

Eerste inschatting van vrijkomen van plastics als gevolg van slijtage van Mosselzaad-Invangsystemen (MZI's)

Eva Hartog, Anneke van den Brink en Pauline Kamermans
Rapport C188/13



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Ministerie van EZ
Directie Agro Kennis
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BAS code: BO-11-011.04-007

Publicatiedatum:

Februari 2014

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het programma Meerjarige effect- en productiemetingen aan MZI's in het kader van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw & Innovatie - Programma's onder BAS code BO-11-011.04-007

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
--	--	---	--

© 2012 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V12.3

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	6
2 Kennisvragen.....	8
3 Methoden.....	9
3.1 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage touwen & netten.....	9
3.1.1 Behandeling 1.....	10
3.1.2 Behandeling 2.....	10
3.2 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage borstels.....	11
3.3 Detecteren van microplastics: waterfiltratie.....	12
3.4 Productie microplastic door MZI's in relatie tot andere bronnen: slijtmatten boomkorvisserij.....	13
4 Resultaten.....	14
4.1 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage touwen & netten.....	14
4.1.1 Invloed chemische behandeling.....	14
4.1.2 Slijtage touwen.....	14
4.1.3 Slijtage netten.....	14
4.2 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: Slijtage borstels.....	15
4.3 Detecteren van microplastics: waterfiltratie.....	17
4.4 Productie microplastic door MZI's in relatie tot andere bronnen: slijtmatten boomkorvisserij.....	17
5 Conclusies & Discussie.....	18
5.1 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage touwen & netten.....	18
5.2 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage borstels.....	18
5.3 Detecteren van microplastics: waterfiltratie.....	18
5.4 Productie microplastic door MZI's in relatie tot andere bronnen: slijtmatten boomkorvisserij.....	19
5.5 Conclusie.....	19
6 Dankwoord.....	20
7 Kwaliteitsborging.....	21
Referenties.....	22
Verantwoording.....	23

Samenvatting

IMARES heeft onderzoek uitgevoerd naar het ontstaan en de aanwezigheid van microplastic zwerfvuil afkomstig van mosselzaad invangsystemen (hierna MZI's genoemd). Deze studie is onderdeel van een opdracht van het ministerie van EL&I, om de ecologische effecten van opschaling van MZI's in de Oosterschelde en Westelijke Waddenzee te onderzoeken. De MZI's, die gebruikt worden in de Oosterschelde, Voordelta en Waddenzee, bestaan onder andere uit Polypropyleen touw en Nylon netwerk. Deze touwen en netten worden tijdens de oogst geborsteld waardoor plastic deeltjes in het water terecht kunnen komen. Deeltjes kleiner dan 5 mm zijn daarbij gedefinieerd als microplastics. Over de aanwezigheid van microplastics afkomstig van MZI's en uit andere bronnen is nog weinig bekend.

De onderzoeksvragen zijn:

1. Vindt slijtage van MZI materiaal plaats?
2. Zo ja, om wat voor partikels gaat het en welke hoeveelheden komen vrij?
3. Hoe verhoudt productie van microplastics door MZI's zich tot andere bronnen van microplastic?

Om een eerste indruk te krijgen van slijtage van de gebruikte Polypropyleen touwen en Nylon netten zijn metingen uitgevoerd. De gebruikte aanpak heeft te veel onzekerheden om kwantitatieve conclusies te trekken. De hier vermelde getallen moeten dan ook gezien worden als een eerste inschatting. Het gewicht van ongebruikt en gebruikt Polypropyleen touw, en van ongebruikt, 1 jaar gebruikt en 4 jaar gebruikt Nylon net is bepaald. Om de verschillen in gewicht aan te tonen zijn de monsters geanalyseerd nadat het aangehechte organisch materiaal was verwijderd met twee chemische behandelingen. De gewichten van de gebruikte touwen en netten waren per cm hoger dan de ongebruikte touwen en netten, waarschijnlijk als gevolg van krimpen van het materiaal. De afstand tussen de knopen van het gebruikte net waren korter dan die van het ongebruikte net. Het gewicht van het netmateriaal per maas lengte van de netten liet wel een gewichtsafname zien van ongeveer 10 g per m² net per jaar. Dit is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van slijtage. Voor de touwen was een inschatting van de slijtage niet mogelijk, omdat er geen indicaties waren van de mate van krimp.

Tijdens de oogst worden borstelmachines gebruikt om de touwen en netten schoon te borstelen. Om na te gaan of deze borstels ook microplastic zwerfvuil produceren zijn ook metingen uitgevoerd naar de slijtage van de borstelharen aan de borstelrollen. Op basis van twee metingen aan gebruikte en ongebruikte borstelharen van borstelmachines is berekend dat per m² afgeborsteld net per jaar 3.8 mg tot 9.5 mg plastic per m² vrijkomt bij de oogst van MZI netten.

Om een inschatting te kunnen maken van de aanwezigheid en eventueel de hoeveelheid microplastic zwerfvuil is een literatuurstudie uitgevoerd naar methoden om microplastics te detecteren. Om vast te stellen hoeveel microplastics in de waterkolom terecht komen zou het spoelwater, dat vrijkomt tijdens de oogst, opgevangen en gefiltreerd kunnen worden. De monsters dienen vervolgens nog behandeld te worden om aangehecht organische materiaal te verwijderen.

Een andere bron van microplastic zwerfvuil is het slijten van plastics en nylon slijtmatten die gebruikt worden in de boomkorvisserij. Op basis van een steekproef van geanonimiseerde aankoopgegevens van garnalenvissers, informatie over het aantal weken dat alle garnalenvissers in totaal op de Waddenzee hebben gevist en een aanname dat 25% van de gebruikte slijtmatten door slijtage verdwijnt, is berekend dat 1060 kg plastic jaarlijks in de Waddenzee achter blijft. Ter vergelijking kan een hypothetische doorrekening voor MZI netten worden uitgevoerd. Bij een slijtage van 10 g materiaal per m² MZI-net zou in 2011 958 kg nylon door slijtage van MZI netten in het water van de Waddenzee terecht gekomen zijn. Door slijtage van de borstels (3.8 mg tot 9.5 mg plastic per m² afgeborsteld) komt daar nog maximaal 9 kg plastic per jaar bij. Daadwerkelijke detectie van (micro)plastics in het water als gevolg van slijtage

van MZI materiaal heeft niet plaatsgevonden. Derhalve is vooralsnog maar globaal inzicht hoeveel en in wat voor vorm de plastics in het water terecht zijn gekomen.

1 Inleiding

IMARES heeft onderzoek uitgevoerd naar het ontstaan en de aanwezigheid van zwerfvuil en in het bijzonder microplastics, afkomstig van de mosselzaad invangsystemen (MZI's). Deze studie is onderdeel van een opdracht van het ministerie van EL&I dat als doel heeft om de ecologische effecten van opschaling van MZI's in de Oosterschelde en Westelijke Waddenzee te kwantificeren.

Op 21 oktober 2008 sloten het Ministerie van LNV, de mosselsector en natuurorganisaties het convenant 'Transitie mosselsector en natuurherstel in de Waddenzee', waarin de partijen overeenkwamen dat zij gezamenlijk toewerken naar een mosselsector die onafhankelijk is van de bodemzaadvisserij in 2020. Deze omschakeling was nodig omdat deze economische activiteit plaatsvindt in de Natura-2000 gebieden de Waddenzee, de Oosterschelde en Voordelta en het juridisch niet duidelijk was of / onder welke voorwaarden deze visserij nog mogelijk was. Een tweede reden om naar een alternatieve bron van mosselzaad op zoek te gaan is de van nature onregelmatige zaadval op de bodem. Dit heeft geleid tot een nieuwe manier van zaadwinning met zogenaamde "mosselzaadinvangsystemen" (MZI). Deze systemen bestaan uit plastic touw of nylon netten die in de waterkolom hangen zodat de mossellarven zich er in het voorjaar op kunnen hechten. Als dit mosselzaad gegroeid is tot ongeveer 7 tot 20 mm (Jansen et al., 2012) wordt het geoogst door middel van een oogstmachine, waarbij de mosselen van het invangstelsel worden afgeborsteld (*Figuur 1*). Tijdens dit afborstelproces vindt slijtage plaats en komen plastic deeltjes vrij die hoogstwaarschijnlijk in het water terecht komen als zwerfvuil.

Plastic zwerfvuil wordt onderscheiden in verschillende groottes, namelijk Macroplastic >20 mm diameter, Mesoplastic 5-20 mm en Microplastic <5 mm (Barnes et al., 2009). Microplastics in zee zijn voor een belangrijk deel afkomstig van de fragmentatie van grote stukken plastic afval (Derraik, 2002). Daarnaast bestaan andere bronnen van microplastic, zoals pellets of poeders die verloren gaan bij het transport ervan (Derraik, 2002), of lozing van rioolwater met daarin de plastic-toevoegingen uit cosmetica (scrubs, tandpasta, deodorant, lippenstift, zeep) of met vezels die uit textiel en kleding komen als gevolg van wassen (Browne et al., 2011). Deze partikels kunnen worden opgenomen door filtrerende organismen, zoals mosselen (Browne et al., 2008; Wegener et al., 2012). De deeltjes kunnen ook binden aan slib en daardoor naar de bodem zinken, waarbij de kans bestaat dat ze vervolgens opgenomen worden door sediment-etende organismen, zoals wormen (Besseling et al., 2012). Het onderzoek naar deze microplastics is pas de afgelopen 5 jaar op gang gekomen en bevindt zich in een verkennende fase. Over de effecten van microplastics is weinig bekend. Ook de verspreiding van microplastics is nog onvoldoende in kaart gebracht. MZI's zijn hoogstwaarschijnlijk een bron van microplastic zwerfvuil als gevolg van slijtage van MZI touwen en/of netten en de borstels die bij het oogstproces worden ingezet. De vraag daarbij is in welke mate dit plaats vindt.

Van belang daarbij is hoe microplastic productie door MZI's zich verhoudt tot productie door andere bronnen. Onderzoek van Leslie (2012) naar Noordzee zwevend stof toont aan dat microplastic deeltjes in de bovenlaag van de zee rond de Doggersbank zweven. Driekwart van de in die studie waargenomen microplastics uit de Noordzee monsters bestonden uit blauwe vezels die waarschijnlijk afkomstig zijn van textiel, touw en/of netten. Een andere potentiële bron van microplastics uit de visserijsector is de boomkorvisserij. De boomkorvisserij en de garnalenvisserij gebruiken slijtmatten of sleepplappen (*Figuur 2*) van plastics en nylon die bevestigd is aan de onderkant van het visnet. De functie van deze slijtmatten is om slijtage van de visnetten zelf te verminderen. Hierbij slijten de slijtmatten, terwijl de visnetten gespaard blijven.



Figuur 1. Linker foto: Afborstelproces van netten met een borstelsysteem op de BRU6, W.D. van de Berg B.V. Middelste foto: Afborstelproces van touwen met een borstelsysteem op de YE62, de Graaff. Rechter foto: Afborstelproces van netten met een Easyfarmstelsysteem op de BRU40, BRU36/40 B.V. (Bron foto's: IMARES Yerseke & <http://communities.zeelandnet.nl/mosselen/pagina/78873>)



Figuur 2. Groene plastic- en paarse nylon slijtmatten aan de visnetten op een garnalenketter (Bron IMARES Yerseke).

2 Kennisvragen

De studie omvat drie kennisvragen:

1. Vindt slijtage van MZI materiaal plaats?
2. Zo ja, om wat voor partikels gaat het en welke hoeveelheden komen vrij?
3. Hoe verhoudt productie van microplastics door MZI's zich tot andere bronnen van microplastic?

3 Methoden

3.1 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage touwen & netten

Er zijn metingen uitgevoerd gericht op het analyseren van de hoeveelheid slijtage van de gebruikte Polypropyleen touwen en Nylon netten. Voor deze analyse is gebruik gemaakt van ongebruikt en gebruikt Polypropyleen touw gekregen van Jacco van Stee (YE79), en van ongebruikt en gebruikt Nylon net van W.D. van de Berg B.V. (BRU6).

Van het Polypropyleen touw is een stuk nieuw ongebruikt touw, TN genoemd, en een stuk touw dat 1 jaar gebruikt was, TG genoemd, ontvangen (*Figuur 3*). De monsters kwamen allen uit dezelfde partij touw. Van elk touw werden zeven stukjes van ca. 5 cm afgeknipt voor analyse. Elk monster (stukje) bestond uit 10 tot 15 draden (*Figuur 4*).

Van het Nylon net zijn 3 verschillende monsters, van 4 tot 6 maasjes, uit het net ontvangen; nieuw ongebruikt net, NN genoemd, 1 jaar gebruikt net, NG1 genoemd, en oud 4 jaar gebruikt net, NG4 genoemd. De monsters kwamen allen uit dezelfde partij net. Voor de analyse zijn er zeven stukjes van 3-5 cm, afgeknipt zo dicht mogelijk tussen de knopen. De knopen zijn dus niet meegenomen in de analyse (*Figuur 5*).



Figuur 3. Nieuw ongebruikt - TN (links) en gebruikt - TG (rechts) mosseltouw zoals aangeleverd .



Figuur 4. Monsters van gebruikt (links) en nieuw ongebruikt (rechts) mosseltouw na chemische reiniging.



Figuur 5. Monsters van 1 jaar Gebruikt net – NG1 (links), nieuw ongebruikt net - NN (midden) en 4 jaar Gebruikt net - NG4 (rechts) na chemische reiniging.

3.1.1 Behandeling 1

Eventuele slijtage van de materialen werd vastgesteld door het gewicht per lengtemaat van ongebruikt en gebruikt touw of net met elkaar te vergelijken. Afname van het gewicht vormt dan een maat voor de opgetreden slijtage. Hiervoor is het noodzakelijk dat van de gebruikte materialen aangegroeide organismen en andere verontreinigingen worden verwijderd. Na te zijn gemeten (lengte) zijn de monsters hiertoe behandeld, door ze onder te dompelen in een peroxide azijnoplossing (waterstofperoxide 300 g/L: per-azijnzuur 50 g/L), gedurende één minuut verwarmd in een magnetron en vervolgens vier dagen zijn weggezet. Hierna zijn de monsters met gedistilleerd water gewassen en 12 uur bij 70 °C gedroogd. Na het drogen zijn de monsters opnieuw gewogen.

3.1.2 Behandeling 2

De resultaten van de gewichtsanalyse na de eerste behandeling laat zien dat niet alle verontreinigingen verwijderd waren. Om deze reden is een tweede schoonmaakmethode toegepast op dezelfde monsters om er zeker van te zijn dat al het overige organische materiaal verwijderd wordt.

De monsters zijn voor een periode van twee dagen in stikstof peroxide (pH13) vloeistof ondergedompeld. Na deze behandeling zijn de monsters achtereenvolgens gewassen met kraanwater en gedistilleerd water. Vervolgens zijn de monsters van het touw gedurende twee dagen ondergedompeld in een zoutzuur (HCl)-oplossing (pH1). Omdat zoutzuur mogelijk het nylon net aantast, werden de net monsters met een (mildere) peroxide azijn oplossing (30% peroxide, 5% azijn, 65% water) ondergedompeld. Na twee dagen zijn de monsters eerst gewassen met kraanwater, daarna met gedistilleerd water en vervolgens 12 uur bij 70 °C gedroogd.

Volgens chemicus Michiel Kotterman van IMARES IJmuiden is de gebruikte methode een goede methode voor het verwijderen van organisch materiaal. Na elke behandeling werd van de monsters het gewicht bepaald. De significantie van gewichtsverschillen tussen nieuw en schoongemaakt gebruikt materiaal, en die het gevolg waren van de chemische reiniging zijn statistisch getest met behulp van een variantieanalyse (one way ANOVA).

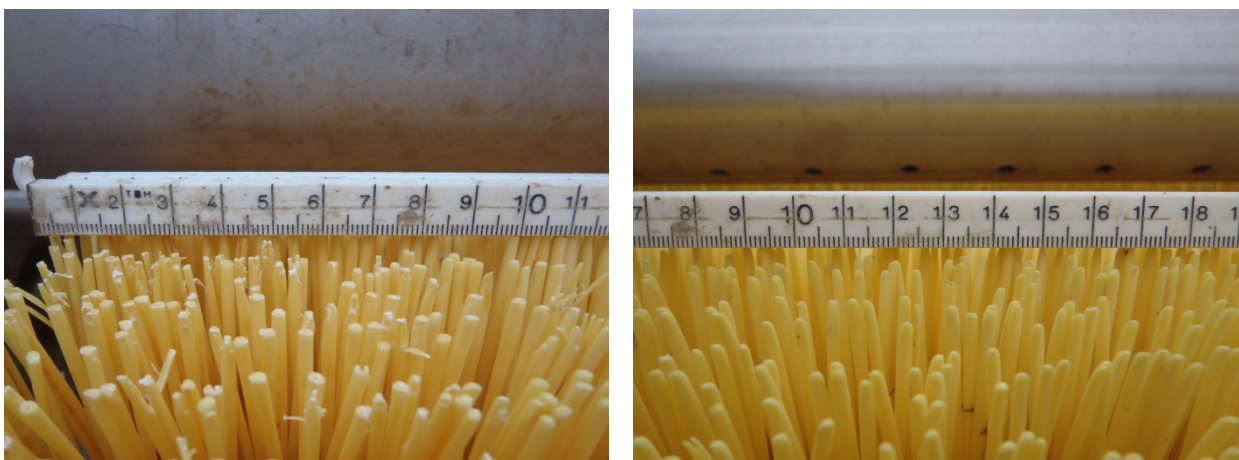
3.2 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage borstels

De borstelsystemen die gebruikt worden om de mosseltjes van de touwen en netten af te borstelen bestaan ook uit plastics. Om na te gaan of deze ook microplastic zwerfvuil produceren zijn metingen uitgevoerd gericht om de mate van slijtage van de gebruikte borstels in te schatten. De metingen zijn uitgevoerd aan het borstelsysteem van BRU6 (W.D. van de Berg B.V.) en de YE82 (Slaak B.V.) (Figuur 66-8).



Figuur 6. Borstelsysteem van de BRU6, W.D. van de Berg B.V.

Het borstelsysteem van de BRU6 heeft twee borstelrollen van ieder 3.50 meter lang. Iedere borstelrol bevat 120000 kunststof borstelharen die gemaakt zijn van Polypropyleen. De netten die geborsteld worden zijn 3.40 meter breed, dus 10 cm minder breed dan de borstels. De netten worden met een buizensysteem op hun plaats gehouden terwijl ze door de borstels worden getrokken (Figuur 6). De randen van de borstels, 5 cm aan iedere zijde, komen dus niet of nauwelijks in contact met het net. Nieuwe borstels worden, bij de productie, geknipt om ze dezelfde lengte te geven (bron: van den Hoek engineering, Bruinisse). Bij de gebruikte borstels zien de borsteltoppen er aan de rand iets anders uit dan de rest van de borstels (Figuur 7). Volgens de leverancier (van den Hoek engineering) schuren de borstels aan de rand wel wat tegen elkaar tijdens het gebruik. Hierdoor zijn de toppen afgeplat en rafelig (Figuur 7 linker foto). Ook hebben borstelharen, na langdurig gebruik, de eigenschap om uit elkaar te gaan staan. Hierdoor lijkt de breedte van het deel dat niet in contact komt met het net groter dan de eerder genoemde 5 cm.



Figuur 7. Linker foto: Close-up van de borstels van de BRU6 aan de rand van de borstelrol.

Rechter foto: Close-up van de borstels van de BRU6 in het midden van de borstelrol.

Voor de analyse van de hoeveelheid slijtage van de gebruikte borstels van de BRU6 zijn op vier plaatsen op de twee verschillende borstelrollen metingen uitgevoerd, namelijk;

- Borstelrol 1: rand links, rand rechts, links van het midden en rechts van het midden
- Borstelrol 2: rand links, rand rechts, links van het midden en rechts van het midden

Op deze 4 verschillende locaties zijn per borstelrol van tien individuele haren de lengte en breedte aan de top gemeten. Het effect van locatie op de borstel (aan de rand of in het midden) op de lengte en de breedte van de haren is statistisch getest met behulp van een variantieanalyse (ANOVA).

De borstelmachine van de YE82 (*Figuur 8*) bestaat uit twee tegenover elkaar liggende lopende banden met om de halve meter een borstel (totaal 30 borstels per lopende band). Iedere borstel heeft 38 groepjes van 4 borstelharen of 39 bundels van 4 borstelharen (tegenoverliggende borstel). De haren van de borstels lopen op in lengte van ongeveer 50 mm tot 100 mm en zijn 2.8 mm breed. Om de vijf bundels zijn de 4 individuele borstelharen opgemeten vanaf de witte houder tot de top van de haar. De metingen zijn verricht aan een 1 jaar gebruikte borstel en een nieuwe borstel. Het verschil in lengte tussen de gebruikte en de nieuwe borstelharen is per bundel statistisch getest met behulp van een t-test.



Figuur 8. Borstels van de YE82 (Slaak B.V.) op twee tegenover elkaar liggende lopende banden. De blauwe lopende banden bewegen van rechts naar links zodat de korte borstels het eerst de mosselen raken.

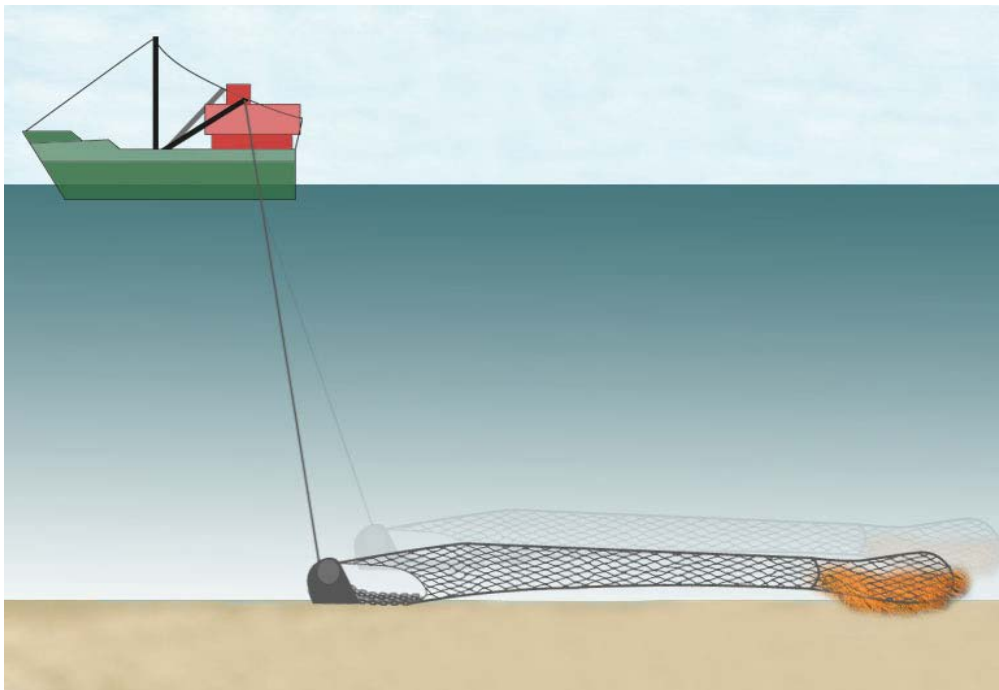
3.3 Detecteren van microplastics: waterfiltratie

Als er microplastic zwerfvuil geproduceerd wordt van de touwen, netten en borstels tijdens het oogsten van de MZI's zal dit in het water terecht kunnen komen. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar methoden om microplastics in zeewater te detecteren, met als doel aanbevelingen te kunnen doen hoe vastgesteld kan worden hoeveel microplastics in het water aanwezig zijn. Hierbij zijn tevens adviezen van een aantal experts in microplastic meegenomen.

3.4 Productie microplastic door MZI's in relatie tot andere bronnen: slijtmatten boomkorvisserij

Microplastic zwerfvuil wordt niet alleen veroorzaakt door MZI werkzaamheden. Een andere potentieel belangrijke bron is de slijtage van pluis aan de slijtmatten of sleeplappen zoals die gebruikt worden in de boomkorvisserij en garnalenvisserij (Figuur 2). Pluis wordt in trossen polyethyleen draadjes bevestigd aan de sleeplap. Een sleeplap bestaat uit een vierkant stuk netwerk die onder het uiteinde van het net (de 'kuil') bevestigd wordt (Figuur 9). Afhankelijk van het type en grootte van het net worden daaronder enkele tientallen kilo's aan pluis bevestigd. Op de Waddenzee wordt pluis gebruikt door de garnalenvisserij. Het inschatten van de hoeveelheid pluis in de Waddenzee is uitbesteed aan Wing (Strietman, 2013). De methode en resultaten worden hier gepresenteerd.

De geanonimiseerde aankoopgegevens van 14 garnalenvissers die jaar-rond op de Waddenzee vissen en hun pluis betrekken bij Visafslag Noord-Hollands Noorden in Den Oever zijn gebruikt als steekproef voor de gehele groep Wadvissers. Samen met informatie over het aantal weken dat alle garnalenvissers in totaal op de Waddenzee hebben gevist is hieruit berekend wat totale hoeveelheid is pluis die jaarlijks op de Waddenzee gebruikt wordt. Daarbij is aangenomen dat ongeveer 25% door slijtage in zee achter blijft (Strietman, 2013).



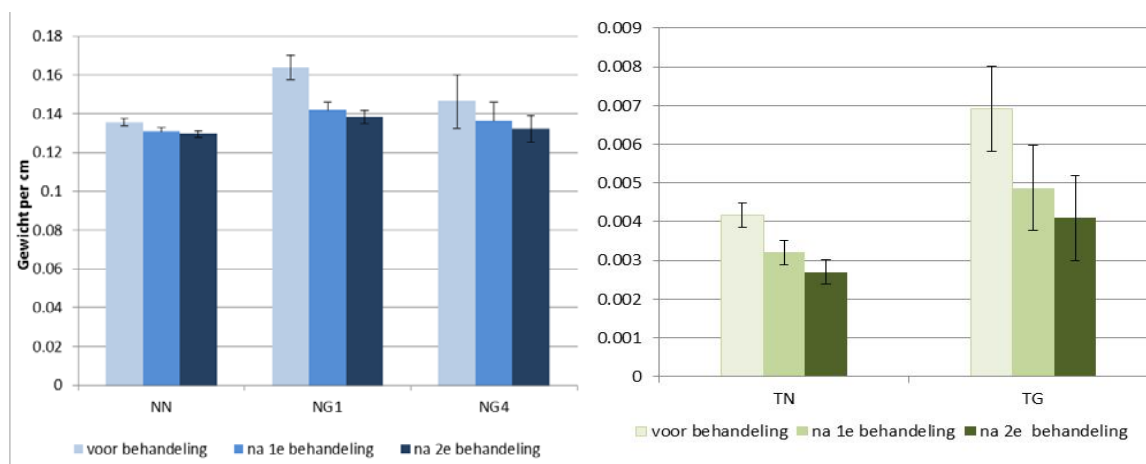
Figuur 9. Locatie van pluis onder een visnet (uit Strietman, 2013).

4 Resultaten

4.1 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage touwen & netten

4.1.1 Invloed chemische behandeling

Om de verschillen in gewicht aan te tonen zijn de monsters geanalyseerd in gewicht per cm touw of net. Zoals te verwachten hadden de monsters van de gebruikte touwen en netten na de eerste en tweede behandeling lagere gewichten dan de onbehandelde monsters (*Figuur 10*). Opvallend is dat ook de nieuwe touwen en netten gewicht verliezen tijdens de behandeling. Blijkbaar doet de behandeling ook iets met het materiaal. Na beide behandeling zijn de gewichten van de touwen en netten per cm afgenomen. Het 1 jaar gebruikte net heeft de grootste totale gemiddelde gewichtsafname, namelijk 0.025 ± 0.018 gram per cm. Het ongebruikte touw heeft de kleinste totale gemiddelde gewichtsafname, namelijk 0.001 ± 0.001 gram per cm.



Figuur 10. Gemiddelde gewicht (g) per cm van monster voor en na twee behandelingen om organisch materiaal te verwijderen. NN = ongebruikt nieuw net, NG1 = 1 jaar gebruikt net, NG4 = 4 jaar gebruikt net, TN = nieuw ongebruikt touw, TG = gebruikt touw.

4.1.2 Slijtage touwen

Het gebruikte touw was gemiddeld 0.001 gram per cm zwaarder dan het ongebruikte touw. Dit verschil was significant ($p < 0.05$).

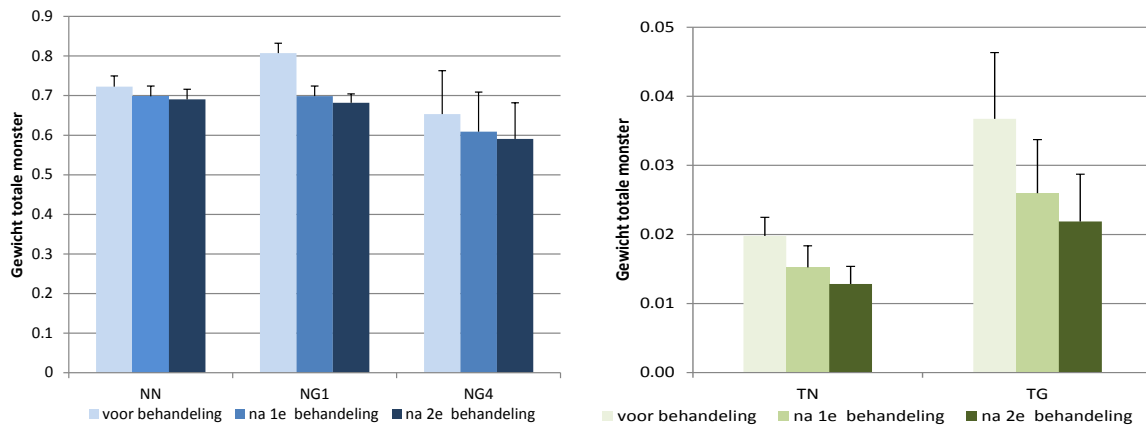
4.1.3 Slijtage netten

De gemiddelde afstand tussen de knopen van het ongebruikte nieuwe net was 5.3 ± 0.2 cm, voor het 1 jaar gebruikte net 4.9 ± 0.2 cm en voor het 4 jaar gebruikte net 4.5 ± 0.6 cm.

Het ongebruikte nieuwe net had een lager gewicht per cm dan het 1 jaar gebruikte en 4 jaar gebruikte net voor en na de behandelingen 1 en 2 (*Figuur 10*). Uitgedrukt per cm is het ongebruikte net significant lichter dan het 1 jaar gebruikte net ($P = 0.01$). Het 1 jaar gebruikte net woog meer per cm dan het ongebruikte net en het 4 jaar gebruikte net, ook na behandeling 1 en 2.

Omdat de netten bij veroudering krimpen is na reiniging het gewicht van het materiaal tussen de mazen, oftewel het gewicht per maaslengte, met elkaar vergeleken (*Figuur 11*).

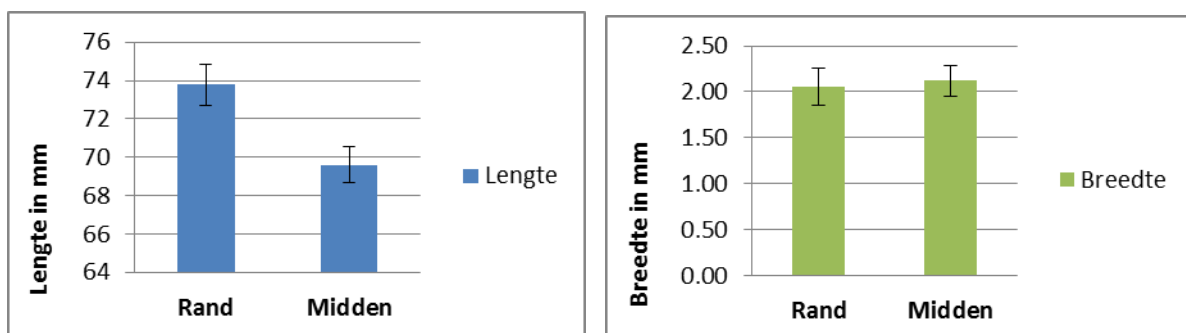
Het gewicht van een maaslengte van het 4 jaar oude net was lager met een grotere variatie 0.591 ± 0.091 gram dan het nieuwe net 0.690 ± 0.025 gram en het 1 jaar gebruikte net 0.682 ± 0.022 gram. Het 'gewicht per maaslengte' van het ongebruikte en 1 jaar gebruikte net waren niet significant verschillend ($P > 0.05$), maar 4 jaar gebruikte net was per maaslengte significant ($P = 0.04$) lichter. Gebaseerd op het gewichtsverschil tussen een maaslengte van het nieuw net en het 4 jaar oude net wordt de slijtage van ongeveer 10 gram per m^2 net per jaar ingeschat.



Figuur 11. Gewicht (g) van één maaslengte' na de 1e en 2e behandeling. NN = ongebruikt (nieuwe) net, NG1 = 1 jaar gebruikt net, NG4 = 4 jaar gebruikt net, TN = nieuw ongebruikt touw, TG = gebruikt touw.

4.2 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: Slijtage borstels

In *Figuur 12* worden de gemiddelde lengte en breedte (in mm) van metingen aan de rand en in het midden van de borstelrol weergegeven. De borstelharen in het midden van de rol zijn gemiddeld 69.61 ± 0.95 mm en de borstelharen aan de rand 73.78 ± 1.06 mm, dat is 4.17 mm korter in het midden dan aan de rand. Dit verschil in lengte is significant ($P = 0.000$). Op de breedte van de borstelharen konden geen significante verschillen worden vastgesteld ($P = 0.118$).



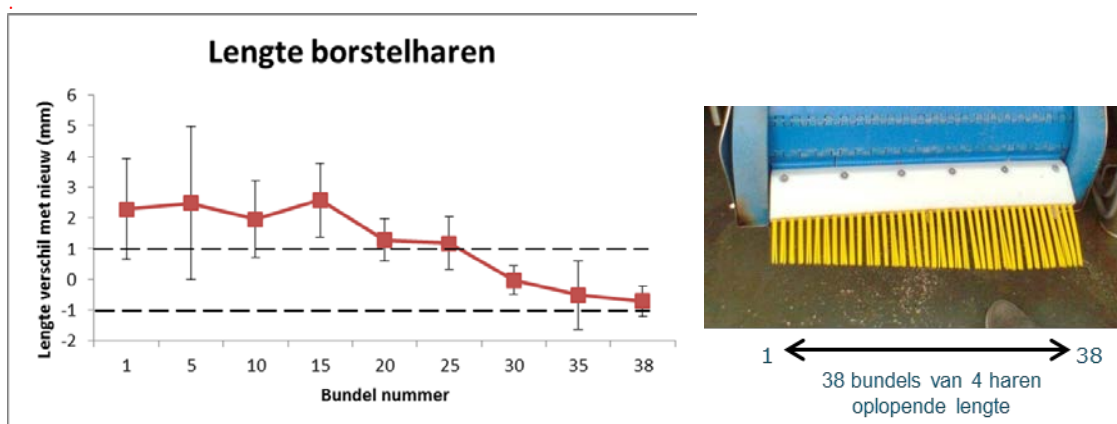
Figuur 12. Gemiddelde lengte en breedte (mm) van de borstelharen van de BRU6 aan de rand en in het midden van de borstelrol.

Er werd geen significant verschil tussen de borstels gevonden ($P = 0.101$) of tussen de plekken binnen 1 locatie op de borstel ($P = 0.587$).

De borstelrollen zijn afgelopen jaar voor het vierde opeenvolgende jaar gebruikt. Een borstelrol is 3.5 meter lang en bevat 120000 borstelharen. Een borstelmachine bevat twee borstelrollen, dus 240000

haren. Een net dat geborsteld wordt tijdens de oogst is 3.4 meter lang. Dat betekent dat er in het totaal 233143 borstelharen gebruikt worden om de netten schoon te borstelen. Met deze borstels is, in vier jaar tijd, een oppervlakte van 73305 m² net (Poelman et al., 2009; van Stralen, 2010, 2011; persoonlijke communicatie W. Van den Berg) geborsteld. Gemeten is dat een borstelhaar gemiddeld, in vier jaar tijd, 4.17 mm slijt. Bij een diameter van 2 mm en een soortelijk gewicht van 1 is dit 13 mg plastic. Dat betekent dat vanaf dit borstelsysteem er een totaal van 973605 mm of 3 kg plastic in de waterkolom terecht is gekomen in deze vier jaar. Dit komt overeen met 9.5 mg plastic per m² geoogst net per jaar.

De borstelharen van de YE82 lieten vooral slijtage van de korte haren zien (Figuur 13). Deze haren raken bij het afborstelen van de netten als eerste de mosselen. De langere haren aan het andere einde van de borstel waren in sommige gevallen langer aan de nieuwe borstel dan aan de oude borstel. Dit levert een negatief lengteverschil. Deze resultaten geven de nauwkeurigheid van de methode aan. Waarschijnlijk zijn alle haren door het fabricage proces niet identiek van lengte. Daarnaast zit er een limiet aan de nauwkeurigheid van meten. Samen levert dit een foutenmarge op van ongeveer 2 mm (aangegeven met een stippellijn in Figuur 13). Het verschil in lengte tussen gebruikte en nieuwe borstelharen was significant voor de bundels 1 (t-test, P=0.012) en 10 (t-test, P<0.001), maar niet voor de overige bundels (t-test, P>0.05). Er werd geen significant verschil in breedte van de gebruikte en nieuwe borstelharen gevonden (t-test, P>0.05). Om een inschatting te maken van de hoeveelheid microplastic die vrijkomt bij het borstelen van MZI netten is uitgegaan van de gemiddelde afname in lengte van de bundels 1 tot en met 15. Dit is 2.3 mm per haar van 2.8 mm dik, of, bij een soortelijk gewicht van 1, 14 mg plastic per borstelhaar. Voor 15 bundels van 4 haren is dit 850 mg plastic per borstel. Er wordt gebruik gemaakt van 60 borstels, dus totaal 50 g plastic slijtage. Met de borstels zijn 40 netten van 3 bij 110 m afgeborsteld. Dit komt overeen met 3.8 mg plastic per m² geoogst net per jaar.



Figuur 13. Gemiddelde lengteverschil tussen oude en nieuwe borstelharen van de YE82 op verschillende locaties langs de borstel. De stippellijn geeft de foutenmarge aan. N=4 met standaard deviatie.

4.3 Detecteren van microplastics: waterfiltratie

Om te kunnen detecteren of microplastic zwerfvuil tijdens de oogst van de MZI's in de waterkolom terecht komt is een literatuurstudie gedaan naar hoe dit gemeten zou kunnen worden. Brownand et al. (1981) beschrijft het gebruik van een zogenaamd Neuston net. Dit is een net, met een maaswijdte van 333 μm wordt gebruikt om grote water oppervlaktes, zoals bijvoorbeeld de oceaan, te bemonsteren voor microplastics.

De meest gebruikte methode om microplastic te detecteren in verzamelde gefiltreerd zeewater monsters bestaat uit het handmatig uitzoeken van stukjes plastic met behulp van een binoculair (Moore et al. 2002, Lattin et al. 2004, McDermid & McMullen 2004, Doyle et al. 2011).

Er is contact opgenomen met Jeroen Dagevos (Stichting Noordzee) en Heather Leslie (Vrije Universiteit Amsterdam).

- Jeroen Dagevos maakte hierbij de kanttekening dat dan men wel moet weten wat wel of geen plastic is aangezien monsters uit het milieu erg veel organisch materiaal bevat dat qua vorm sterk op plastic lijkt. In een lab is dit na te meten om hier zeker van te zijn.

- Heather Leslie meldde dat IVM/VU zich in 2013 gaat bezig houden met het ontwikkelen van een nieuwe methoden om de hoeveelheid microplastics in monsters snel te bepalen met behulp van chemische behandeling en imaging.

- Edwin Foekema stelt voor om de verzamelde monsters eerst met loog en zuur te behandelen om het grootste deel van niet plastic materialen kwijt te raken, alvorens het geconcentreerde monster onder de microscoop uit te zoeken. Identificatie van de gevonden materialen is middels IF analyse mogelijk (Lusher et al 2012; , Foekema et al., 2013.).

Om te kwantificeren hoeveel microplastics vrijkomen tijdens de oogst van de MZI's zou het spoelwater, dat gebruikt wordt tijdens de oogst, opgevangen en gefiltreerd kunnen worden over planktonnetten met afnemende maaswijdte, bijvoorbeeld een met een maaswijdte van 1 mm tot 200 μm . Vervolgens zouden de monsters chemisch behandeld kunnen worden waardoor het organische materiaal verwijderd wordt en de microplastics meetbaar worden. Het risico bij deze methode is wel dat er meer uitgespoeld wordt dan alleen microplastic, zoals plankton, algen, wieren, slik etc., welke ervoor kunnen zorgen dat de netten te snel dichtslibben.

4.4 Productie microplastic door MZI's in relatie tot andere bronnen: slijtmatten boomkorvisserij

Op basis van de verkoopgegevens van pluis van Visafslag Noord-Hollands Noorden blijkt dat een garnalenvisserijbedrijf gemiddeld 1.95 kg pluis per week aanschaft (zie bijlage A). Als dit getal vermenigvuldigd wordt met het aantal weken dat alle garnalenvissers in totaal op de Waddenzee vissen (= 2172), dan komt dit uit op een totaal inkoop ter vervanging, van 4239 kg per jaar voor de gehele Waddenvloot. Houden we rekening met een slijtagepercentage van 25%, dan komt naar schatting jaarlijks minimaal 1060 kg pluis door slijtage tijdens het vissen in de Waddenzee terecht.

5 Conclusies & Discussie

5.1 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage touwen & netten

De resultaten geven een eerste inschatting van slijtage van MZI touwen en netten. Deze inschatting heeft een onbekende foutenmarge. Factoren die hier een rol in spelen zijn:

- Variatie in maaswijdte netten. Hoe zeker is het dat de maaswijdte van de gebruikte netten voor gebruik gelijk waren aan het ongebruikte net? Hoe groot is de variatie in maaswijdte binnen een net?
- Effect van knippen. Hoe zeker is het dat precies tussen de mazen is geknipt?
- Effect van aangroei. Hoe zeker is het dat alles is verwijderd?
- Meetfout lengte borstelharen. De gemeten lengte verschillen kunnen variëren van 1 tot 3 mm.
- Opgave van hoeveelheid net. Hoe precies is dat geregistreerd?

De gebruikte aanpak heeft te veel onzekerheden om kwantitatieve conclusies te trekken. De hier vermelde getallen moeten dan ook gezien worden als een eerste inschatting. Het gewicht van het netmateriaal per maaslengte was lager voor het net dat 4 jaar was gebruikt dan voor het net dat niet of 1 jaar was gebruikt. Daarbij is waargenomen dat de afstand tussen de knopen van het gebruikte net korter zijn dan die van het ongebruikte net, oftewel dat het net bij gebruik krimpt. Uitgaande van de gemeten krimp en gewichten zou er een slijtage van het netwerk optreden met ongeveer 10 g nylon per m² net per jaar. Bij de trouwen werd significante toename in gewicht van gebruikt touw ten opzichte van ongebruikt touw gevonden, hetgeen dus waarschijnlijk een artefact is.

Een vervolg onderzoek zou kunnen bestaan uit experiment waarin stukken ongebruikt touw en net met vooraf bekende gewichten en afmeting en uit dezelfde partij (rol touw of pak netwerk) een seizoen in de waterkolom gehangen worden (als onderdeel van de MZI netten en touwen). De gewogen net- en touwstukken krijgen dan dezelfde behandeling als de MZI touwen en netten en eventuele krimp werkt dan niet door in de metingen. Daarna kunnen de gewichten voor en na met elkaar vergeleken worden. Hier kunnen ook materiaal deskundigen bij betrokken worden. Dit zou een meer effectieve en betrouwbare manier zijn voor het detecteren van slijtage.

5.2 Ontstaan microplastics bij gebruik MZI's: slijtage borstels

Op basis van twee metingen aan borstelharen van borstelmachines is berekend dat 3.8 mg (YE82) tot 9.5 mg (BRU6) plastic per m² afgeborsteld net per jaar vrijkomt bij de oogst van MZI netten.

5.3 Detecteren van microplastics: waterfiltratie

Het kwantificeren van microplastics in zeewater is een tijdrovend proces dat nog niet goed is ontwikkeld voor hele kleine deeltjes.

5.4 Productie microplastic door MZI's in relatie tot andere bronnen: slijtmatten boomkorvisserij

Een kwantificering van andere bronnen van microplastics (pluis aan slijtmatten van garnalenvissers) toont dat van de gebruikte slijtmatten 1060 kg plastic jaarlijks in de Waddenzee achter blijft. Hierbij is aangenomen dat 25% door slijtage verdwijnt. Deze aanname is niet onderbouwt en heeft een grote onzekerheid. Met in acht neming van onder 5.1 en 5.2 genoemde onzekerheden kan ter vergelijking een hypothetische doorrekening voor MZI netten worden uitgevoerd. In 2011 bevond zich 95820 m² nylon MZI net in de Waddenzee (van Stralen, 2012). Bij een slijtage van 10 g per m² zou hierdoor 958 kg nylon van de netten in het water terecht gekomen zijn. Door slijtage van de borstels (3.8 mg tot 9.5 mg plastic per m² afgeborsteld) komt daar nog maximaal 9 kg plastic per jaar bij. Dit geeft aan dat de hoeveelheid plastic productie als gevolg van slijtage van pluis in hoeveelheid vergelijkbaar is met plastic productie als gevolg van slijtage van MZI netten. Detectie van microplastics in het water heeft niet plaatsgevonden. Hierdoor is onduidelijk of en in wat voor vorm de plastics (microplastics of grotere vezels) in het water terecht zijn gekomen.

5.5 Conclusie

Er zijn metingen verricht aan touwen, netten en borstels die zijn gebruikt bij de MZI oogst om een eerste indruk te krijgen van het vrijkomen van (micro)plastics door slijtage van dit materiaal in het water. De gebruikte aanpak heeft te veel onzekerheden om kwantitatieve conclusies te trekken. De hier vermelde getallen moeten dan ook gezien worden als een eerste inschatting. De gewichten van de gebruikte touwen en netten waren per cm hoger dan de ongebruikte touwen en netten, waarschijnlijk als gevolg van krimpen van het materiaal. Het gewicht van het netmateriaal per maas lengte van de netten liet wel een gewichtsafname zien van ongeveer 10 g per m² net per jaar. Dit is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van slijtage. Het bleek niet eenvoudig om monsters van exact dezelfde lengte te krijgen omdat ook krimp een rol speelt. Dit kan het resultaat hebben beïnvloedt. Voor de touwen was een inschatting van de slijtage niet mogelijk, omdat er geen indicaties waren van de mate van krimp. Slijtage van borstelharen was wel te kwantificeren. Twee metingen geven aan dat dit 3.8 tot 9.5 mg plastic per m² afgeborsteld net per jaar. Hoe deze hoeveelheid zich verhoudt tot andere bronnen van plastics en bijvoorbeeld het gehalte van 0.9 microplastic deeltjes per m³ zoals door Leslie (2012) is aangetroffen in Noordzee water is onduidelijk. Daadwerkelijke detectie van microplastics in het water als gevolg van slijtage van MZI materiaal heeft niet plaatsgevonden. Vooralsnog is onduidelijk of en in wat voor vorm de plastics in het water terecht zijn gekomen.

6 Dankwoord

We bedanken Jacco van Stee en Wout van de Berg voor het aanleveren van MZI touw, Wout van de Berg voor het aanleveren van MZI net en Wout van de Berg en Karel Jan van IJsseldijk voor de mogelijkheid om metingen aan borstels uit te voeren, Michiel Kotterman voor informatie over het schoonmaken van touwen en netten, Jeroen Dagevos en Heather Leslie voor advies over het detecteren van microplastics in zeewater, Johan Jol voor de laboratoriumwerkzaamheden aan de touwen en netten, Emiel Brummelhuis voor het uitvoeren van de metingen aan de borstels en Marnix van Stralen en Edwin Foekema voor waardevol commentaar op eerdere versies van dit rapport.

7 Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 57846-2009-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

- Besseling E, A Wegner, EM Foekema, MJ van den Heuvel-Greve, AA Koelmans (2012) Effects of Microplastic on Fitness and PCB Bioaccumulation by the Lugworm *Arenicola marina* (L.) Environ. Sci. Technol., Article ASAP DOI: 10.1021/es302763x Publication Date (Web): November 26, 2012
- Browne M.A., Dissanayake A., Galloway T.S., Lowe D.M. en Thompson R.C. (2008) Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.), Environmental Science & Technology, 42, 5026-5031.
- Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten EL, Tonkin A, Galloway T, Thompson RC. (2011) Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. dx.doi.org/10.1021/es201811s |Environ. Sci. Technol.
- Brownand M, Cheng L. New Net for Sampling the Ocean Surface. 225-227,1981, Published 31 mei 1981
- David K. A. Barnes, Francois Galgani, Richard C. Thompson and Morton Barlaz 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments.
- Derraik JGB. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Mar Pollut Bull 44, 842-852.
- Doyle, M.J., Watson, W., Bowlin, M.N. and Sheavly, S.B. (2011) Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific ocean. Marine Environmental Research 71: 41-52
- Foekema, E.M. ; Gruijter, C. de; Mergia, M.T. ; Franeker, J.A. van; Murk, A.J. ; Koelmans, A.A. (2013) Plastic in North Sea Fish *Environmental Science and Technology* 47 (15). - p. 8818 - 8824
- Jansen H.M., W. van Broekhoven, E.B.M. Brummelhuis & E. Hartog, 2012. Technisch rapport: Productiemetingen aan mosselzaad-invang-installaties (MZI): 2012. IMARES rapport in prep.
- Lattin, G.L., Moore, C.J., Zellers, A.F., Moore, S.L. and Weisberg, S.B. (2004) A comparison of neustonicplastic and zooplankton at differentdepthsnear the southern California shore. Marine Pollution Bulletin 49(4):291-294
- Leslie H.A. (2012) Microplastic in Noordzee zwevend stof en cosmetica. Eindrapportage W-12/01.
- McDermid, K.J. and McMullen, T.L. (2004) Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago. Marine Pollution Bulletin 48(7-8):790-794
- Moore, C.J., Moore, S.L., Weisberg, S.B., Lattin, G.L. and Zellers, A.F. (2002) A comparison of neustonic plastic and zooplankton abundance in southern California's coastal waters. Marine Pollution Bulletin 44(10): 1035-1038
- Poelman. M, Kamermans P, 2009. Inventarisatie MZI oogst 2009. IMARES Rapport 033/10
- Stralen van M, (MarniX), 2011. Invang van mosselzaad in MZI's, Resultaten 2010. Rapport 2011.103
- Stralen van M, (MarniX), 2012. Invang van mosselzaad in MZI's, Resultaten 2011. Rapport 2012.17
- Strietman WJ, 2013. Pluis in de Waddenzee. Een inschatting van de hoeveelheid pluis die via de garnalenvisserij jaarlijks in de Waddenzee terechtkomt. Wing Rapport.
- Wegner, A., Besseling W.,Foekema E.M., Kamermans P., Koelmans A.A., 2012. effects of nanopolystyrene on the feeding behavior of the blue mussel (*Mytilus edulis* L.) Environmental Toxicology and Chemistry 31: 2490–2497

Verantwoording

Rapportnummer : C188/13

Projectnummer : 4308301022

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. E.M. Foekema
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 17 februari 2014

Akkoord: Dr. B.D. Dauwe
Hoofd afdeling Delta

Handtekening:



Datum: 18 februari 2014