijd en ruimte)?
- Welke protocollen en programma's voor kwaliteitsborging (b.v. validatie m.b.v. ringtesten) zijn al beschikbaar voor het bemonsteren en analyseren van microplastics, en welke hiervan zijn het meest geschikt?
- Welke modellen (b.v. verspreiding van plastic deeltjes, gevolgen van plastic verontreiniging) zijn al beschikbaar, en welke hiervan zijn het meest geschikt?
- Is het mogelijk om dichtheden van plastic deeltjes indirect te meten (b.v. aan de hand van akoestische en optische technieken)?
- Hoe vullen we de nog ontbrekende protocollen, programma's voor kwaliteitsborging en modellen in (b.v. wachten op lopende ontwikkelingen, of zelf ontwikkelen)?
- Hoe kunnen bestaande en nieuwe te ontwikkelen protocollen, programma's voor kwaliteitsborging en modellen (verder) worden afgestemd, gestandaardiseerd en geharmoniseerd (b.v. via OSPAR of TMAP)?
- Is het zinvol om, vooruitlopend op de ontwikkeling van nieuwe meettechnieken (b.v. voor metingen aan plastic deeltje kleiner dan 1 µm, de zogenaamde "nanoplastics"), alvast monsters te nemen en op te slaan tot die techniek beschikbaar is?

| 60 Foto: Katja Philippart (Waddenacademie)



Zwarte zee-eenden in de Noordzeekustzone, met op de achtergrond een bergingsschip dat een verloren container heeft teruggevonden, zoals gezien vanaf de WR82 op 20 januari 2019 ten noordwesten van Ameland (N 53.495 E 5.500)⁶¹.

⁶¹ Foto: Hans Verdaat (WMR), <https://www.visserijnieuws.nl/nieuws/zwarte-zee-eenden-wel-en-niet-boven-spisulabanken>

3.8 Sociaal-culturele en economische aspecten

De uitkomsten van het onderzoek naar de korte- en langetermijneffecten van de verontreiniging op planten, dieren en het complete ecosysteem in het UNESCO Werelderfgoed Waddenzee kunnen indirecte effecten hebben op de leefbaarheid en de gezondheid van de mensen die in het gebied wonen of er als toerist komen. Sterk negatieve effecten van verontreiniging om planten en dieren kunnen gevolgen hebben voor de geschiktheid voor menselijke consumptie en daarmee voor de visserij en de (zilte)landbouw. Vermindering van de risico's van verontreiniging door containers kan gevolgen hebben voor vaarroutes en havens. Vervuilde stranden kunnen een negatief effect hebben op het toerisme. Bergings- en opruimacties als direct gevolg van het incident met de MSC Zoe kunnen gepaard zijn gegaan met negatieve gevolgen voor het milieu, zoals verstoring van soorten en habitats.

Onderzoeksvragen hierbij zijn onder meer:

- Welke meetprogramma's meten de plastic verontreiniging van voedsel afkomstig uit de Noordzeekustzone en de Waddenzee en wat zijn de drempelwaarden?
- Hoe ervaren bewoners en bezoekers plastic vervuiling in het waddengebied?
- Heeft het ongeluk met de MSC Zoe gevolgen (gehad) voor consumptie van voedsel afkomstig uit de Noordzeekustzone en de Waddenzee en voor het aantal bezoekers aan de Waddeneilanden?
- Heeft het ongeluk met de MSC Zoe geleid tot gedragsverandering in het omgaan met plastics door bewoners en bezoekers van het Waddengebied (zie ook 2.1)?
- Wat zijn praktische en wettelijke mogelijkheden om het risico op dergelijke ongelukken te verkleinen (b.v. met betrekking tot vaarroutes en veiligheidseisen)?
- Wat zijn de mogelijkheden om de effecten van dergelijke ongelukken zo beperkt mogelijk te houden (b.v. een snelle response groep)?
- Hoe kan een snelle geïntegreerde respons na verlies van lading worden georganiseerd, inclusief een inventarisatie, beperking en herstel van mogelijke schade?
- Wat zijn de (wettelijke) mogelijkheden om toekomstige plastic verontreiniging van het waddengebied te verminderen (zie ook 2.2 en 2.3)?
- Wat was de schade veroorzaakt door de zoek-, bergings- en opruimactiviteiten van de containers en hun lading in de Noordzeekustzone en de Waddenzee op de daar aanwezige soorten en habitats?

4. MONITORING- EN ONDERZOEKSPLAN

4.1 Introductie

Op basis van de nu beschikbare informatie over de inhoud van de containers richt het onderzoek zich in eerste instantie op potentieel meest verontreinigende effecten en dat zijn die van de microplastics (met een grootte tussen 1 µm en 5 mm⁶²). Macroplastics (groter dan 5 mm) worden ook meegenomen omdat deze in de loop van de tijd ook uiteen zullen vallen in microplastics. Het is de verwachting dat de microplastics en de macroplastics een belangrijk aandeel vormen van de verontreinigingen uit de verloren containers. Wanneer de vrachtlift hiertoe aanleiding geeft, zal besproken worden of ook andere verontreinigingen in het onderzoek en de monitoring meegenomen dienen te worden. In een recent overzicht⁶³ wordt geconcludeerd dat er nog weinig bekend is over de effecten van microplastics (grootte hier gedefinieerd tussen 100 nm en 5 mm groot) en nanoplastics (< 100nm) op het mariene voedselweb, maar dat ecologische risico's niet kunnen worden uitgesloten, zeker niet in kustgebieden.

Op basis van de kennis over de huidige staat en de toekomstige ontwikkelingen heeft de Waddenacademie een nieuw onderzoeksprogramma opgesteld in drie fasen:

- FASE 1: Wat is nu beslist nodig om de directe kortetermijneffecten (1-5 jaar) van de verloren lading van de MSC Zoe op het Waddengebied in kaart te kunnen brengen en gericht actie te kunnen ondernemen om deze op langere termijn (> 5 jaar) te kunnen volgen en onderzoeken?
- FASE 2: Wat is op langere termijn nodig om de effecten van de verloren lading van de MSC Zoe te blijven volgen en te onderzoeken?

- FASE 3: Wat is nodig om proactief te kunnen zijn en te blijven om de effecten van verontreinigingen met plastics in het algemeen te kunnen volgen en te minimaliseren als onderdeel van het beheer van het Waddengebied op de langere termijn?

Wat betreft het studiegebied, zal het onderzoek zich in eerste instantie richten op de Noordzeekustzone (waar de MSC Zoe haar lading heeft verloren) en de Waddenzee (tot waar de plastics zich verspreiden). Hiervoor worden voorlopig de grenzen van de Natura 2000 gebieden van de Waddenzee en de Noordzeekustzone, met een respectievelijk oppervlak van 264.858 ha en 144.475 ha⁶⁴, aangehouden. De landgrens is de hoogte tot waar het zeewater tijdens stormvloed kan komen (ca. NAP+3m), wat concreet betekent dat de kwelders en de stranden wel worden meegenomen en het duingebied (voorlopig) niet. De noordgrens van het gebied is nog niet vastgelegd, dit zal onder meer voortkomen uit de exacte ligging van de containers en van de modelberekeningen over de uitwisseling van plastic deeltjes tussen de Noordzee en de Waddenzee.

Het opstellen van een compleet monitorings- en onderzoeksprogramma vergt gedegen overleg van de Waddenacademie, RWS en LNV met onderzoekers en financiers, hetgeen in de loop van 2019 en 2020 vorm kan krijgen (zie Tabel 4.1 en Tabel 4.2). Integratie van de verschillende aspecten vraagt om een adequate opzet en uitvoering van de organisatie van het onderzoeksprogramma, zodat er tijdens het onderzoek maximaal gebruik wordt gemaakt van bestaande kennis en kunde en dat de resultaten van het onderzoeksprogramma zo goed mogelijk bijdragen aan beheer en beleid van plastics in het mariene milieu in het algemeen en die in de Waddenzee in het bijzonder.

Daarbij ligt inhoudelijke afstemming met de plannen voor de implementatie van de "Trilateral Research Agenda"⁶⁵ en met de onderzoeksvragen die samenhangen met de "Gebiedsagenda

62 Frias, J.P.G.L. & R. Nash (2019) Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin* 138: 145-147.

63 SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies (2019) *A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society*. Berlin: SAPEA.

64 Staatscourant 2017, 20514.

65 <http://www.waddensea-secretariat.org/tra>

2050 Wadden”⁶⁶ en het “Investeringskader Waddengebied”⁶⁷ voor de hand. Verder dient het onderzoek tenminste worden afgestemd in trilateraal verband (Nederland, Duitsland en Denemarken) en waar relevant ook breder (b.v. in EU en in OSPAR verband). Ook dient, waar relevant, zoveel mogelijk te worden aangesloten bij de meest recente bevindingen uit kortgeleden afgesloten en lopende onderzoeksprogramma’s in binnen- en buitenland. Het onderzoek is adaptief, dit wil zeggen dat nieuwe kennis en protocollen en/of nieuwe nationale, trilaterale, Europese en internationale beheerdoelen kunnen leiden tot aanpassing van de onderzoeksvragen.

Dit advies richt zich met name op de activiteiten in Fase 1 en Fase 2, de directe effecten van de verloren lading van de MSC Zoe op het ecosysteem (waaronder habitats en soorten) in de Noordzeekustzone en de Waddenzee. Om echter te kunnen voorsorteren op de effecten van de plastic verontreiniging op het waddengebied en gericht actie te kunnen ondernemen om deze te minimaliseren (advies voor beheermaatregelen) is het nodig om alle in het onderzoekkader genoemde onderdelen te adresseren in de volle breedte van de plastic verontreiniging, dus ook die van toekomstige verontreiniging met macroplastics en nanoplastics. In vergelijking met het onderzoek zoals geschetst voor Fase 1 en 2, is voor Fase 3 onder meer ook aandacht nodig voor de afbraak van macroplastics en voor ontwikkelingen van methodieken om nanoplastics te meten. Het wordt aangeraden om monsters voor Fase 3 ook al tijdens Fase 2 mee te nemen. Tevens kan dan meer inzicht worden verkregen in de meer indirecte effecten op de gezondheid en de leefbaarheid van de mensen en bezoekers van het gebied.

Voor alle fases geldt dat alle data verzameld binnen de monitoring en het onderzoek goed ontsloten moet worden voor gebruik binnen en buiten het programma. De opzet en inspanning van een gemeenschappelijke database betreft niet alleen een

overzicht welke data beschikbaar is (metadata) en eenvoudige toegang tot de data zelf, maar ook (juist) een afstemming voor het verzamelen en opslaan van de data zodat de gegevens zo goed mogelijk door zoveel mogelijk gebruikers benut kan worden. De database kan bovendien worden uitgebreid met een centraal meldpunt voor waarnemingen van plastics in het milieu, voor een overzicht van resultaten van opruimacties, en als poort voor de overdracht van kennis voor beleid en publiek.

4.2 Monitoring

Fase 1A. Analyse incident MSC Zoe

Onderzoek naar de aanwezigheid van microplastics in het milieu en het voedselweb in het jaar voor (T_0 in 2018, zie paragraaf 3.2) en het jaar na het verlies van de containers (T_1 in 2019, zie paragraaf 3.5) dient zo snel mogelijk gestart te worden, zodat de verspreiding van de door de MSC Zoe verloren microplastics gevolgd kan worden en de huidige dichtheden (in 2019) vergeleken met die van voor het ongeluk. Voor de volgende vogelsoorten beschikken bijvoorbeeld WMR en NIOZ over basisgegevens (met meer dan 100 individuen per soort): eidereend, roodkeelduiker, noordse stormvogel, aalscholver, kanoet, wulp, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, zeekoet en alk⁶⁸. De recente sterfte van de zeekoeten werd niet toegeschreven aan het incident met de MSC Zoe⁶⁹.

Voor de monitoring in 2019 (“ T_1 ”) is reeds een inventarisatie gemaakt van lopende meetprogramma’s bij NIOZ en WMR die dit jaar relatief eenvoudig kunnen worden uitgebreid met het verzamelen van microplastics (zie bijlage 3). NIOZ en WMR zijn inmiddels gestart met de

| 66 <https://www.gebiedsagendawadden2050.nl>

| 67 <https://www.investeringskaderwaddengebied.nl>

68 Baptist, M.J., et al. (2019) Mogelijke ecologische gevolgen containerramp Mogelijke ecologische gevolgen containerramp: een quickscan. Wageningen University & Research rapport C029/19.

69 Leopold, M.F. et al. (2019) De Zoe en de zeekoet: Een onderzoek naar de doodsoorzaak en de herkomst van de zeekoeten die massaal strandden op de Nederlandse kust in januari februari 2019. Wageningen University & Research rapport C026/19.

aanvullende metingen, op verzoek van en met financiële ondersteuning door RWS en LNV (zie “Monitoring T₁” in Tabel 5.1). Begin 2020 zal er een overzicht komen van de genomen monsters in 2019, en de reeds bestaande monsters die als referentie kunnen dienen voor de situatie in 2018.

Voor de monitoring in 2018 (“T₀”), die nodig is om in de monsters van 2019 mogelijk onderscheid te kunnen maken tussen de microplastics die door de MSC Zoe verloren zijn en microplastics die al in het milieu aanwezig waren, is het van groot belang dat de eerdere belasting van de Noordzeekustzone en de Waddenzee met plastics in kaart wordt gebracht aan de hand van monsters die in 2018 zijn genomen maar nog niet op de aanwezigheid/ dichtheden van plastics zijn geanalyseerd. Hierbij moet mogelijke contaminatie tijdens verzamelen en opslag worden gecheckt.

De monsters uit 2019 (T₁) en de eventuele monsters uit 2018 (T₀) dienen zoveel mogelijk in de loop van 2019 in het laboratorium te worden geanalyseerd op de dichtheden van (micro-)plastics in het leefmilieu en mariene organismen. Waar mogelijk wordt tussentijds gerapporteerd over de voorlopige uitkomsten als inbreng voor nut en noodzaak van monitoring in 2020.

Vervolgens dienen de data centraal te worden verzameld en, in nauw overleg met de onderzoeksinstituten die de gegevens verzameld hebben, in het voorjaar van 2020 statistisch geanalyseerd volgens eenzelfde of vergelijkbare methode. Daarna vindt voor de zomer van 2020 een workshop plaats met de uitvoerende organisaties (monsternames en statistiek) en externe experts om de resultaten van de statistische analyses te bespreken en eventueel aan te scherpen.

Voor een juiste interpretatie van deze gegevens is het noodzakelijk om de bronnen van het materiaal zoals verloren door de MSC Zoe te achterhalen. Naast een overzicht van de verloren lading is het hiervoor ook nodig dat monsters van het verloren materiaal worden onderzocht op specifieke kenmerken die het onderscheiden van microplastics afkomstig uit andere bronnen. Als de

gegevens over de verloren lading en die van andere bronnen van microplastics bekend zijn (wat, waar, wanneer, hoeveel), kan de huidige (direct na het ongeluk) en de toekomstige (bij additioneel verlies uit de containers op de zeebodem) verspreiding van de microplastics worden gemodelleerd in relatie tot andere plastic stromen binnen het Waddengebied en tussen het Waddengebied en andere gebieden. De resultaten van dit onderzoek moeten zo snel mogelijk worden gedeeld, zodat de veldbemonsteringen hier eventueel op kunnen worden afgestemd.

Voor die tijd kan worden gestart met een inventarisatie van de bruikbaarheid van bestaande modellen voor deze berekeningen, en met eerste runs aan de hand van verondersteld gedrag van microplastics in het water en de zeebodem van de Noordzeekustzone en de Waddenzee.

De uiteindelijke resultaten dienen medio 2020 als een rapportage te worden gepresenteerd, compleet met een discussie en conclusies over de aanwezigheid/dichtheden van microplastics als gevolg van het container verlies van de MSC Zoe in het leefmilieu (“T₁ min T₀” rapportage), inclusief hieruit volgende eerste aanbevelingen voor noodzakelijke langetermijnmonitoring om als beheerders een vinger aan de pols te houden.

Voor de analyses en de rapportages over de dichtheden van de plastics in de monsters in 2018 (“T₀”) en 2019 (“T₁”) moeten middelen en tijd worden gereserveerd om de resultaten zo snel mogelijk te kunnen gebruiken voor beleid en beheer (zie Tabel 4.1). Ook dient er nog een overzicht te komen van de lopende programma’s die door andere instanties in Nederlandse en Duitse wateren (Noordzeekustzone en Waddenzee) worden uitgevoerd, en wat de mogelijkheden hiervan zijn om op relatief eenvoudige wijze additionele informatie over plasticbelasting te verkrijgen. Het proces wordt door een structureel team van RWS (in afstemming met LNV en RCW) aangestuurd, waarbij de Waddenacademie de kwaliteit van het proces en de uitkomsten beoordeelt. Na het doorlopen van Fase 1A worden de uitkomsten gerapporteerd aan RCW, en is de crisissituatie afgehandeld.

	Jaar	2019				2020				2021				2022				
		Kwartaal	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Fase 1A Monitoring T₀ (Data 2018)	Inventarisatie T ₀																	
	Lab analyses T ₀																	
Fase 1A Monitoring T₁ (Data 2019)	Inventarisatie T ₁																	
	Monsternames T ₁																	
	Lab analyses T ₁																	
	Statistiek T ₁ & T ₀																	
	Rapportage T ₁ & T ₀																	
	Definitief advies T ₂																	
Fase 1B Monitoring T₂ (Data 2020)	Voorlopig advies T ₂																	
	Monsternames T ₂																	
	Lab analyses T ₂																	
	Statistiek T ₂																	
	Rapportage T ₂																	
	Definitief advies T ₃																	
Fase 2 Operationeel Monitorings Programma (T₃ e.v.)	Voorlopig advies T ₃																	
	Monsternames T ₃																	
	Lab analyses T ₃																	
	Statistiek T ₃																	
	Rapportage T ₃																	
	Definitief advies T ₄																	
	Voorlopig advies T ₄																	
	Monsternames T ₄																	
Etc.																		

Tabel 4.1. Plan van aanpak voor de opzet en ontwikkeling van een adaptief monitoringprogramma voor (micro-) plastics in de Noordzeekustzone en de Waddenzee. De groene cellen geven aan welke activiteiten inmiddels zijn uitgevoerd (Inventarisatie T₁) of gestart (Monsternames T₁) gefinancierd door RWS op basis van het advies van de Waddenacademie, de beoogde uitvoering van de activiteiten in de blauwe cellen is nog niet geregeld.

Fase 1B. Prioriteringsfase monitoring-programma

Op basis van de voorlopige bevindingen in 2019 wordt in de eerste helft van 2020 (T_2) de bemonstering aanvankelijk net als in 2019 uitgevoerd (zie Tabel 4.1). Analyse van deze monsters in het laboratorium vindt echter niet eerder plaats dan na het uitkomen van de “ T_1 min T_0 ” rapportage, inclusief de aanbevelingen voor langjarige monitoring. Eventuele voortzetting van de monsternames in de tweede helft van 2020, en analyse van de monsters in het laboratorium die zijn genomen tijdens de eerste helft vindt pas plaats op basis van de monitoringrapportage in medio 2020, en op basis van de rapportage m.b.t. de prioritering van de onderzoeksvragen die ook rond die tijd uitkomt (zie paragraaf 4.3 en Tabel 4.2).

Fase 2. Operationeel monitoringprogramma

In deze fase (Fase 2) wordt een structurele monitoring naar de aanwezigheid van (micro-)plastics in de Nederlandse kustzone en Waddenzee uitgevoerd. RWS heeft hier i.s.m. LNV een vast team en een structureel budget voor gereserveerd. RWS treedt hierbij (in afstemming met LNV en terreinbeheerders) op als aanspreekpunt, is verantwoordelijk voor het totale proces rond het beheer van de N2000-gebieden van de Noordzeekustzone en de Waddenzee, en past adaptieve monitoring toe met jaarlijkse terugkoppeling van de resultaten in nationaal en trilateraal kader. Monitoring is verankerd in de Trilaterale Monitoring Assessment Program (TMAP) en de Basismonitoring Wadden. Het monitoringprogramma is volledig afgestemd met het onderzoeksprogramma (zie 4.3).

4.3 Onderzoek

Fase 1A. Inventarisatie en prioritering onderzoeksvragen

Onder meer op basis van de inventarisatie in het eerste kwartaal van 2019 (dit rapport), een verdere onderbouwing van de verloren lading, de eerste resultaten uit de monitoring (T_0 en T_1), literatuuronderzoek, en wereldwijde ontwikkelingen (o.a. in plastic productie) wordt een prioritering gemaakt van de onderzoeksvragen m.b.t. de effecten van de verloren lading van de MSC Zoe op de Noordzeekustzone en de Waddenzee voor onderzoeksvragen rond:

- Korte- en langetermijneffecten als gevolg van vervuiling met (micro-)plastics;
- Korte- en langetermijnmonitoring van vervuiling van (micro-)plastics.

In aanvulling op deze onderzoeksvragen n.a.v. het incident in januari 2019, wordt voorgesteld om ook onderzoek naar preventieve maatregelen uit te voeren ten behoeve van:

- Beperken van toevoer van plastics naar Noordzeekustzone en Waddenzee;
- Voorkomen van verlies van lading van (container-)schepen;
- Snelle geïntegreerde respons na dergelijk verlies;
- Inventarisatie, beperking en herstel van schade n.a.v. dergelijk verlies;
- Beleid en regelgeving m.b.t. bovenstaande aspecten.

Deze activiteit kan worden uitgevoerd door twee junior wetenschappers, onder begeleiding van een senior wetenschapper, en in nauwe samenwerking met een wetenschappelijke en een maatschappelijke Begeleidingsgroep. De uitkomsten van dit onderzoek worden voorgelegd aan een groep van Nederlandse en buitenlandse experts op het gebied van wetenschap, beleid en beheer (incl. veiligheid) tijdens workshops (zie Tabel 4.2). De uiteindelijke resultaten worden in medio 2020 als een rapportage gepresenteerd, compleet met een discussie en conclusies over bovenstaande prioritering en aanbevelingen. Het proces wordt aangestuurd door de Programmacommissie, waarin onder meer de beoogde financiers van het onderzoeksprogramma en de Waddenacademie zitting hebben.

		Jaar		2019				2020				2021				2022			
		Kwartaal		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Fase 1A Onderzoek & Prioritering	Inventarisatie																		
	Workshop #1																		
	Advies																		
	Workshop #2																		
	Literatuurstudie																		
	Rapportage T ₁ & T ₀																		
	Voorlopige rapportage																		
	Voorlopig advies																		
	Workshop #3																		
	Definitieve rapportage																		
	Definitief advies																		
Fase 1B Organisatie & Financiering	Bijeenkomst #1																		
	Verkenning scenario's																		
	Rapportage scenario's																		
	Bijeenkomst #2																		
	Keuze raamwerk																		
	Uitwerking raamwerk																		
Fase 2 Operationeel Onderzoeks Programma (2021 e.v.)	Oproep & selectie																		
	Startbijeenkomst																		
	Uitvoering																		
	Jaarlijkse rapportage																		
	Jaarlijkse bijeenkomst																		
	Etc.																		

Tabel 4.2. Plan van aanpak voor de opzet en ontwikkeling van een adaptief langetermijnonderzoeksprogramma voor (micro-)plastics in de Noordzeekustzone en de Waddenzee. De groene cellen geven aan welke activiteiten inmiddels zijn uitgevoerd (in het kader van dit rapport), de beoogde uitvoering van de activiteiten in de blauwe cellen is nog niet geregeld.

Fase 1B. Organisatie en financiering

Bovenstaande onderzoeksvragen raken aan de taken en verantwoordelijkheden van diverse partijen, die overeenstemming dienen te bereiken over welke vragen ze onderzocht willen zien en hoe dit georganiseerd en gefinancierd kan worden. Het plan van aanpak dient tijdens een eerste bijeenkomst te worden vastgesteld, en vervolgens uitgevoerd (zie Tabel 4.2).

Aspecten die tijdens deze fase onderzocht moeten worden betreffen onder meer:

- Prioritaire kennisvragen vanuit beleid en beheer;
- Rol en verantwoordelijkheid binnen het operationele onderzoeksprogramma;
- Financiële en inhoudelijke bijdragen aan het onderzoeksprogramma;
- Koppeling onderzoeksprogramma met langetermijnmonitoringprogramma;
- Structuur en organisatie van het onderzoeksprogramma.

Fase 2. Operationeel onderzoeksprogramma

In het eerste jaar van deze fase (2021) worden de instituten opgeroepen om voorstellen voor onderzoeken naar langjarige effecten in te dienen, worden er selecties gemaakt van deze onderzoeksvorstellen en worden de eerste onderzoeken opgestart. Binnen de Programmacommissie treedt RWS hierbij (in afstemming met LNV en terreinbeheerders) op als aanspreekpunt, is verantwoordelijk voor het totale proces rond het onderzoeksprogramma in de Noordzeekustzone en de Waddenzee, en draagt zorg voor jaarlijkse terugkoppeling van de onderzoeksresultaten in regionaal, nationaal en trilateraal kader. Het onderzoek is verankerd in de Trilaterale Onderzoeksagenda (TRA).

Het doel van het onderzoeksprogramma is het genereren van wetenschappelijk vernieuwende kennis en inzichten om daarmee het waddenbeheer te versterken en een verantwoorde monitoring in te richten. Voorgesteld wordt om beschikbare

middelen uit verschillende (nog nader te definiëren) bronnen te bundelen voor een geïntegreerd onderzoeksprogramma onder leiding van een Programmacommissie, die onder meer bestaat uit de financiers en de Waddenacademie. De middelen zouden dan ter beschikking worden gesteld via open competitie waarin voorstellen op basis van wetenschappelijke kwaliteit en beleidsrelevantie door een onafhankelijke Beoordelingscommissie worden beoordeeld en als advies voorgedragen aan de Programmacommissie. Dit proces kan voor Nederland worden georganiseerd en aangestuurd door de Waddenacademie in samenwerking met NWO, maar het zou ook kunnen in samenwerking met Duitsland en Denemarken, de andere landen in het trilaterale Waddengebied.

Hierbij kunnen voorstellen op onderdelen van het onderzoeksprogramma worden ingediend die betrekking hebben op één of meerdere van de genoemde onderzoeksthema's. Bij de voorstellen moet onder meer worden aangegeven:

- Hoe voorgestelde onderzoek aansluit bij bestaand onderzoek van de aanvrager, als bij lopende onderzoeks- en meetprogramma's in de Waddenzee en de Noordzeekustzone;
- Hoe de resultaten van het voorgestelde onderzoek bijdragen aan een verbetering c.q. een relevante uitbreiding van de bestaande monitoring van (micro)plastics in de Waddenzee en het Waddengebied (zie ook Bijlage 3);
- Hoe de resultaten van het voorgestelde onderzoek bijdragen aan een beter beheer en beleid voor de verontreiniging met (micro) plastics in de Waddenzee en het Waddengebied (zie ook Hoofdstuk 2).

Voor een aanvraag zouden dan zowel junior als senior posities kunnen worden aangevraagd. Voorts kan er budget worden aangevraagd voor ondersteunend personeel en/of begeleiding. Daarnaast kan er budget worden aangevraagd voor materiële kosten (apparatuur) en voor het laten verrichten van specifieke analyses.

De uitgewerkte aanvragen kunnen dan worden ingediend door interdisciplinair samengestelde



Jonge zeehond te midden van aangespoelde lading van de MSC Zoe op het strand van Balg (aan de oostkant van Schiermonnikoog) op 5 januari 2019⁷⁰.

consortia. Elk consortium kan bestaan uit natuur- en sociale wetenschappers. Hoofdaanvragers zijn ervaren onderzoekers in dienst bij een Nederlandse universiteit en/of onderzoeksinstelling voor ten minste de looptijd van het project. Samenwerking met Duitse (eventueel Deense) partners, maar ook met vooraanstaande onderzoekers elders in de wereld, is daarbij een pré.

De ingediende aanvragen worden ter beoordeling van de wetenschappelijke kwaliteit en de relevantie voor waddenbeheer en -monitoring door een Beoordelingscommissie voorgelegd aan een onafhankelijke internationale experts op respectievelijk het gebied van onderzoek en beleid. Vervolgens kunnen de aanvragers reageren op de schriftelijke oordelen van de experts via een weerwoord. Op basis van de aanvraag en het weerwoord stelt deze Beoordelingscommissie een advies op voor de Programmacommissie over de eventuele honorering van de aanvragen.

⁷⁰ Foto: Arnold van der Wal (<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6487273048314646528/>)

4.4 Verwachte kosten

Wat betreft Fase 1, vergoedt Rijkswaterstaat (RWS) de kosten voor het bemonsteren van plastics in het leefmilieu en mariene organismen in de Noordzeekustzone en de Waddenzee zoals uitgevoerd door NIOZ en WMR op advies van de Waddenacademie (Bijlage 3, zie Tabel 4.1) en de operationele kosten van het advies van de Waddenacademie voor het “Onderzoeks- en monitoringplan voor de korte- en langetermijnevolgen van microplastics voor het Waddengebied en haar bewoners” (dit rapport, zie Tabel 4.2). Verder heeft LNV in begin 2019 WMR met de UU als onderaannemer de opdracht gegeven om aanvullende monitoring naar bodemvuil en zeezoogdieren, en onderzoek aan de sterfte van zeekoeten uit te voeren (Bijlage 3).

Voor de uitvoering van de rest van Fase 1 en van Fase 2 van het monitoringprogramma zijn de volgende kosten ingeschat (zie ook Tabel 4.3):

- *Monitoring Fase 1A* – De kosten van meetprogramma naar de aanwezigheid van microplastics in het leefmilieu en het voedselweb in 2019 (“T₁”) zijn gemiddeld 350 KEuro⁷¹ (bemonstering, analyses & rapportage) per partij (NIOZ en WMR i.s.m. UU), dus de totale kosten zijn 700 KEuro. De kosten voor de analyses voor het jaar 2018 (“T₀”), waarbij de bemonstering als is uitgevoerd en het aantal beschikbare monsters beperkt zal zijn, zullen de kosten lager liggen (bijvoorbeeld 350 KEuro in totaal). De totale kosten voor deze fase bedragen dan 1.050 KEuro;
- *Monitoring Fase 1B* – De monitoring in 2020 wordt aanvankelijk nog uitgevoerd voor de parameters zoals gedefinieerd in 2019. Halverwege 2020 zal, op basis van de rapportage van meetgegevens van 2018 en 2019, het meetprogramma mogelijk worden aangepast. Aannemende dat het aangepast programma in de tweede helft (Juli-Dec; 600 KEuro per jaar) beperkter is dan dat in de eerste helft (Jan-Juni; 700 KEuro per jaar) van

2020, dan zal het gemiddelde op 650 KEuro voor de monitoring in 2020 uitkomen;

- *Monitoring Fase 2* – Uitgaande van jaarlijkse kosten van 600 KEuro per jaar (zie *Monitoring Fase 1B*) komen de totale kosten voor de operationalisering van een structureel monitoringprogramma voor jaren 2021/’22 t/m 2024/’25 op 2.400 KEuro uit.

Voor de uitvoering van de rest van Fase 1 en van Fase 2 van het onderzoeksprogramma zijn de volgende kosten ingeschat (zie ook Tabel 4.3):

- *Onderzoek Fase 1A* – De inzet van 2 junior onderzoekers (voltijds voor 1 jaar) onder begeleiding van senior onderzoekers (meerdere personen, in deeltijd) voor prioritering van de onderzoeksvragen wordt op 500 KEuro ingeschat;
- *Onderzoek Fase 1B* – Voor het opzetten van de organisatie en de financiering van het onderzoeksprogramma zal vooral inzet van de betrokken partijen worden gevraagd. Inzet voor externe begeleiding van dit proces door een projectmanager en assistentie (inclusief kosten voor workshops, rapportages, etc.) wordt ingeschat op 250 KEuro;
- *Onderzoek Fase 2* – Als er voor de zes overige onderdelen van het onderzoeksprogramma (bronnen, verspreiding, eigenschappen & transformaties, effecten, methodische aspecten, sociaal-culturele en economische effecten; zie Hoofdstuk 4) gemiddeld per onderdeel gedurende 4 jaar (2020–2023) 0.5 senior onderzoeker, een postdoc en twee junior onderzoekers (promovendi) worden ingezet, en de overige onderzoekskosten ca. 300 KEuro bedragen, dan zullen de gemiddelde personele kosten per onderwerp ca. 1.3 MEuro per onderdeel zijn. De totale kosten voor de operationalisering van een operationeel monitoringprogramma voor jaren 2021/’22 t/m 2024/’25 bedraagt dan 7.800 KEuro (1.950 KEuro per jaar).

De totale kosten voor het opzetten en uitvoeren van een structureel monitoringprogramma komen daarmee op 4.100 KEuro, de totale kosten voor

| 71 Op basis van offertes van WMR en NIOZ

het opzetten en uitvoeren van een structureel onderzoeksprogramma op 8.550 KEuro, en de totale kosten voor Fase 1 en Fase 2 (vanaf 2019 t/m medio 2025) op 12.650 KEuro (zie Tabel 4.3).

FASE	PERIODE	MONITORINGPROGRAMMA			ONDERZOEKSPROGRAMMA		
		Onderdeel	Per jaar	Per fase	Onderdeel	Per jaar	Per fase
Fase 1A	2019/20	T ₀	350		Prioritering	500	
	2019/20	T ₁	700	1.050			500
Fase 1B	2020/21	T ₂	650	650	Organisatie	250	250
Fase 2	2021/22	Operationeel	600		Operationeel	1.950	
	2022/23		600			1.950	
	2023/24		600			1.950	
	2024/25		600	2.400		1.950	7.800
		SOM 4.100			SOM 8.550		
TOTAAL 12.650							

Tabel 4.3. Inschatting van de kosten van het opzetten (2½ jaar) en uitvoeren (4 jaar) van een operationeel monitoring- en onderzoeksprogramma voor de korte- en langetermijngevolgen van (micro-)plastics voor de Noordzeekustzone en de Waddenzee.

5. TOT SLOT

Een gedegen langjarig wetenschappelijk onderzoeksprogramma zal zoveel mogelijk dienen aan te sluiten bij de lopende onderzoeks- en meetprogramma's in de Waddenzee en de Noordzeekustzone, als bij de Trilaterale Onderzoeksagenda (TRA) om een maximale synergie te kunnen verkrijgen. Dit kan verder worden versterkt door universiteiten en onderzoeksinstituten, met name in Nederland en Duitsland, te laten samenwerken. Door de krachten te bundelen – ook qua financiering – kunnen geïntegreerde analyses van de resultaten van het onderzoek en de monitoring leiden tot wetenschappelijk gefundeerde uitspraken over de effecten van de plastic verontreinigingen uit de containers van de MSC Zoe op het Waddengebied en in bredere zin over de effecten van (micro) plastics op onze leefomgeving. Deze kennis draagt niet alleen bij aan een beter beleid en beheer rondom verontreinigingen met (micro)plastics voor het UNESCO Werelderfgoed Waddenzee, maar ook aan die voor kustgebieden elders in de wereld.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1. Deelnemers workshop

- Patrick Bäuerlein (KWR)
 - Jacob de Boer (VU)
 - Bart Koelmans (WU)
 - Jan Andries van Franeker (WMR)
 - Lucien Hanssen (Deining, procesbegeleider)
 - Marianne Heselmans (ImpactReporters, verslaglegging),
 - Gerard Janssen (RWS)
 - Mikael Kaandorp (UU)
 - Frank Kleissen (Deltares)
 - Johan van der Molen (NIOZ)
 - Helge Niemann (NIOZ)
 - Lies van Nieuwerburgh (RWS)
 - Katja Philippart (Waddenacademie, voorzitter)
 - Erik van Sebille* (UU)
 - Dick Vethaak* (Deltares)
 - Annemarie van Wezel (UvA)
 - Manon Zwart (RIVM)
- * niet aanwezig op 6 februari 2019, wel schriftelijk bijgedragen.

BIJLAGE 2. Overige geraadpleegde experts

- Martin Baptist (WMR)
- Bert Bellert (RWS)
- Melanie Bergmann (Alfred Wegener Institut für Polar und Meeresforschung, Duitsland)
- Allert Bijleveld (NIOZ)
- Sophie Brasseur (WMR)
- Edwin Foekema (WMR)
- Ralf van Hal (WMR)
- Tjisse van der Heide (RUG/NIOZ)
- Martine van den Heuvel (WMR)
- Sander Holthuijsen (NIOZ)
- Henrice Jansen (WMR)
- Roos Kentie (NIOZ)
- Susanne Kühn (WMR)
- Mardik Leopold (WMR)
- Tamar Lok (NIOZ)
- Willem van Loon (RWS)
- Sabine Pahl (University of Plymouth, Groot Britannië)
- Theunis Piersma (RUG/NIOZ)
- Marten Smid (RWS)
- Karin Troost (WMR)
- Michiel Vandegehuchte (Vlaams Instituut voor de Zee, België)
- Henk van der Veer (NIOZ)
- Henk Zommelink (RWS)

	MEETCAMPAGNE	I.O.V.	UITV.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
WATER	IBTS ¹	RWS	WMR	■	■	■									
	Marsdiep zeegat	RWS	NIOZ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ZEEBODEM	IBTS	RWS	WMR	■	■	■									
	Schelpdiersurveys ²	LNV+RWS	WMR			■	■	■							
	SIBES ³	RWS	NIOZ					■	■	■	■				
	DFS ⁴	RWS	WMR								■	■			
	BTS ⁵	RWS	WMR								■	■			
BODEMDIEREN	SIBES	RWS	NIOZ					■	■	■	■				
VISSSEN	IBTS	RWS	WMR	■	■	■									
	Marsdiep fuik	RWS	NIOZ			■	■	■			■	■	■		
	Discards programma	RWS	WMR	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
VOGELS	Zeeoeten ⁶	LNV	WMR	■	■										
	Zee-eenden ⁷	RWS	WMR	■	■	■							■	■	■
	Meeuwen	RWS	NIOZ				■	■	■						
	Lepelaars	RWS	NIOZ					■	■	■	■				
	Kanoeten	RWS	NIOZ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Stormvogels ⁸	RWS	WMR	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ZOOGDIEREN	Bruinvissen	RWS	WMR	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Zeehonden	LNV	WMR	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Monitorkalender van aanvullende monsternames van plastics op lopende meetprogramma's in de Waddenzee en de Noordzeekustzone in opdracht van Rijkswaterstaat (RWS) en het ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij (LNV) uitgevoerd door Wageningen Marine Research (WMR) en het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ).

BIJLAGE 3. Overzicht lopende meetprogramma's die in 2019 zijn uitgebreid met de bemonstering van plastics

Bijgevoegd een eerste inventarisatie van de bestaande meetcampagnes en mogelijkheden voor uitbreiding van bestaande meetprogramma's met een plastic component bij het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en Wageningen Marine Research (WMR) om de dichtheden van de plastics in het milieu en het voedselweb in kaart te brengen.

72 International Bottom Trawl Survey (WOT; in opdracht van LNV)

73 Commerciële schelpdiersoorten in de Waddenzee en in de kustzone van de Noordzee (WOT; in opdracht van (LNV)

74 Synoptic Intertidal Benthic Surveys of the Wadden Sea (co-financiering door NAM & RWS)

75 Demersal Fish Survey (WOT; in opdracht van LNV)

76 Beam Trawl Survey (WOT; in opdracht van LNV)

77 Extra meetprogramma, gerapporteerd in maart 2019 (https://www.wur.nl/upload_mm/f/3/a/4e6e1856-dcda-440f-b19e-d0c10ca9d4f5_de-zoe-en-de-zeekoet.pdf)

78 Zwarte zee-eenden en eidereenden

79 Lopend onderzoeksprogramma met jaarlijkse rapportages (https://www.wur.nl/upload_mm/5/f/2/e5cd4a09-42ca-4435-b718-3f1f653a48e3_Franeker2018_FulmarEcoQONLupd2017--ReportWMR-C060-18.pdf).

