

STOP PLASTIC VAN STAD NAAR WAD

2021-2024 Eindrapportage



NORIA
SUSTAINABLE
INNOVATORS



NORIA IN HET KORT

Noria is een impact scale-up die oplossingen ontwikkelt om plastic uit het water te halen. Bij Noria zijn we ervan overtuigd dat het probleem van vervuilde zeeën, rivieren en kanalen kan worden opgelost met duurzame, betaalbare en schaalbare technieken. Noria voorkomt met haar oplossingen dat plastic in onze rivieren terechtkomt door het zo dicht mogelijk bij de bron uit ons binnenwater te verwijderen. Hierbij wordt zoveel mogelijk samengewerkt met de natuur. De oplossingen van Noria sluiten aan op de meest recente wetenschappelijke inzichten, (NEN) normeringen en zijn tegelijkertijd praktisch en eenvoudig in gebruik. Onze werkzaamheden vinden plaats in Nederland en in diverse Europese projecten. Het kantoor van Noria is gevestigd in Delft.

Dit project is uitgevoerd in een zeer prettige samenwerking met :



Waterschap NOORDERZIJLVEST



EERST EVEN DIT...

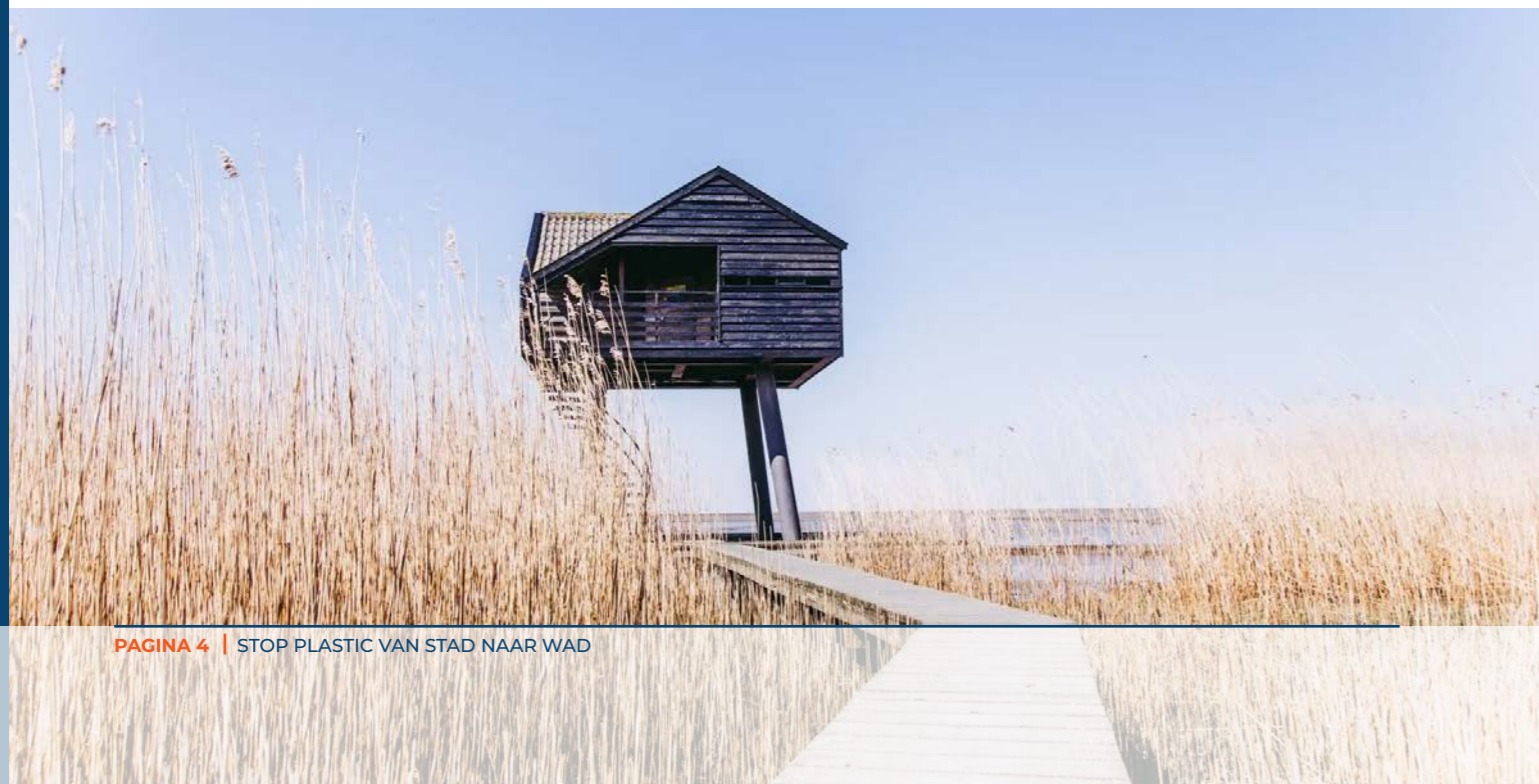
Wat de Waddenzee en de vogels die leven in dit gebied kunnen betekenen voor mensen heb ik van jongs af aan van dichtbij mogen ervaren. Sinds ik me kan herinneren, ging ik regelmatig samen met mijn vader op pad om naar trekvogels zoals de jan-van-gent, allerlei meeuwen en zeekoeten bij de Waddenzee te kijken. Alhoewel dat destijds meer was omdat mijn vader dat wilde dan dat ik zelf stond te springen (ik had slechts één hobby en dat was voetbal), heeft dit me toch van jongs af aan in aanraking gebracht met de schoonheid van de natuur en het plezier dat het mensen kan geven.

Ongetwijfeld heeft dat invloed gehad op waar ik in de afgelopen jaren in mijn werk mee bezig mag zijn. Sinds 2018 ben ik dagelijks bezig met het werken aan het plastic afvalprobleem in binnenwateren. Dit mag ik doen in het bedrijf Noria dat ik samen met Rinze de Vries heb opgezet. In de afgelopen jaren hebben we samen met een fantastisch team van collega's diverse oplossingen ontwikkeld. Tegelijkertijd heb ik veel tijd besteed aan het beter begrijpen van het grotere geheel. Schoon water is van cruciaal belang voor het menselijk leven en het bredere ecosysteem, en daarmee ook voor het genot dat mensen ervaren bij het waarnemen van bijzondere soorten binnen dit ecosysteem. Echter, dit schone water staat ook onder druk.

De afgelopen jaren heb ik veel gelezen over het probleem van plastic in water. Gelukkig komen er steeds meer onderzoeken en wordt ons inzicht in hoe het probleem in elkaar steekt en wat de schadelijke effecten zijn steeds groter. Wat ik in deze onderzoeken lees, verontrust me. De schadelijke effecten van plastic (of van hun additieven) op milieu, dier, plant maar zeker ook op de mens baren me zorgen. En ik ben bang dat we op dit moment slechts het topje van de ijsberg (of van de afvalberg...) op dat gebied in beeld hebben.

Figuur 1

Vogelkijkhut De Kiekaaste in Nieuwe Statenzijl. Uitkijkend over de Dollard.



Dat gevoel, deze zorg, is voor mij de drijfveer om met ons bedrijf Noria dagelijks te werken aan duurzame en betaalbare oplossingen voor het plastic afvalprobleem in water. Daarbij ben ik ervan overtuigd dat het vergroten van het inzicht (door research) essentieel is voor de bewustwording van de grootte van dit probleem en de schade die erdoor wordt aangericht. Deze bewustwording zorgt voor een gevoel van urgentie om het probleem aan te pakken (remove). Tegelijkertijd is het duidelijk dat we het plasticprobleem alleen structureel en duurzaam kunnen oplossen door de bron aan te pakken, met andere woorden: te voorkomen dat het afval überhaupt in het water belandt (reduce). En dit zou niet alleen de beste, maar uiteindelijk ook de meest duurzame en kosteneffectieve oplossing van het probleem zijn.

Mijn vader gaat nog steeds bijna elke dag op de fiets de natuur in. Ik ben geen vogelaar geworden (en ook geen professionele voetballer), maar ik voel me wel heel dankbaar dat ik in de afgelopen drie jaar heb mogen werken aan het project Stop plastic van Stad naar Wad. Met het project 'Stop plastic van Stad naar Wad' hebben we een solide basis gelegd voor een structurele aanpak van dit probleem in het Groningse Waddengebied. Er ligt een sterk fundament om de komende jaren in Groningen, maar ook in de twee andere Wadden-provincies, met elkaar aan de slag te gaan om het plastic afvalprobleem richting dit unieke natuurgebied een halt toe te roepen.

We bevinden ons nog in een vroeg stadium van het begrijpen van het probleem van plastic afval in water. Het verminderen van plasticgebruik, het verbeteren van afvalbeheer op land en in het water én het ontwikkelen van duurzamere alternatieven zijn cruciale stappen om de bedreiging door plastic van schoon water aan te pakken. De resultaten en het handelingsperspectief uit dit rapport zijn een sterke basis om verder door te pakken. Ik hoop dat u dit rapport daarom met veel interesse zult doornemen dat onze aanbevelingen zullen leiden tot gerichte actie van een verder aanpak van dit probleem.



Arnoud van der Vaart
Mede-oprichter Noria

INHOUD

EERST EVEN DIT	4
MANAGEMENTSAMENVATTING	8
STOP PLASTIC VAN STAD NAAR WAD	10
Het probleem van plastic in water	10
Groninger Waddengebied	11
Project	12
STAP 1: RESEARCH	14
Gebiedsgebruik	16
Verplaatsing in het water	18
Hotspots	20
Gedrag zwerfvuil in water	22
Waar bevindt plastic zich in het water: horizontale en verticale verdeling	24
Hoeveelheden en massa: macro- en microplastics	28
STAP 2: REMOVE	34
Strategische afvanglocaties	36
Afvangpercentage	40
Duurzaamheid; energieverbruik en ecologische impact	42
STAP 3: REDUCE	48
Soorten plastics: macro en micro	50
Bronnen	54
Mogelijke maatregelen	56
HANDELINGSPERSPECTIEF	58
REFERENTIES	62

MANAGEMENTSAMENVATTING

Dit document is het eindrapport van het project 'Stop plastic van Stad naar Wad' dat is uitgevoerd in de periode maart 2021 tot en met februari 2024. Dit rapport is dusdanig opgesteld dat de kern van het verhaal in combinatie met de visualisaties de resultaten overzichtelijk weergeven. De kernantwoorden zijn in de hoofdstukken aangeduid met het volgende symbool ».

Tijdens dit project zijn onder andere camera's met AI-detectie, GPS-sensoren en afvangsystemen ingezet om inzicht te krijgen in het gedrag van zwerfafval in het water en via welke weg deze zich richting de Waddenzee bewegen. Zwerfafval bereikt het water voornamelijk vanuit de dichtbevolkte stadskern Groningen en het industriële havengebied in Delfzijl. Waterstroming die wordt veroorzaakt door het openen van de Oude Zeesluis en wind zijn de voornaamste aandrijvers van het zwerfvuiltransport van Groningen naar de Waddenzee. Onderzoek in zowel het Reitdiep als het Eemskanaal wijst uit dat zwerfafval zich met name verplaatst vanuit de stad Groningen via het Eemskanaal richting de Waddenzee.

De hotspots in het traject zijn voornamelijk te vinden dicht bij de bronnen: de stad Groningen, het begin van het Eemskanaal en in het havengebied van Delfzijl. Woonboten in het centrum, vegetatie en stortstenen aan het begin van het Eemskanaal en in de industriële haven van Delfzijl zijn de belangrijkste oorzaken voor het vastlopen van zwerfvuil.

Het drijvende zwerfvuil concentreert zich tijdens transport vooral aan de zijanten van de watergangen. In het Eemskanaal beweegt 84% van het drijvende zwerfvuil zich langs de zijanten van het kanaal. Het zwerfvuil bevindt zich voornamelijk in de bovenste laag van de waterkolom (drijvend).

Camerametingen laten zien dat er per jaar minimaal 100.000 stuks afval (voornamelijk macroplastics) vanuit de stad Groningen het Eemskanaal op gaan richting de Waddenzee. Metingen aan het einde van het Eemskanaal laten een sterk gereduceerde hoeveelheid drijfvuil zien. Onzeker is of dit verschil komt door het onderweg vastlopen, of degraderen naar microplastics die alsnog naar de Waddenzee toestromen. De metingen naar drijvend afval zijn ook uitgevoerd bij De Oude Zeesluis. Door de sterke stroomsnelheid is het niet mogelijk om hier de hoeveelheden met camerametingen in kaart te brengen en daarmee te zeggen hoeveel afval er daadwerkelijk naar de Waddenzee drijft. Testen met drijflijnen geschikt voor hoge stroomsnelheden in combinatie met een vangstelsel, lijken zeer kansrijk om dit inzichtelijk te maken. Het uitvoeren van deze testen paste niet meer binnen de afbakening van dit project.

Er zijn microplastic monsters genomen op meerdere plekken in de stad Groningen, het Eemskanaal, de rioolwaterzuiveringsinstallatie en de Eems-Dollard. De hoogste concentraties microplastics zijn aangetroffen bij het effluent van de RWZI en in het Eemskanaal, lagere

concentraties zijn vastgesteld in de stad en de Eems-Dollard.

De woonboten in het centrum, de Borgbrug vlakbij Groningen en de oude Zeesluis in Delfzijl zijn de meest strategische locaties om drijvend zwerfvuil te verwijderen. Vangsystemen bij de Borgbrug in het Eemskanaal kunnen 88% van het daar aanwezige drijvende zwerfvuil afvangen. Voor de locatie in Delfzijl bij de Oude Zeesluis zal dit 100% van het daar aanwezige drijvende zwerfvuil kunnen zijn. Het legen en transporteren van het afval uit de systemen kan vanuit economisch en duurzaam perspectief het beste gedaan worden met een elektrisch voertuig, binnen de bestaande schoonmaakdiensten van de beheerder. Het legen dient te gebeuren op de momenten dat het vangstelsel maximaal gevuld is, om zo kosten en uitstoot te minimaliseren. Op basis van de ecologische sleutelfactoren (ESF) van STOWA hebben de vangsystemen geen tot zeer weinig negatieve ecologische impact. Navraag bij ecologische experts leert dat er mogelijk zelfs positieve secundaire effecten zijn naast het verwijderen van zwerfafval.

Het afgevangen zwerfvuil bestaat voornamelijk uit papier en plastic polymeren. Hierbij zijn sigarettenfilters (deels papier, deels plastic), plastic folies en verpakkingen van snoep, snacks en chips het meest aangetroffen. Fragmenten, afgebroken macroplastics, is de meest voorkomende soort microplastics in de genomen monsters. Nabij de binnenstad is consumenten- en verpakkingsafval het voornaamste type dat voorkomt. Naarmate je verder van de stad kijkt, neemt de hoeveelheid ondefinieerbaar afval toe, wat hoogstwaarschijnlijk duidt op een grotere degradatie door de langere verblijftijd in het milieu. Preventieve maatregelen die gericht zijn op het voorkomen dat sigarettenfilters en consumenten- en verpakkingsmaterialen op straat en in het water belanden zullen het meeste bijdragen in het verminderen van afval dat richting de Waddenzee stroomt.

Met de kennis die voortkomt uit dit project is een stevige basis gelegd om gezamenlijk verdere stappen te zetten in de aanpak van het probleem. Het uitgevoerde werk van de afgelopen drie jaar biedt concrete mogelijkheden voor acties op zowel korte als lange termijn. Daarnaast hebben de innovatieve onderzoeken naar plastic in water nieuwe vraagstukken en behoeften aan het licht gebracht. In het laatste hoofdstuk zijn de meest veelbelovende handelingsperspectieven en aanbevolen vervolgstappen gepresenteerd, waaronder het verkennen van de implementatie van afvangsystemen bij de Borgbrug en Delfzijl en het zoeken naar een structurele oplossing voor het drijfvuil rondom de woonboten in het centrum.

STOP PLASTIC VAN STAD NAAR WAD

HET PROBLEEM VAN PLASTIC IN WATER

De dagelijkse stroom zwerfvuil die in de Waddennatuur terecht komt, vormt een grote bedreiging voor mens, dier en milieu (Conchubhair et al., 2019). Het grote probleem van plastic is dat het niet vergaat. Het valt uit elkaar in microplastics die giftige stoffen bevatten. Vissen, vogels en andere zeedieren krijgen deze microplastics binnen, direct of indirect via de voedselketen. Daarnaast worden er steeds vaker grote stukken plastic in de magen van zeedieren gevonden, die hierdoor sterven van de honger.

Uit eerder onderzoek blijkt dat 80% van het plastic dat gevonden wordt in oceanen afkomstig moet zijn van land (Li et al., 2016). Verder onderzoek laat ook zien dat 75% van het afval in de Waddenzee uit eigen land afkomstig is (Strietman et al., 2020). Uit verschillende onderzoeken blijkt dat het plastic met name afkomstig is uit stedelijke woonkernen (Best, 2019; Schmidt et al., 2017; Eerkes-Medrano et al., 2015). Dit plastic vindt zijn weg vanuit de grachten van de stad Groningen via kanalen en rivieren en komt uiteindelijk in de Waddenzee terecht.

Het plastic afval in water is een groeiend probleem waar nog vele zaken onbekend over zijn. Er bestaat nog geen duidelijke consensus over de omvang van het probleem. Evenmin lijkt er volledige helderheid te zijn over hoe plastic zich gedraagt en wat de effecten ervan zijn op mens, dier en milieu.

Figuur 2

Het waddengebied is sinds 2009 UNESCO Werelderfgoed.

GRONINGER WADDENGEBIED

De provincie Groningen, gelegen aan de Waddenzee, heeft van oudsher een sterke verbinding met dit UNESCO Werelderfgoed. Schoon water vormt een essentieel element in deze relatie, aangezien het de levensader is van het delicate ecosysteem dat de Waddenzee vormt. Dit water ondersteunt niet alleen de lokale visserij en het groeiende toerisme, maar speelt ook een wereldwijde rol door miljoenen trekvogels en vissen te ondersteunen, het klimaat te reguleren en kustbescherming te bieden.

Niettemin staat dit prachtige gebied steeds meer onder druk vanwege de groei van de hoeveelheid zwerfafval. De toenemende vervuiling vormt een groeiend gevaar voor zowel de Waddenzee als de dieren die in dit gebied leven. Zeevogels en zeezoogdieren lopen het risico verstrikt te raken in het afval, terwijl microplastics de voedselketen binnendringen, met schadelijke gevolgen voor het hele ecosysteem. Het behoud van de Waddenzee vereist niet alleen het waarborgen van schoon water, maar ook het aanpakken van deze vorm van vervuiling. Gezamenlijke inspanningen zijn nodig om deze bedreiging te verminderen en de unieke schoonheid en waarde van de Waddenzee te behouden.

Hoewel dit probleem elders op de wereld grotere proporties aanneemt, is het in Nederland wel degelijk significant. Er is momenteel weinig bekend over de aard en de exacte omvang van de hoeveelheid zwerfvuil die in onze rivieren terecht komt en uiteindelijk de zeeën bereikt. Het is zeker bekend dat er plastic in de binnenwateren van Nederland aanwezig is.



PROJECT

Het project Stop plastic van Stad naar Wad heeft als doel de externe dreiging van plastic en ander zwerfvuil naar de Waddenzee structureel te verminderen. Dit richt zich met name op het zwerfvuil dat vanuit de stad Groningen via toevoerwateren naar de Waddenzee stroomt. Dit doen we door het inzicht in het probleem te vergroten (Research). We onderzoeken duurzame én betaalbare oplossingen waarmee we op korte termijn het zwerfvuil eenvoudig kunnen verwijderen (Remove). Als laatste stap bieden we handelingsperspectief om het probleem bij de bron aan te pakken (Reduce). Dit driejarige project vormt een initiële stap om dit probleem op te lossen in Groningen en dient als een pragmatische blauwdruk voor andere gebieden waar soortgelijke kwesties aangepakt moeten worden.

Deelgebied 1

Groningen stad

Groningen stad is de hoofdstad van de provincie Groningen. De grachten van de stad Groningen staan in directe verbinding met het Reitdiep en het Eemskanaal.

Deelgebied 2

Reitdiep*

Het Reitdiep wordt gekenmerkt door de landelijke omgeving en natuurlijke meanderende ligging. Deze watergang heeft aan beide zijden vegetatie als walbeschoeiing.

Deelgebied 3

Eemskanaal

Het grotendeels rechte Eemskanaal vormt de belangrijkste route voor de afvoer van water vanuit de stad richting de Waddenzee.

Deelgebied 4

Delfzijl

Delfzijl wordt gekenmerkt door de industrie die hier aanwezig is: de industriële haven van Groningen Seaports. Daarnaast is dit een belangrijke uitstroomplek van het water naar de Waddenzee.

**Tijdens dit project is duidelijk geworden dat de afvalstroom vanuit de stad Groningen richting het Reitdiep vele malen kleiner is dan naar het Eemskanaal. Zowel waterstroming als de dominante windrichting stuwden het drijfvuil voornamelijk richting het Eemskanaal. Om deze reden is er voor dit rapport gekozen de aandacht vooral op deelgebieden 1, 3 en 4 te leggen.*

1

STAP - RESEARCH

Om te weten hoe en waar de zwerfafvalstroom naar de Waddenzee het best kan worden verminderd, is het essentieel om eerst te weten waar het afval het watersysteem binnenkomt, hoe het zich daar gedraagt en wat de hoeveelheden zijn op verschillende locaties. Dit hoofdstuk geeft antwoord op deze vragen.



GEBIEDSGEBRUIK

» Zwerfafval bereikt het water voornamelijk via de dichtbevolkte stadskern Groningen en het industriële havengebied in Delfzijl.

Veel afval bereikt het water via bronnen zoals steden. In deze steden bevinden zich overvolle afvalbakken, achtergelaten blikjes en gescheurde afvalzakken. Ook is er in steden veel toerisme en zijn parken aan het water plaatsen waar na recreatie veel afval achter blijft. Het afval belandt vanaf deze plekken in het water door factoren zoals wind, regen maar ook bijvoorbeeld door het sproeien van straten met spuitwagens.

Om vast te stellen waar het meeste afval in het water terecht komt, is de initiële vraag: waar belandt het meeste afval in de openbare ruimte? Dit gebeurt voornamelijk in dichtbevolkte gebieden, waar veel mensen op straat leidt tot een toename van afval. Specifieke locaties, zoals winkelgebieden, markten, horecagelegenheden (terrassen en afhaalplekken), vuilnisbakken en afvalverzamelpunten, dragen bij aan een snellere ophoping van afval op straat. Deze worden beschouwd als een van de primaire bronnen van vervuiling.

Buiten de dichtbevolkte gebieden zijn industriegebieden en havens in het algemeen eveneens bronnen van afval. De diverse productieprocessen en bedrijfsactiviteiten die in deze gebieden plaatsvinden, genereren vaak substantiële hoeveelheden afval. Lichte plastic materialen zoals folies en tiewraps waaien van deze werkplaatsen weg. Als deze werkplaatsen zoals industriële havens zich dicht bij het water bevinden, is er een grote kans dat dit afval in het water terecht komt.

Deze typen gebiedsgebruik zien we ook terug in de scope van dit project. Het centrum van Groningen en het industriegebied van Delfzijl zijn binnen de scope de meest voorkomende bronnen van afval dicht bij het water.

Zodra zwerfval het water bereikt, wordt inzicht in de verplaatsing van het afval zeer interessant om in kaart te brengen.

Figuur 3

Een haven is een industrieterrein gelegen aan het water. Door bijvoorbeeld overslag van goederen of bouwwerkzaamheden kan afval in het water terecht komen.



Figuur 4

Rondom buitenbankjes is er vaak sprake van een verhoogde vervuilinggraad. Op het moment dat deze bij het water staan is de kans groot dat een deel van dit afval in het water terecht komt.



Figuur 5

Publieke afvalbakken zijn niet altijd toereikend voor de hoeveelheden afval. Op het moment dat afval naast een afvalbak wordt geplaatst kan dit leiden tot vervuiling van de omgeving.



Figuur 6

Buitenhoreca zoals terrassen vormen vaak een bron van vervuiling. Servetten, papertjes, bonnetjes, verpakkingen van koekjes etc. waaien weg van de tafels en belanden op straat.



VERPLAATSING IN HET WATER

» Waterstroming door de Oude Zeesluis in Delfzijl en wind zijn de voornaamste aandrijvers van het zwerfvuiltransport van Groningen naar de Waddenzee. Zwerfafval verplaatst zich vanuit de stad Groningen met name via het Eemskanaal richting de Waddenzee.

Invloed van stroming

Het water en daarmee het drijvende afval is niet statisch, maar beweegt zich door de grachten en kanalen. De stromingsrichting en snelheid van het water, mits aanwezig, zorgen in eerste instantie voor de belangrijkste beweging van het drijfvuil. Om de verplaatsing van het afval naar de Waddenzee in kaart te brengen is het dus belangrijk om te weten hoe het water stroomt in en rondom Groningen richting de Waddenzee.

In de kaart hieronder is te zien dat vanuit de stad Groningen de stroming van het water richting Delfzijl staat voor zowel de droge als de natte periode. In de zomer, gekenmerkt door minder neerslag, is er een verminderde afvoer via het Eemskanaal. Dit is de droge periode en vindt grofweg plaats van april tot en met september. Tijdens deze periode wordt de invloed van de

wind relatief belangrijker dan de invloed van de waterstroming, in tegenstelling tot de natte periode. Vanuit het Reitdiep zal de stroming in de droge periode richting het centrum van Groningen zijn, vanwege het pompen van het Dorkwerd gemaal om zoetwater aan te voeren. Vanuit de stad zal er in de droge periode dus geringe transport van zwerfafval zijn via het Reitdiep.

Gedurende de natte periode (oktober tot en met maart) wordt de stroming met name versterkt door de afvoer naar de Waddenzee via de Oude Zeesluis in Delfzijl. Het gemaal Dorkwerd dient in de wintermaanden alleen als een peilscheiding en pompt dus geen water naar het Reitdiep. Geringe afvoer richting het Reitdiep is in deze periode mogelijk.



Figuur 7

De stromingsrichting van de waterwegen in de stad Groningen.



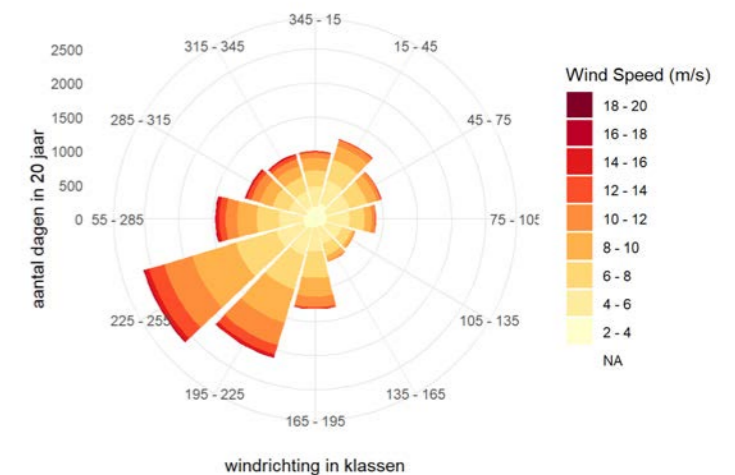
Figuur 8

De Zeesluis in Delfzijl. Op het moment dat deze spuit, creëert deze een verhoogde trek vanuit Groningen, door het Eemskanaal richting de Waddenzee. Afval in het water wordt dan meegenomen.

Invloed van wind

Naast de stroming speelt ook de wind een belangrijke rol. Al het zwerfafval dat zich in de bovenste laag van het water bevindt, en soms zelfs deels boven het water uitkomt, wordt beïnvloed door de wind. In situaties met verminderde stroming wordt de impact van de wind des te belangrijker. De overheersende windrichting in Nederland is vanuit het zuidwesten. Dit versterkt de stroming van het zwerfvuil vanuit de stad Groningen richting Delfzijl en daarmee richting de Waddenzee vanuit Groningen.

Nu de informatie over de input en het transport van zwerfvuil bekend is, kan er worden gekeken naar de volgende stap: waar loopt het zwerfvuil vast?



Figuur 9

Dominante windrichting van de afgelopen 20 jaar is zuidwestenwind.

HOTSPOTS

» De hotspots in het traject zijn voornamelijk te vinden dicht bij de bronnen: de stad Groningen, het begin van het Eemskanaal en in het havengebied van Delfzijl.

Het zwerfvuil komt op zijn weg in het water verschillende elementen tegen die ervoor kunnen zorgen dat het vastloopt. Door middel van het door Noria opgestelde hotspotmodel en veldbezoek zijn, kijkend naar zowel de bronlocaties, transportroutes als de blokkerende elementen, verschillende potentiële hotspotlocaties gekozen. Deze locaties zijn vier keer bezocht in het jaar 2023 om te valideren of het hier daadwerkelijk om hotspots gaat. Dit is ook gedaan voor het Reitdiep. Vanwege de minimale vervuiling zijn deze locaties niet in figuur 10 opgenomen.

Opgemerkt kan worden dat de hotspots zich met name bevinden dicht bij de bronnen waar het zwerfafval in de openbare ruimte komt. Dit doet vermoeden dat als het zwerfafval in het water terecht komt, het niet heel lang duurt voordat het (tijdelijk) vastloopt. Om beter te begrijpen hoe het zwerfvuil zich van de bron naar de hotspotlocatie verplaatst, is er meer door data ondersteund inzicht nodig naar het gedrag van zwerfvuil.



Figuur 10
Hotspotgebieden in Groningen.



Delfzijl

De haven van Delfzijl is een andere plek die een groot aantal bronnen dicht bij het water kent. Dit gaat om de stad Delfzijl en het industrieterrein / havengebied dat hier ligt. Vlak bij deze bronnen zit veel walbeschoeiing met stortstenen en vegetatie waardoor het afval hier kan vastlopen.



GEDRAG ZWERFVUIL IN WATER

» Woonboten in het centrum, vegetatie en stortstenen aan het begin van het Eemskanaal en in de industriële haven van Delfzijl zijn de belangrijkste factoren voor het vastlopen van zwerfvuil.

Om de hotspots en het verplaatsingsgedrag door wind en water uit het vorige hoofdstuk verder te valideren, zijn er GPS-testen uitgevoerd. De testen met GPS-sensoren geven tussen de bron en de hotspot ook informatie over de route voordat de sensor deze uiteindelijk de hotspot bereikt. De GPS-sensoren zijn in plastic kokers en telefoontasjes gestopt om zo zwerfvuil te simuleren. Hierbij diende de koker als drijvend plastic dat ook boven het water uitsteekt en dus meer invloed heeft van de wind. De telefoontasjes zijn dicht bij het wateroppervlak aanwezig en worden vermoedelijk meer door het water dan door de wind bewogen.

De testen zijn uitgevoerd in het centrum van Groningen, het Reitdiep en het begin van het Eemskanaal. Deze gebieden zijn gekozen omdat er verschillen zitten in het type walbeschoeiing en blokkerende elementen. Zo heeft de stad Groningen met name woonboten die het zwerfafval lijken te blokkeren, maar is er bijvoorbeeld op het Eemskanaal juist een zijde die harde walbeschoeiing heeft en een zijde die uit vegetatie bestaat. Die verschillende omstandigheden maken het zeer interessant om beter begrip van gedrag van plastic in verschillende watergebieden te krijgen.

Voor een aanzienlijk aantal GPS-testen blijkt er een duidelijk verband te zijn tussen de windrichting en de verplaatsing van de objecten. Zoals eerder genoemd is de dominante windrichting in Nederland de wind die uit het zuidwesten komt. Voor het onderzoeksgebied van dit project betekent dit dat het Eemskanaal, beïnvloed door zowel de wind als de stroming, de belangrijkste route vormt die het zwerfvuil zal volgen. Dit is ook bevestigd met de GPS-testen. De belangrijkste

resultaten van de GPS-testen voor verschillende deelgebieden zijn samengevat in tabel 1.

In het centrum hebben de GPS-objecten weinig tijd nodig om vast te lopen. De verplaatsing is minimaal, wat voornamelijk wordt veroorzaakt door de geringe stroming, de demping van de wind door de gebouwen van de stad en de aanwezigheid van de vele woonboten.

Duidelijk zichtbaar is dat de vastlooptijd en lengte het grootst is bij het begin van het Eemskanaal. Hier heeft het kanaal voornamelijk gladde damwanden die een harde walbeschoeiing opleveren. Vanaf het moment dat de damwand overgaat in vegetatie en stortstenen zien we dat de sensoren relatief snel vastlopen.

Het Reitdiep kent nog meer vegetatie aan de beide zijanten van het kanaal vergeleken met het Eemskanaal, waardoor de GPS-objecten nog sneller vastlopen. Hier is voornamelijk de wind de drijvende factor van het transport.

Het snelle vastlopen in het Reitdiep en het vastlopen in het Eemskanaal op het moment dat de vegetatie begint, bevestigt het vermoeden dat zwerfvuil in dit gebied niet heel lang de tijd nodig heeft om vast te lopen als er blokkerende elementen aanwezig zijn. Na dit vastlopen kan het afval ofwel weer loskomen, maar veelal degradeert het ter plekke of wordt het meegenomen door de gemeente, bijvoorbeeld met snoeiafval.

Tabel 1: Vastlooptijd en afstand van GPS-sensoren

Deelgebied	Gemiddelde vastlooptijd	Gemiddelde vastlooppafstand	Blokkerend element
Centrum	0,5 dagen	400 m	Woonboten
Eemskanaal	2,8 dagen	2100 m	Vegetatie & Stortstenen
Reitdiep	1,1 dagen	1100 m	Vegetatie



Figuur 11

GPS sensor ligt vast op de stortstenen in het Eemskanaal. Vaak worden de sensoren op deze manier teruggevonden. Vermoedelijk worden de sensoren met de golven van voorbijvarende boten op de stortstenen geworpen. Hier komen ze vervolgens niet meer af.

WAAR BEVINDT PLASTIC ZICH IN HET WATER?

- » Verreweg het meest afval wat in het water terecht komt drijft. Vervolgens verplaatst dit drijfvuil zich vooral aan de zijkanten van de watergang.

Om op een zo duurzaam en betaalbaar mogelijke manier het zwerfvuil te verwijderen, is het noodzakelijk om te weten waar het zwerfvuil zich in het water bevindt. Daarom wordt er in dit hoofdstuk ingegaan op zowel de horizontale als de verticale verdeling van het zwerfvuil.

Horizontale verdeling

- » Het drijvende zwerfvuil concentreert zich tijdens transport vooral aan de zijkanten van de watergangen. In het Eemskanaal gaat dit om 84% van het drijvende zwerfvuil.

Uit de eerder genoemde GPS-testen kunnen we door middel van de afgelegde route ook conclusies trekken over de horizontale verdeling. De horizontale verdeling van zwerfafval kijkt naar waar het drijvende zwerfafval zich bevindt van kade tot kade. Gedurende het jaar zijn er 34 meerdaagse GPS-testen uitgevoerd in het centrum van Groningen, het Eemskanaal en het Reitdiep. In alle testen zijn de sensoren binnen maximaal 2 weken vastgelopen aan de zijkant op hun (tijdelijke) hotspot. Voor de horizontale verdeling kijken we naar de meetpunten van de sensoren voordat deze vastgelopen zijn.

Verdeling van de waterweg

Bruggen die over het Eemskanaal gaan hebben vaak drie of vier doorgangen. In het midden van het kanaal is één bewegende brug voor het scheepvaartverkeer, aan de zijkanten zijn één of twee 'vaste' doorgangen. Drijfvuil kunnen we met hulp van drijflijnen afvangen in deze buitenste openingen, omdat hier de scheepvaart niet gehinderd wordt. De vraag is dan hoeveel drijfvuil gaat er door deze buitenste doorgangen heen?

Onderzoek met GPS-sensoren toont aan dat het meeste drijfvuil zich aan de zijkanten van het kanaal beweegt. Uit de data van de GPS-testen kunnen we naar individuele paden kijken. Voor elk datapunt (tijd en locatie) kan worden bepaald of het zich in het midden van het kanaal of aan de zijkanten bevindt. Hierbij is de buitenste 15 meter van het kanaal gedefinieerd als behorend tot de zijkant. Hiermee is de verdeling van het Eemskanaal 15 meter zijkant noordzijde, 30 meter middengebied en 15 meter zijkant zuidzijde.

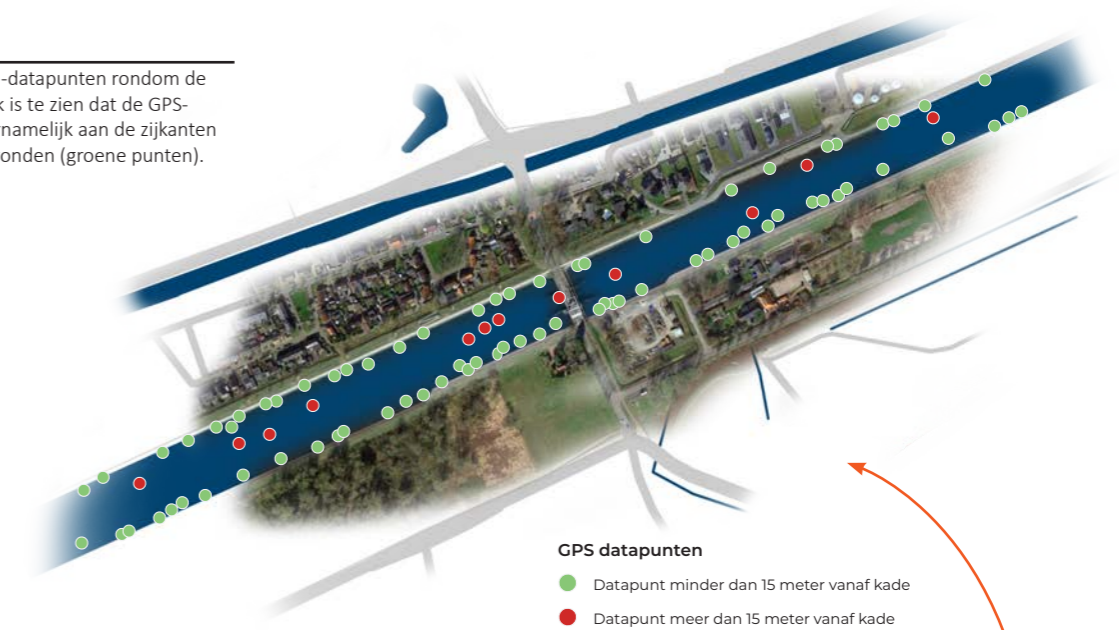
De keuze voor deze verdeling is een veilige keuze omdat vrijwel alle bruggen op het Eemskanaal minimaal deze verdeling hebben.



Figuur 12
De Borgbrug over het Eemskanaal. De brug heeft 3 doorgangen, waarbij alleen de middelste gebruikt wordt voor bootverkeer.

Figuur 13

Weergave van GPS-datapunten rondom de Borgbrug. Duidelijk is te zien dat de GPS-sensoren zich voornamelijk aan de zijkanten van het kanaal bevonden (groene punten).

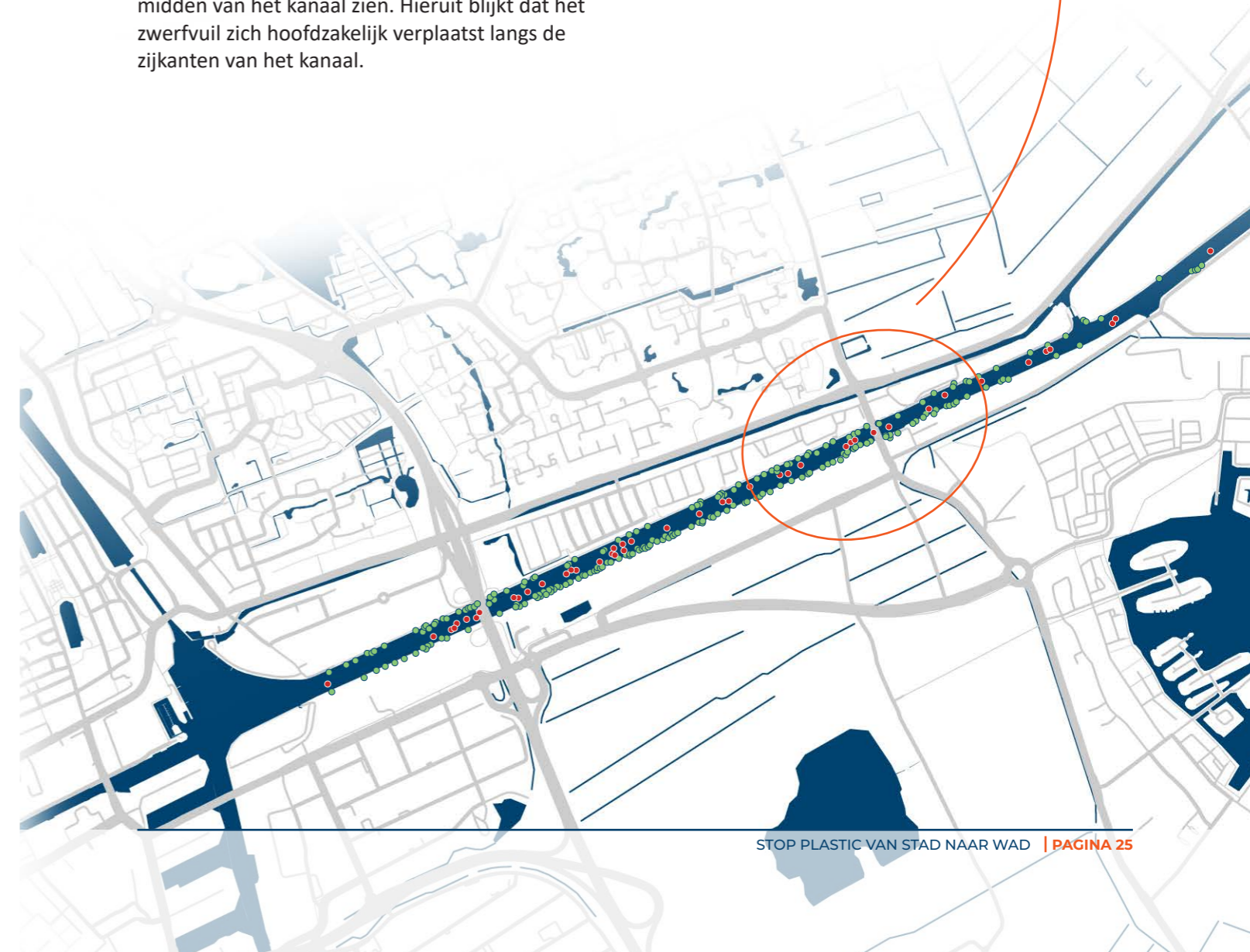


GPS datapunten

- Datapunt minder dan 15 meter vanaf kade
- Datapunt meer dan 15 meter vanaf kade

Resultaat GPS-metingen

Van alle op het Eemskanaal uitgevoerde testen blijkt dat van de 614 gemeten datapunten 84% zich aan de zijkant van het kanaal bevinden. Slechts 16% van de datapunten laten een beweging in het midden van het kanaal zien. Hieruit blijkt dat het zwerfvuil zich hoofdzakelijk verplaatst langs de zijkanten van het kanaal.



Verticale verdeling

- » Het zwerfvuil bevindt zich voornamelijk in de bovenste laag van de waterkolom (drijvend).

De verticale verdeling van zwerfvuil geeft weer waar het zich bevindt in het water, drijvend bovenin, zwevend in de waterkolom of gezonken naar de bodem. De verticale verdeling van zwerfvuil in kleinere watergangen (kanalen/grachten) is in het algemeen op dit moment nog niet onderzocht. In rivieren is wel onderzoek gedaan naar de verticale verdeling.

Uit de literatuur blijkt dat het zwerfvuil in rivieren zich hoofdzakelijk bevindt in de bovenste of onderste lagen van de waterkolom (van Emmerik et al., 2019; Blondel & Buschman 2022). Rivieren, met hun aanzienlijke afmetingen en afvoer, verschillen echter sterk van grachten en kanalen. Over het algemeen bevinden rivieren zich verder van de bronlocaties waar het zwerfval het water in komt. Daarnaast hebben grachten en kanalen ten opzichte van rivieren een veel lagere stroomsnelheid. Wanneer de afvoer van het water hoger is, zal er meer verticale menging plaatsvinden, waardoor het zwerfvuil homogener over de kolom verdeeld is (Vriend et al. 2023; van Emmerik et al. 2019). Met een lagere afvoer van water zal het meer naar de bodem zinken of zich drijvend verplaatsen (van Emmerik et al. 2020; Blondel & Buschman 2022).

Ondanks dat er over kanalen weinig literatuur te vinden is, kunnen we wel gegronde aannames maken over het verschil tussen de onderzoeken in rivieren en de omstandigheden in kanalen. De stroomsnelheid in kanalen is vele malen lager dan de stroomsnelheid in rivieren. Hiermee neemt de turbulentie en de kans op verticale menging af (Valero et al., 2022). Dit suggereert dat het afval zich hoofdzakelijk drijvend op het oppervlak of op de bodem van de waterkolom bevindt.

Of het zwerfvuil drijft of zinkt is afhankelijk van de dichtheid van zowel het water als het afval; wanneer de dichtheid van het water groter is, zal het zwerfvuil drijven. Hoe dichter we bij de Waddenzee komen, hoe brakker het water wordt. Dit betekent dat de dichtheid van het water groter wordt en daarmee dus ook de kans dat het zwerfvuil drijft.

Grachten en kanalen bevinden zich dicht bij de bron van plastic dan rivieren. Dit vergroot de kans dat zwerfvuil (b.v. flesjes) nog lucht bevatten, wat het drijfvermogen vergroot.

Wanneer zwerfvuil in het water verblijft, treedt er naar verloop van tijd 'biofouling' op. Hiermee wordt bedoeld op het proces van ophopende micro-organismen en algen op het oppervlak van het afval. Deze biofouling zorgt ervoor dat het soortelijk gewicht van het afval omhoog gaat, wat de kans op zinken vergroot (Weinstein et al. 2016). In de kanalen, die zich relatief dicht bij de bron bevinden, is dit proces nog niet zo lang bezig, waardoor de kans op zinken door biofouling lager is in de kanalen dan in de rivieren die verder aflaggen van de bron van vervuiling.

De impact van biofouling is afhankelijk van het formaat van zwerfvuil. Op een kleiner stukje afval is de impact van een laag biofouling vele malen groter dan op een groot stuk afval (Fazey et al. 2016). Zwerfvuil fragmenteert naarmate het langer in het systeem zit (Liro et al. 2023). Dicht bij de bron is de kans op grotere stukken afval groter, wat de impact van biofouling kleiner maakt en dus de kans op zinken verkleint in de kanalen.



Figuur 14

Een flesje dat net in het water beland is, drijft vaak. Op het moment dat deze langer in het water ligt is de kans groot dat dit kapot gaat, waardoor de lucht ontsnapt. Dan kan het zijn dat de fragmenten naar de bodem zinken.

Testen met afval uit Groningen

Naast de literatuurstudie is er ook veldwerk uitgevoerd om deze conclusies kwantitatief te onderbouwen. Hiervoor is er zwerfvuil verzameld dat zich rondom de gracht op de kades van Groningen bevond. Met dit zwerfvuil is in een waterbassin getest wat het percentage drijvend, zwevend en zinkend was.

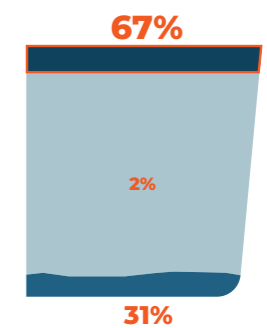
De gegevens in tabel 2 bevestigen de eerder gemaakte aannames. Het afval uit Groningen blijkt voornamelijk te drijven. Er zijn twee belangrijke inzichten te verkrijgen uit drijftesten in een waterbassin. Meer dan 30% van het afval zinkt direct naar de bodem. Wanneer men het zinkende deel buiten beschouwing laat (tabel 3) is duidelijk dat het grootste deel (97%) drijft op het moment dat het in het water komt.

De voornaamste locaties voor zwerfvuil in kanalen is daarmee of op de bodem, of aan het wateroppervlak.



Figuur 15

Afval dat op straat ligt kan door wind en regen in het water belanden.



Figuur 16

Verdeling van afval van de straat van Groningen. 31% van het afval zakt direct naar de bodem. 67% van het afval blijft drijven en slechts 2% van het afval zweeft in de waterkolom.

Tabel 2: Uitkomsten drijftesten met afval van de kades van Groningen

	Drijvend	Zwevend	Zinkend
Hoeveelheid items	336 stuks	9 stuks	155 stuks
Percentage	67%	2%	31%

Tabel 3: Verhouding tussen drijvend en zwevend afval met het oog op verwijderen met vangstelsysteem.

	Drijvend	Zwevend
Hoeveelheid items	336 stuks	9 stuks
Percentage	97%	3%

HOEVEELHEDEN & MASSA

Nu er inzicht is in de verdeling van het afval zowel horizontaal als verticaal, is het tijd om te onderzoeken in welke hoeveelheden en massa het afval zich door de kanalen verplaatst.

Macro

» Per jaar drijven er minimaal 100.000 stuks zwerfafval (voornamelijk macroplastics) in het water vanuit de stad Groningen richting de Waddenzee.

Om het aantal stuks drijvend zwerfafval vast te stellen, zijn camera's geïnstalleerd op diverse bruggen die verspreid zijn over de verschillende deelgebieden. Deze camera's zijn in staat om zwerfafval (voornamelijk macroplastics) te herkennen. De bruggen zijn geselecteerd op basis van de inzichten over bronnen en transportroutes. De camera's zijn in vier deelgebieden geïnstalleerd om meer zicht te krijgen op de doorstroom van zwerfafval, ook wel zwerfafvalflux genoemd. Gedurende verschillende periodes in het jaar hebben de camera's opnames gemaakt, die vervolgens zijn geanalyseerd om tot totale hoeveelheden per locatie te komen. De camera in deelgebied 4, bij de Oude Zeesluis in Delfzijl, heeft door de snelle stroming en hoge turbulentie van het water geen bruikbare beelden opgeleverd. Om deze reden is het niet mogelijk inzicht te geven in de hoeveelheid afval die daadwerkelijk door de Oude Zeesluis naar de Waddenzee gaat (tabel 4).

Voor elke locatie zijn er gedurende meerdere maanden camerabeelden gemaakt, waarbij één uur per dag is geanalyseerd gedurende twee dagen per week. Het bleek dat in 80% van de getelde gevallen van zwerfvuil, de beweging overeenkwam met de windrichting van die specifieke dag. Dit impliceert dat het afval zich zowel verplaatsend in de richting van Delfzijl als in de richting van Groningen werd waargenomen. Op korte tijdschalen (enkele uren/dagen) betekent dit dat zwerfvuil in meerdere richtingen kan bewegen. Echter, op basis van zowel de stromings- als windgegevens is bekend dat de wind en stroming voornamelijk in de richting van Delfzijl staan. Hieruit kan geconcludeerd worden dat, ondanks kleine fluctuaties op korte termijn, het zwerfvuil zich op de lange termijn uiteindelijk in de richting van de Waddenzee beweegt.

Bovenstaande hypothese wordt bevestigd wanneer dagen met zwerfvuiltransport in de richting van Delfzijl vergeleken worden met de dagen waarin de wind in dezelfde richting stond. Dit komt beide ongeveer 60% van de tijd voor, wat suggereert dat wind en de transportrichting van plastic correleren.

Naast de wind is er in de natte periode een sterkere stroming naar Delfzijl vanuit Groningen, omdat water wordt uitgelaten naar de Waddenzee bij de Oude Zeesluis in Delfzijl. Dit versterkt het transport in de richting van de Waddenzee. Met deze informatie kan de windrichting als basis uitgangspunt worden genomen voor het transport van plastic. Vervolgens kunnen hiermee de getelde hoeveelheden worden geëxtrapoleerd om schattingen van jaarlijkse aantallen te verkrijgen, zoals weergegeven in tabel 4.



Figuur 17

Speciaal ontwikkelde camera's kunnen geplaatst worden op bruggen. Door middel van een zonnepaneel zijn de camera's zelfvoorzienend.

Tabel 4: Hoeveelheden en massa's zwerfafval (voornamelijk macroplastics) voor verschillende locaties.

Deelgebied	Brug	Flux (stuks/uur)	Zwerfafvalflux (*1000 stuks/jaar)	Massaflux zwerfafval (kg/jaar)
Centrum/Eemskanaal	Berlagebrug	13,1	114	1200
Eemskanaal	Eelwerderbrug	1,8	16	170
Reitdiep	Wetsingersluis	1,4	12	130
Delfzijl	Oude Zeesluis	-	-	-

Uit bovenstaand tabel kunnen verschillende dingen worden geconcludeerd. Ten eerste dat de hoeveelheden zwerfvuil aan het begin van het Eemskanaal (Berlagebrug) aanzienlijk hoger zijn dan die in het Reitdiep (het verschil is een factor 10). Dit is consistent met de verwachtingen, gezien de water- en windstroming zoals eerder genoemd. Hierdoor zal het transport van zwerfvuil voornamelijk via het Eemskanaal plaatsvinden.

Ten tweede is er een groot verschil zichtbaar op het Eemskanaal zelf. Aan het begin (Berlagebrug) wordt aanzienlijk meer zwerfvuil geteld dan aan het einde (Eelwerderbrug). Van de getelde items bij de Berlagebrug blijft slechts 14% over bij de Eelwerderbrug. Dit verschil kan worden toegeschreven aan meerdere factoren:

- Obstructie: Het zwerfvuil loopt vast aan de zijkanalen van het kanaal door obstakels.
- Fragmentatie: Op het moment dat plastic afbreekt tot kleine stukje zijn deze niet meer zichtbaar met de camera's. Daarnaast zinken de kleinere deeltjes ook makkelijker naar de bodem.

- Biota: Zwerfvuil wordt mogelijk gebruikt voor het maken van nesten
- Hoogte van brug: De brug bij Delfzijl is hoger, wat er voor kan zorgen dat er minder plastic gedetecteerd wordt door de cameras.

Zoals eerder vernoemd zijn de camerametingen bij de Oude Zeesluis in Delfzijl door de snelle waterstroming en hoge turbulentie niet geschikt om zwerfafval te herkennen.

Massa

Buiten de hoeveelheden kan ook de vertaalslag worden gemaakt naar de massa die zich door het Eemskanaal richting de Waddenzee beweegt. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van materiaalverdeling in de vangst van de CirCleaner (vangststelsel dat tijdens dit project is ingezet). Deze verdeling geeft inzicht in het percentage van ieder materiaaltype. Daarmee kan er samen met de gemiddelde massa is van een materiaaltype, berekend worden hoeveel massa een gemiddeld stuk zwerfvuil weegt. Dit staat gelijk aan 10,5 gram per stuk. Hiermee kan de verwachte massa berekend worden zoals vermeld in tabel 4.

Figuur 18

Bij de Wetsingersluis maakt een camera beelden van het wateroppervlak. Het plastic dat zich in de bovenste laag van het water bevindt kan herkend worden met behulp van AI.



Micro

» De hoogste concentraties microplastics zijn aangetroffen bij het effluent van de RWZI en in het Eemskanaal, terwijl lagere concentraties zijn vastgesteld in de stad en de Waddenzee.

Op diverse locaties zijn metingen uitgevoerd om de concentraties van microplastics (<5 mm) te bepalen, waaronder in de stad Groningen, langs het Eemskanaal en in de Eems-Dollard. Met behulp van een Manta Trawl (figuur 20) worden monsters genomen uit de bovenste laag van het water. De bemonstering van het Eemskanaal heeft plaatsgevonden aan weerszijde van de effluentloosplaats van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van Garmewolde, evenals bij het effluent van de RWZI zelf. Hierbij zijn zowel de hoeveelheden als de samenstelling van microplastics onderzocht. Een overzicht van de meetlocaties is weergegeven in figuur 19.

Belangrijk om op te merken is dat de genomen monsters allemaal afkomstig zijn uit de bovenste 15 cm van de waterkolom. Gezien de resultaten van de verticale verdeling is het te verwachten dat dit deel van de waterkolom meer microplastics bevat dan de totale waterkolom.

In alle monsters zijn meetbare concentraties van microplastics vastgesteld. De gemiddelde concentratie in de stad was lager dan die van het Eemskanaal. Met het debiet van het

Eemskanaal ($1.68 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{jaar}$) kan de hoeveelheid microplastics die richting de Waddenzee gaan worden berekend. Het berekenen van de hoeveelheden in de Waddenzee heeft weinig meerwaarde, gezien het feit dat de metingen maar op enkele locaties zijn gedaan in de Eems-Dollard. Deze metingen hoeven dus niet representatief te zijn voor de volledige Waddenzee.

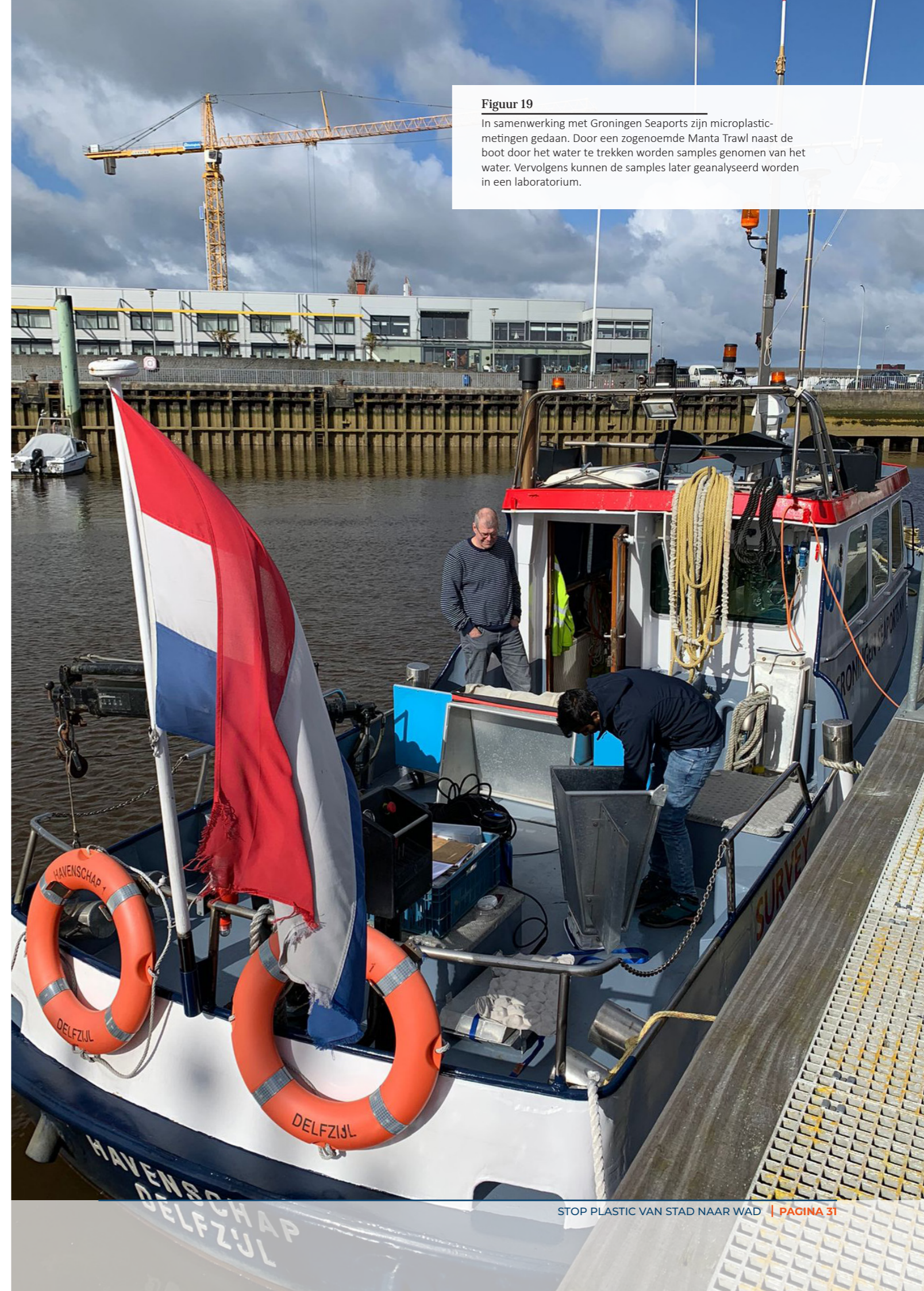
Voor de Eems-Dollard is de concentratie nog lager dan voor de stad. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de grotere hoeveelheid water in de zee in vergelijking met binnenwateren, wat resulteert in sterke verdunning en uiteindelijk leidt tot een lagere concentratie. Daarnaast kan verticale menging ervoor zorgen dat microplastics minder in de bovenste laag van het water aanwezig zijn, waar de metingen worden uitgevoerd. Het vergelijken van de verschillende locaties met elkaar is daarom niet zinvol gezien de sterk verschillende omstandigheden.

Tabel 5: Microplastics concentraties

Locatie	Gemiddelde concentratie (stuks/m ³)	Microplasticflux richting Waddenzee (*1000 stuks/jaar)	Massaflux microplastics richting Waddenzee (kg/jaar)
Stad (4 monsters)	1,35	-	-
RWZI (2 monsters)	8,27*	-	-
Eemskanaal (4 monsters)	5,85	983**	5350**
Eems-Dollard (10 monsters)	0,74	-	-

*De metingen bij de RWZI lagen ver uit elkaar (0,78 en 15,76), zie voor meer informatie pagina 32.

**Niet vast te stellen of deze aantallen/massa microplastics daadwerkelijk de Waddenzee bereiken.



Figuur 19

In samenwerking met Groningen Seaports zijn microplastic-metingen gedaan. Door een zogenoemde Manta Trawl naast de boot door het water te trekken worden samples genomen van het water. Vervolgens kunnen de samples later geanalyseerd worden in een laboratorium.



Figuur 21
Meetlocaties voor microplastics. In het centrum van Groningen, het Eemskanaal, RWZI en in de Waddenzee.

Microplastic massa

Om van individuele microplasticdeeltjes naar totale massa te gaan, is informatie nodig over de massa per microplasticdeeltje. Van Sebille et al. (2015) hebben 27 verschillende onderzoeken bestudeerd waarin metingen van microplastics zijn uitgevoerd op zowel massa als hoeveelheid. Hieruit is gebleken dat een gemiddeld microplastic deeltje tussen de $4,61 \cdot 10^{-6}$ en $6,26 \cdot 10^{-6}$ kg weegt. Op basis hiervan kan worden berekend dat de orde van grootte van de totale massa die per jaar richting de Waddenzee gaat, rond de 5000 kilogram ligt.

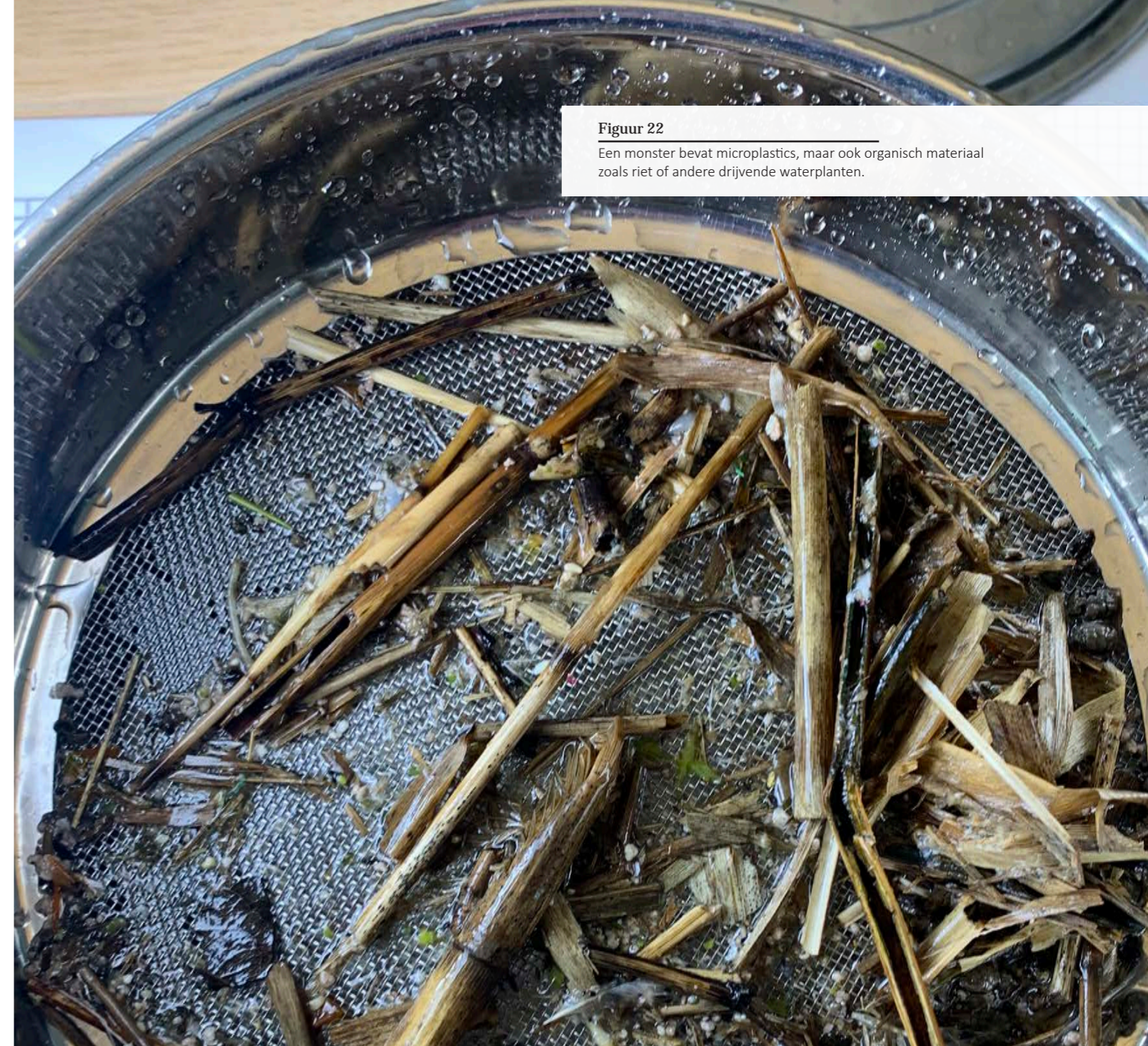


Metingen bij de waterzuivering

Naast de metingen in het Eemskanaal vlakbij de waterzuivering zijn er ook metingen uitgevoerd binnen de waterzuivering zelf. Dit is gedaan op 2 momenten met totaal verschillende omstandigheden.

Op de eerste meetdag werd een concentratie van 0,78 stukjes/m³ gemeten in het effluent. De tweede meetdag, die tijdens een hevige storm plaatsvond, vertoonde een aanzienlijk hogere concentratie in het effluent, namelijk 15.76 stukjes/m³. Dit kan meerdere oorzaken hebben; zo kan er namelijk een deel van het influent direct naar het uitlaatwerk zijn verplaatst of is er sprake geweest van een slibuitspoeling. Doordat de meetdag van de storm zo'n unieke gebeurtenis was en het verschil tussen de twee meetdagen zo substantieel, is het niet zinvol om deze gegevens te gebruiken voor het verkrijgen van inzicht in de totale hoeveelheden.

Figuur 20
Met behulp van een Manta Trawl worden monsters genomen van het effluent van de waterzuivering.



Figuur 22
Een monster bevat microplastics, maar ook organisch materiaal zoals riet of andere drijvende waterplanten.

Van onderzoek naar handelen

- » Met de inzichten uit dit hoofdstuk is de basis gelegd voor verdere actie in het effectief verminderen van zwerfafval naar de Waddenzee. Het begrijpen van de dynamiek van zwerfvuil in de Groningse wateren stelt ons in staat om gericht te handelen. In het volgende hoofdstuk worden concrete stappen aangereikt om de zwerfvuilflux op de korte termijn daadwerkelijk te verminderen. Het onderzoek biedt niet alleen inzicht in het probleem, maar dient ook als kritische leidraad voor het ontwikkelen van strategieën die doelgericht en duurzaam zijn. Deze opgedane kennis wordt ingezet voor doeltreffende oplossingen voor het verwijderen van zwerfvuil en het beschermen van de kostbare Waddenzee-omgeving.

2

STAP - REMOVE

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de plaatsing van de afvangsystemen. Hier wordt onder andere gekeken naar strategische locaties, waar op duurzame en kostenefficiënte manier zoveel mogelijk zwerfvuil afgevangen kan worden. Daarnaast wordt inzicht gegeven in de ecologische impact van een afvangsysteem op zijn omgeving.



STRATEGISCHE AFVANGLOCATIES

» De woonboten in het centrum, de Borgbrug vlakbij Groningen en de Oude Zeesluis in Delfzijl zijn de meest strategische locaties om drijvend zwerfvuil te verwijderen.

Voor het schoonmaken van de waterwegen kan gekeken worden naar het handmatig verwijderen, het werken met vangsystemen of een combinatie van beiden. In het centrum zijn werkboten reeds actief om de grachten schoon te houden. Door de vele plekken waar afval in het water komt en de vele woonboten waar het achter blijft hangen, is het plaatsen van een vangstelsysteem in het centrumgebied minder effectief. In het centrum is het handmatig verwijderen daarom effectiever en wordt aangeraden om te werken met werkboten en/of vrijwilligers.

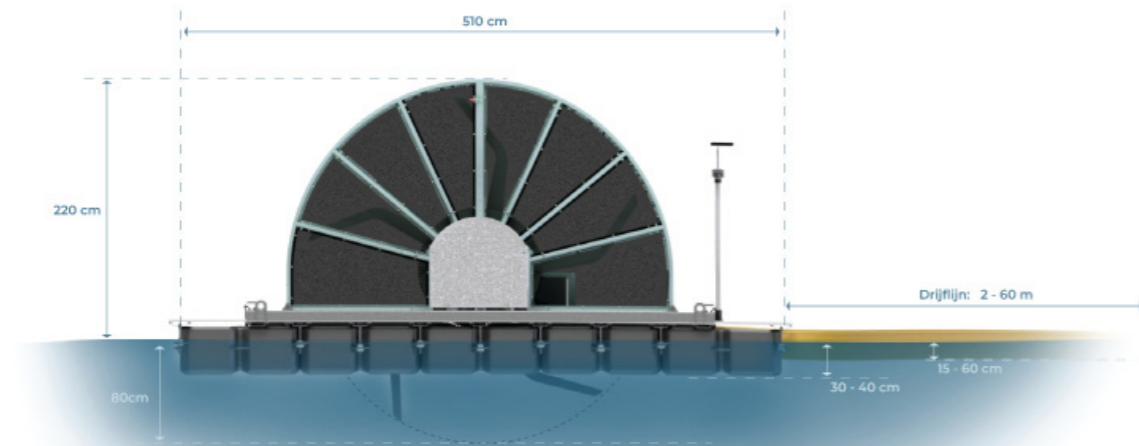
Zodra het afval het centrumgebied uit drijft, gaat de grootste stroom het Eemskanaal op. Het afval drijft naar de Waddenzee of blijft onderweg steken.

Uit cameratellingen tijdens een eerder onderzoek blijkt dat veel plastic afval onderweg blijft steken in vegetatie of stortstenen. Daarnaast breekt macroplastic op het moment dat dit langer in

het water ligt af tot kleinere microplastics. Op het moment dat de focus wordt gelegd op het verminderen van afval in de waterwegen en het milieu, zou een afvangstelsysteem aan het begin van het Eemskanaal een strategische plek zijn. Hier kan het afval afgevangen worden voor het de kans krijgt vast te lopen of af te breken tot microplastics.

Op het moment dat de focus ligt op het voorkomen dat afval naar de Waddenzee drijft, is het plaatsen van een vangstelsysteem vlak voor de uitstroomplaats in Delfzijl een strategische locatie. Door hier een stelsysteem te plaatsen wordt lekkage naar de Waddenzee voorkomen.

Vanwege de geringe hoeveelheid drijfvuil vanuit de stad Groningen richting het Reitdiep, zullen de interventies zich niet richten op dit deelgebied.

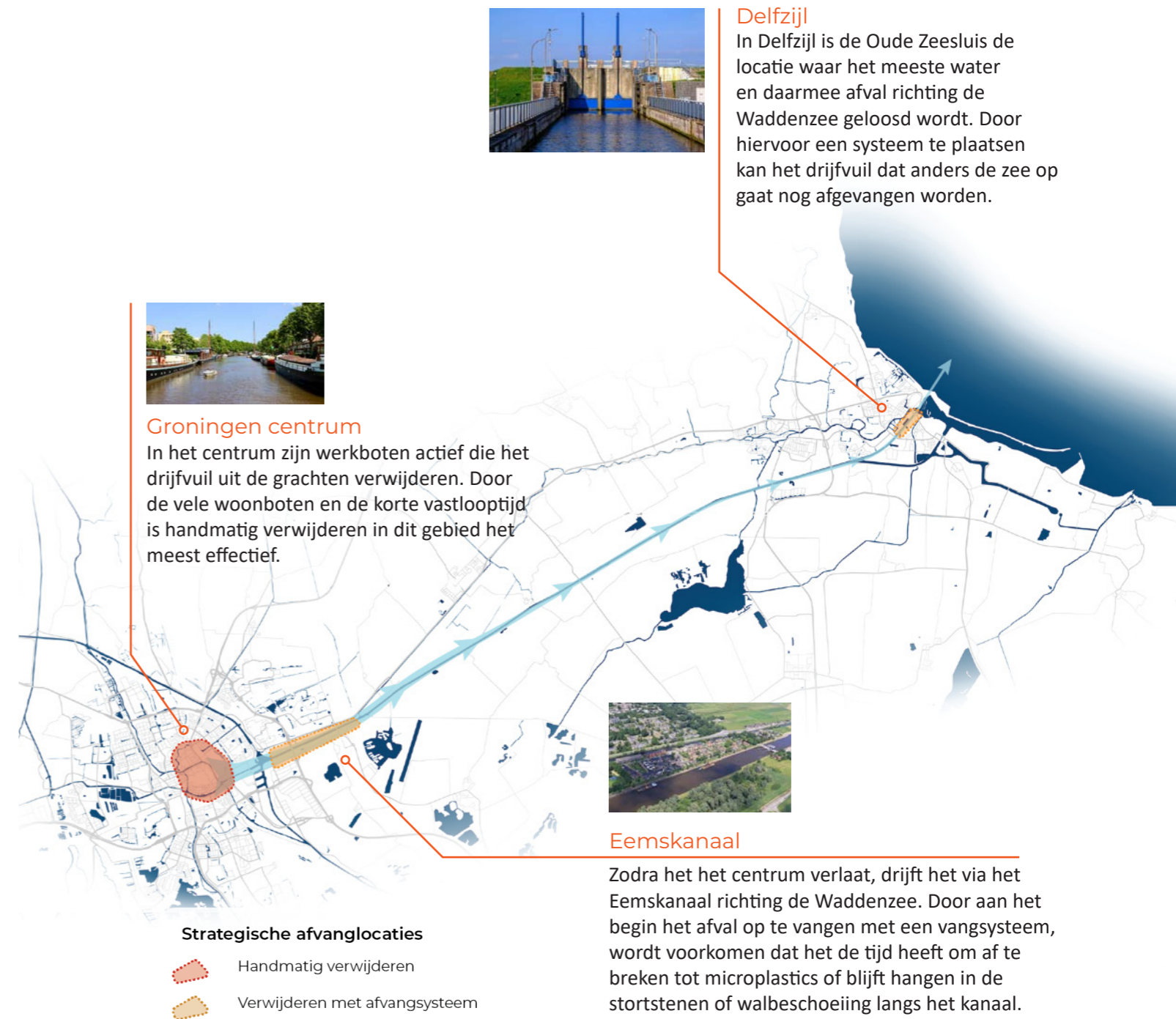


Figuur 23

De afmetingen van de CirCleaner. Dit afvangstelsysteem is ingezet op verschillende locaties in Groningen.

Figuur 24

Strategische afvanglocaties



Locatieselectie voor plaatsen vangstysteem

Om te bepalen of een locatie geschikt is voor plaatsing wordt naar verschillende factoren gekeken. De eerste vier factoren spelen in op de praktische kant van de installatie. Deze factoren bepalen of het technisch gezien mogelijk is om een systeem te plaatsen. Hierbij kan worden gedacht aan zaken als de geometrie van het water, hoe makkelijk het valt te installeren/leggen en welke vergunningen er nodig zijn.

Wanneer het bekend is of er technisch gezien een systeem geplaatst kan worden op een locatie, is het ook belangrijk om mee te nemen hoeveel er daadwerkelijk kan worden afgevangen. Belangrijk hierbij is de aanvoer van plastic afval, de drijfvuilflux. Hoe hoger de aanvoer, hoe meer het systeem kan afvangen. Daarnaast is de dekkingsgraad van belang. Hiermee wordt bedoeld welk deel van de waterweg kan worden afgesloten met drijflijnen zonder dat deze hinder vormen voor bijvoorbeeld bootverkeer. Bij het bepalen van de geschiktheid van een locatie worden de resultaten van de verticale en horizontale verdeling en de camera's gebruikt.

Voor Groningen komen er twee locaties naar voren die zeer geschikt zijn voor de aanpak van zwerfafval richting de Waddenzee. De Borgbrug vlak buiten de stad Groningen en de Oude Zeesluis in Delfzijl. Hierover wordt in meer detail gesproken in het volgende hoofdstuk.



Technische haalbaarheid

Is het technisch mogelijk het systeem op deze locatie te plaatsen? Past dit in het water, kunnen we dit verankeren en is er elektriciteit aanwezig.



Installatie & onderhoud

Is het systeem makkelijk te plaatsen en te onderhouden? Dit gaat ook over het leeghalen van het systeem wanneer dit gevuld is.



Omgevingsgebruik

Hoe wordt de omgeving gebruikt, zowel in het water als op het land? Zijn er vervuilers als horeca of winkelstraten in de buurt en hoe is het bootverkeer? Hoe is de zichtbaarheid van het systeem?



Vergunningen & belanghebbenden

Welke partijen worden door het systeem beïnvloed en moeten worden meegenomen in het beslissingsproces? Welke vergunningen zijn nodig op de locatie, wat zijn de eisen hieraan?



Effectiviteit

Hoeveel afval is er in het water aanwezig en is er genoeg stroming? Hoeveel van de watergang kunnen we door middel van drijflijnen afschermen?



Figuur 25

De CirCleaner als vangstysteem. De drijflijnen zorgen dat het afval naar de scheppen geleid wordt. Daar kan het uit het water geschept worden.

AFVANGPERCENTAGE

- » Vangsystemen bij de Borgbrug in het Eemskanaal kunnen 88% van het daar aanwezige drijvende zwerfvuil afvangen. Voor de locatie in Delfzijl bij de Oude Zeesluis kan dit 100% van het daar aanwezige drijvende zwerfvuil zijn.

De hoeveelheid afval die in totaal kan worden afgevangen is afhankelijk van hoe groot het gedeelte van het water is wat met drijflijnen kan worden afgezet. Daarnaast laten de GPS-testen zien dat het afval zich voornamelijk aan de zijkanten van het Eemskanaal verplaatst, in plaats van door het midden. Op het moment dat een kanaal niet in zijn geheel afgesloten kan worden, kan het afzetten van beide zijkanten toch een hoog afvangpercentage geven.

Voor het afvangpercentage worden twee locaties behandeld waar een vangstysteem potentieel het best kan worden neergelegd met twee verschillende doelen:

- *Borgbrug – Eemskanaal.* Deze locatie is het meest geschikt wanneer het doel is om de grootste hoeveelheid afval af te vangen dicht bij de stad Groningen. Hier kan aan beide zijdes een systeem geplaatst worden.
- *Oude Zeesluis – Delfzijl.* Deze locatie is het meest geschikt wanneer het doel is om te voorkomen dat er afval de Waddenzee in komt. Het is de laatste mogelijkheid om te voorkomen dat zwerfvuil vanuit Groningen-stad richting Waddenzee gaat. Met één systeem, kan de gehele watergang afgesloten worden.



Figuur 26

De Borgbrug over het Eemskanaal. De middelste doorgang wordt gebruikt voor scheepvaart. De buitenste doorgangen laten wel water door, maar geen scheepvaart.

Locatie 1: De Borgbrug

De Borgbrug, iets buiten het centrum over het Eemskanaal, is een geschikte locatie om afval af te vangen omdat hier een relatief groot gedeelte van de watergang kan worden voorzien van drijflijnen. Het gaat hierbij om zijkanten van 20 meter aan beide kanten waar geen scheepvaart is. Door gebruik te maken van twee systemen kan aan beide zijkanten afval afgevangen worden. Vanwege de nabijheid van de stad is hier ook de zwerfvuuldichtheid hoog en zit het allergrootste deel naar verwachting nog drijvend boven in het water.

Vanuit GPS-testen blijkt dat 88% van het zwerfvuil zich in de buitenste 20 meter van het kanaal bevindt. Dit zal dus met behulp van drijflijnen afgevangen kunnen worden. Belangrijk om hierbij op te merken is dat deze testen alleen zijn uitgevoerd met kokers op het Eemskanaal, en dus niet per se het hele zwerfvuilspectrum of andere watergangen representeren. Dit percentage kan nog hoger zijn of lager afhankelijk van hoe andere zwerfafvalstromen zich gedragen. Hier is meer onderzoek voor nodig.



Figuur 27

De Zeesluis in Delfzijl. Op het moment dat deze spuit, creëert deze een verhoogde trek vanuit Groningen, door het Eemskanaal richting de Waddenzee. Afval in het water wordt dan meegenomen.

Locatie 2: De Oude Zeesluis

De locatie bij de Oude Zeesluis is zeer geschikt voor een vangstysteem omdat hier de gehele breedte kan worden geblokkeerd aangezien hier geen scheepvaart aanwezig is. Dit betekent dat, met de juiste drijflijnen die geschikt zijn voor hoge afvoer door de Oude Zeesluis, 100% van het daar aanwezige drijvende zwerfvuil kan worden afgevangen.

De locatie en het afvangpercentage van een vangstysteem zijn belangrijke eerste factoren. Met de vangsystemen en het verwijderen van het zwerfafval wordt een positieve bijdrage aan het ecosysteem beoogd. Daarom is het essentieel om ook te kijken naar de meest duurzame manier van transport en legen en de ecologische impact van de vangsystemen.

Figuur 28

CirCleaner voor de Oude Zeesluis in Delfzijl



DUURZAAMHEID

Energieverbruik tijdens gebruik

- » Het energieverbruik van één CirCleaner tijdens dit project is 372 kWh per jaar.

Een actief systeem maakt gebruik van elektriciteit. Een hoog energieverbruik van een systeem kan hoge kosten met zich meebrengen. De CirCleaner is zo ontworpen dat afhankelijk van de locatie een draaiprogramma ingesteld kan worden waarmee energieverbruik geminimaliseerd kan worden. Het systeem maakt gebruik van langzaam draaiende schoepen, die het afval uit het water scheppen. Vervolgens slaat het systeem het opgeschepte afval op in container. Het is vaak niet nodig het systeem continu te laten draaien. Afhankelijk van de drijvuilflux op de locatie, kan het systeem het afval tijdelijk in het water laten liggen om dit vervolgens periodiek uit het water te scheppen.

Tijdens het project heeft de CirCleaner meerdere maanden onder de Berlagebrug gelegen. In de periode van afvangen bij de Berlagebrug is het systeem ingesteld op een draaiperiode van 10 minuten en een rustperiode van 50 minuten. Met deze instellingen is het energieverbruik 1,02 kWh per dag wat neer komt op 372,3 kWh per jaar.

*Het energieverbruik met deze instellingen is:
1,02 kWh Per dag of 372,3 kWh per jaar.*

*(*Met gemiddelde energiekosten van 0,36 €/kWh (jan 2024) is dit 134 euro per jaar.)*



Figuur 29

De CirCleaner slaat het afgevangen vuil op in een container op het systeem. De klep aan de zijkant van het systeem biedt toegang tot de vangst.

Legen van de systemen

- » Het legen en transporteren van het afval uit de systemen kan vanuit economisch en duurzaam perspectief het beste gedaan worden met een elektrisch voertuig, binnen de bestaande schoonmaakdiensten van de beheerder. Het legen dient te gebeuren op de momenten dat het vangststelsel maximaal gevuld is, om zo kosten en uitstoot te minimaliseren.

Het afval uit de CirCleaner is zowel handmatig verwijderd door Noria (vanaf de wal/kade) als met de hulp van de werkbotten (vanaf het water) van de gemeente Groningen. Met behulp van deze informatie en aanvullende interviews (expert judgement) met betrokkenen van de werkboot is er een optimale methode opgesteld voor het verwijderen van het afval uit het vangststelsel.

Wanneer afval vanaf het water wordt verwijderd is het het beste om een boot met elektromotor te gebruiken. De kosten voor het ophalen zijn namelijk 7% lager dan voor een boot met een dieselmotor.

Voor beide manieren van legen (vanaf de kade/vanaf het water) is het het beste om te wachten tot het systeem volledig vol is, om zo de kosten/uitstoot per kg afval zo laag mogelijk te houden. Voor de Berlagebrug is dit rond de 2 weken. Door sensoren in de vangstsystemen kan het optimale leegmoment bepaald worden. Om het zo kostenefficiënt en duurzaam mogelijk te maken, is het noodzakelijk om goed contact te hebben met partijen die de huidige schoonmaak van de waterwegen uitvoeren.

Ecologische impact

- » Op basis van de ecologische sleutelfactoren (ESF) van STOWA hebben de vangsystemen geen tot zeer weinig negatieve impact. Navraag bij ecologische experts leert dat er mogelijk zelfs positieve secundaire effecten zijn naast het verwijderen van zwerfafval.

Om de ecologische impact van een vangstelsysteem goed te kunnen beoordelen, is het belangrijk het systeem te beoordelen op de invloed die het systeem uitoefent op deze ecologische gezondheid. STOWA heeft 'Ecologische Sleutelfactoren' (ESF) opgesteld, waarmee een watersysteemanalyse gedaan kan worden. Om de impact van het afvangstelsysteem te beoordelen worden deze ESF gebruikt.

In tabel 6 wordt de CirCleaner uitgezet tegen de Ecologische Sleutelfactoren zoals omschreven door het STOWA. Voor elke ESF wordt kort beschreven welk potentieel effect het vangstelsysteem op deze factor kan hebben. Hieronder worden de verschillende categorieën besproken.

Basisvoorwaarden (ESF 1, 2 & 3)

De basisvoorwaarden zijn de belangrijkste basisbehoefte van een gezond ecologisch watersysteem. Dit gaat onder andere over de voedingsstoffen die aanwezig zijn in het water en in de bodem. Het systeem kan hier een klein effect op hebben door drijvende biomassa zoals hout, bladeren en waterplanten uit het water scheppen. Daarnaast is het lichtklimaat belangrijk. Hoewel er direct onder het apparaat een schaduwplek zal ontstaan, is het effect hiervan minimaal.

Aanvullende voorwaarden (ESF 4, 5 & 6)

Deze voorwaarden hebben betrekking op het voorkomen van specifieke soorten en levensgemeenschappen, zoals fytoplankton, macrofauna en vissen. Het afvangstelsysteem kan bepaalde organismen uit het water scheppen als ze groter zijn dan 5 mm, maar dit heeft naar verwachting minimale ecologische gevolgen. Vissen kunnen de langzaam draaiende delen vermijden, en migratie wordt naar verwachting niet belemmerd. De afvangsystemen zijn alleen actief in de bovenste laag van het water. De waterwegen waar de systemen geplaatst worden zijn diep genoeg om vissen de kans te bieden onder de systemen door te zwemmen.

Specifieke omstandigheden (ESF 7 & 8)

Dit betreft de actieve verwijdering van stoffen uit het watersysteem, zoals organisch materiaal en toxines. Het belangrijkste doel van de systemen is het verwijderen van plastic afval uit het water.

Plastic kan naarmate dit langer wordt blootgesteld aan water, UV-straling en mechanische belasting (golflslag, schroef van een schip) uiteenvallen in kleinere delen (microplastics). Op het moment dat dit gebeurt kunnen hierbij giftige stoffen vrijkomen, die een negatieve invloed hebben op het ecologisch systeem. Door de plastics uit het water te verwijderen voordat deze uit elkaar vallen, wordt een positieve invloed uitgeoefend op ecologische gezondheid van het watersysteem. Materialen die worden gebruikt, zoals PVC, moeten regelmatig worden gecontroleerd om giftige stoffenafgifte te voorkomen.












Stromend water clusters (ESF 9, 10 & 11)

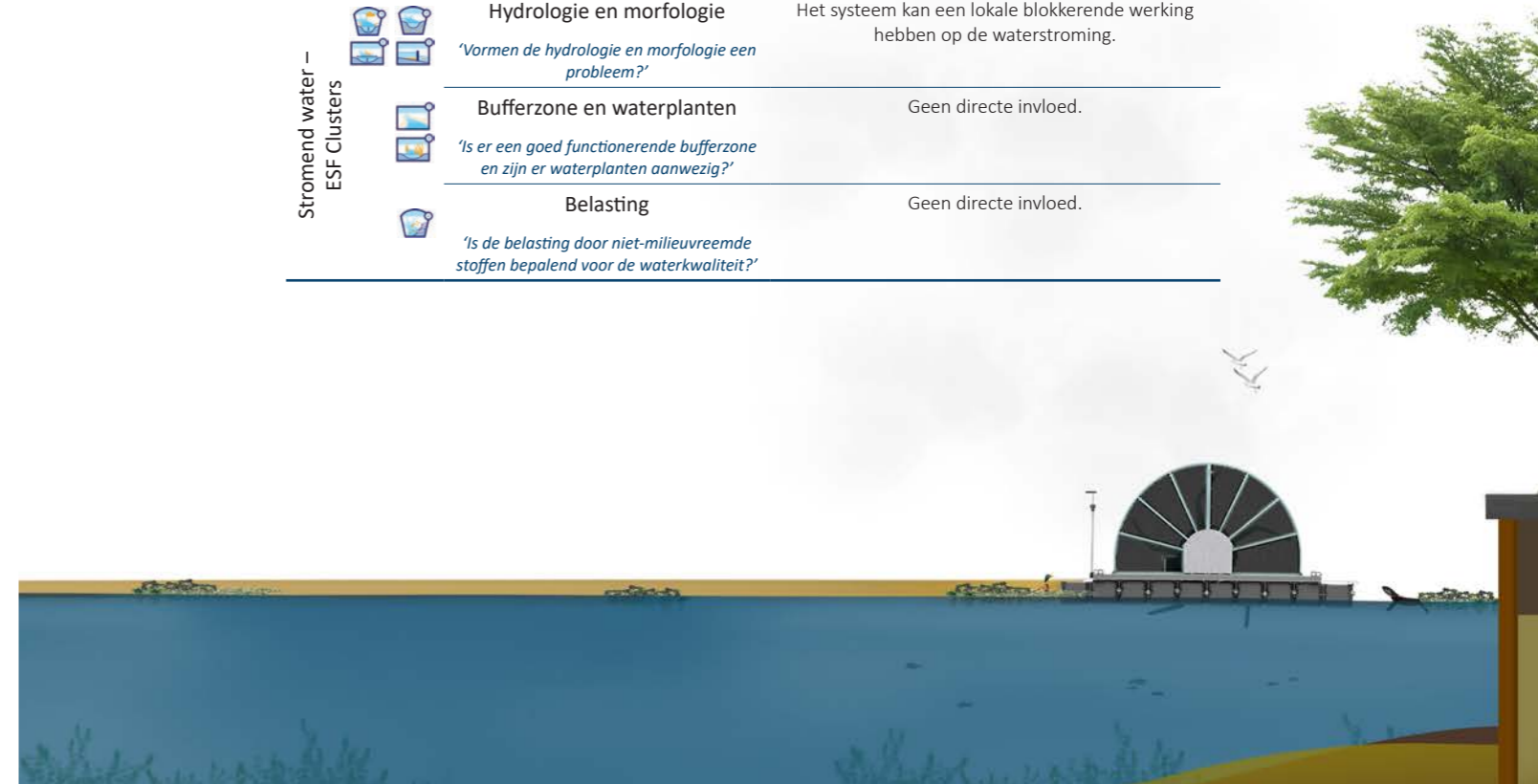
Hoe het water zich door een watergang beweegt is afhankelijk van de vorm van de watergang en de vorm van omgeving. Een systeem zou hier invloed op kunnen uitoefenen als dit de waterstroming substantieel zou blokkeren of veranderen. Dit is echter niet het geval. Door de locatie boven in de watergang zal er minimale invloed uitgeoefend worden op het stromingsgedrag binnen de gehele watergang.

Extra aandachtspunten

Het afvangstelsysteem bestaat uit drijfelementen die ook boven het wateroppervlak uitsteken. Deze elementen bieden habitats voor waterleven en kunnen zelfs vogels aantrekken. Er zijn gevallen bekend waarbij watervogels de systemen betreden, maar ze lijken er geen hinder van te ondervinden. Het verwijderen van afval zal ook leiden tot verminderde kans op verstrikking, verstikking of verhongering bij dieren.

Tabel 6: Effect van de CirCleaner op STOWA ecologische sleutelfactoren.

	Ecologische Sleutelfactoren (ESF)	CirCleaner
Basis voorwaarden	 Productiviteit water 'Wat is de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen in het water?'	Geen directe invloed.
	 Lichtklimaat 'Valt er voldoende licht op de bodem voor plantengroei?'	Het systeem geeft een schaduwplek op de bodem.
	 Productiviteit bodem 'Wat is de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen in de waterbodem?'	Geen directe invloed.
Aanvullende voorwaarden	 Habitatgeschiktheid 'Voldoet het water aan de belangrijkste eisen die dieren en planten stellen aan hun leefomgeving?'	Geeft oppervlak tot aangroei van organismes. biedt schuilplaats.
	 Verspreiding 'Is het watersysteem bereikbaar voor verschillende soorten planten en dieren?'	Het systeem kan een lokale obstructie vormen. (Max 1 tot 10% van de watergang wordt geblokkeerd).
	 Verwijdering 'Is er invloed van onderhoud en van vraat op het voorkomen van planten en dieren?'	Het systeem kan drijvende organismes (plant en dier) in de bovenste waterlaag verwijderen.
Specifieke omstandigheden	 Organische belasting 'Is er meer organische belasting dan het systeem aankan?'	Verwijderen van organisch materiaal (bijvoorbeeld ingevallen blad, drijfhout of kroos).
	 Toxiciteit 'Zijn er giftige verontreinigingen?'	Verwijderen van afval uit het water.
Stromend water – ESF Clusters	 Hydrologie en morfologie 'Vormen de hydrologie en morfologie een probleem?'	Het systeem kan een lokale blokkerende werking hebben op de waterstroming.
	 Bufferzone en waterplanten 'Is er een goed functionerende bufferzone en zijn er waterplanten aanwezig?'	Geen directe invloed.
	 Belasting 'Is de belasting door niet-milieuvreemde stoffen bepalend voor de waterkwaliteit?'	Geen directe invloed.



Figuur 30

De CirCleaner wordt hier ingezet voor de Oude Zeesluis in Delfzijl. Hier kan het systeem de gehele watergang met een drijflijn afsluiten zonder bootverkeer te hinderen. Daarmee kan al het drijvende plastic wat zich nog in het water bevindt verwijderd worden vlak voor het de kans krijgt de Waddenzee te bereiken.

Van reactief naar preventief

- » Dit hoofdstuk heeft inzicht geboden in duurzame mogelijkheden voor het verwijderen van zwerfvuil, wat op korte termijn aanzienlijk kan bijdragen aan de reductie van afval dat naar de Waddenzee stroomt. Niettemin wordt er ook naar een structurele oplossing voor dit probleem gestreefd. Dit vereist een aanpak in de vroegere stadia van de productlevenscyclus om te voorkomen dat afval in het milieu terechtkomt. Het volgende hoofdstuk dient daarom als leidraad voor het ontwikkelen van effectieve preventieve maatregelen.

3

STAP - REDUCE

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de samenstelling van het afgevangen zwerfvuil. We bespreken verschillende typen, materialen en seizoensgebonden variaties van het zwerfvuil. Door middel van deze gedetailleerde analyse zijn we in staat de bron van het zwerfvuil te identificeren, wat handelingsperspectief biedt voor preventieve maatregelen op de lange termijn.

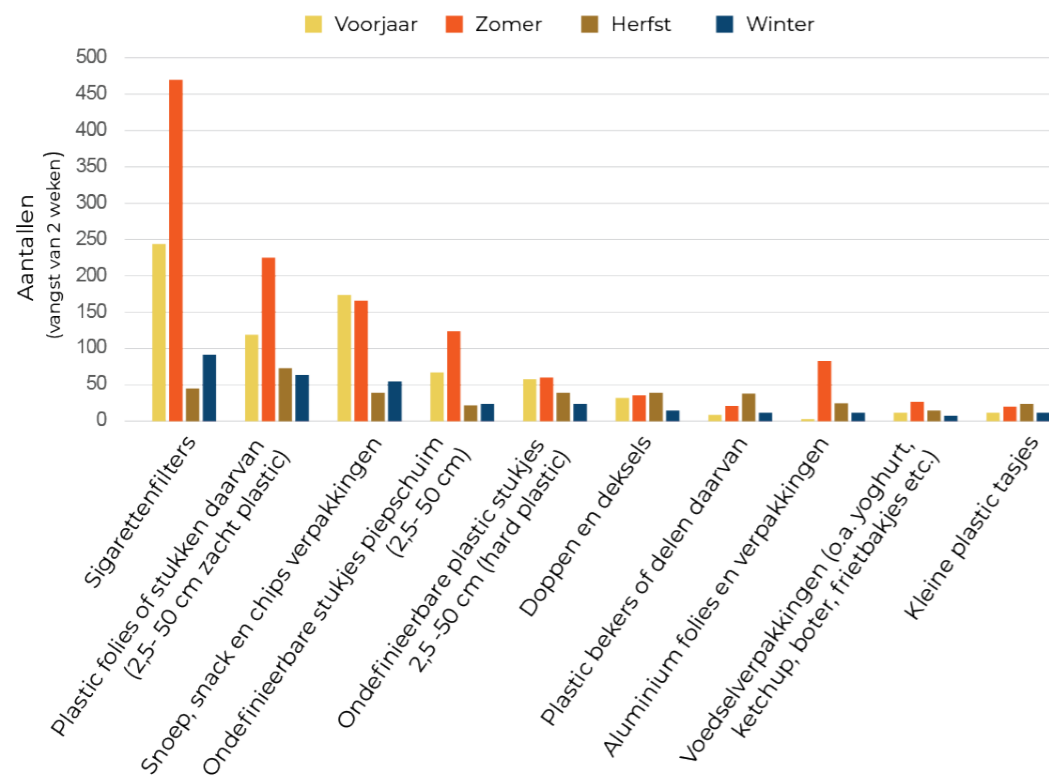


SOORTEN PLASTIC: MACRO

» Het afgevangen zwerfvuil bestaat voornamelijk uit plastic polymeren. Hierbij zijn sigarettenfilters (deels papier, deels plastic), plastic folies en verpakkingen van snoep, snacks en chips het meest aangetroffen. Het zwerfvuil, dat met behulp van de vangsystemen is opgeruimd, is geanalyseerd. Hierbij is gekeken naar verschillen in gevonden categorieën, seizoenen en materiaalsoorten.

Voor de categorisering is de OSPAR-methode toegepast (van Emmerik et al., 2020). Het OSPAR-protocol maakt gebruik van een gedetailleerde lijst met meer dan 100 specifieke items en 10 hoofdcategorieën om het aangetroffen afval te analyseren. Deze methode is wereldwijd erkend en biedt daarom een geschikt kader voor het vergelijken van verschillende onderzoeken.

Bij het bekijken van de categorieën blijkt dat drie ervan opvallend veel voorkomen: sigarettenfilters (1), plastic folies (2) en verpakkingen van snoep, snacks en chips (3). Samen zijn deze verantwoordelijk voor meer dan 50% van het aangetroffen afval.



Figuur 31
De top 10 meest gevonden items en de verschillen per seizoen.



Figuur 32
Afgevangen afval wordt gedroogd en het organisch materiaal wordt verwijderd. Vervolgens kan het afval met behulp van de OSPAR-methode gecategoriseerd worden.



Figuur 33
Zomerse recreatie zorgt voor meer afval op straat en publieke ruimtes.

Seizoenen

Naast de categorieën is er ook een aanzienlijk verschil in de seizoenen waar te nemen. De grootste hoeveelheid zwerfvuil wordt in de zomer aangetroffen, waarbij de gevonden hoeveelheden bijna drie keer zo hoog zijn als in de herfst of winter. Dit kan waarschijnlijk worden toegeschreven aan een groter aantal recreanten in de warmere zomermaanden buiten, wat leidt tot meer achtergelaten afval dat uiteindelijk in het water belandt. Dit geldt zeker voor sigarettenfilters die voornamelijk in de zomer worden aangetroffen.

Tabel 7: Voor elk seizoen is een vangst van de CirCleaner van een periode van +/-2 weken geanalyseerd met de OSPAR-methode.

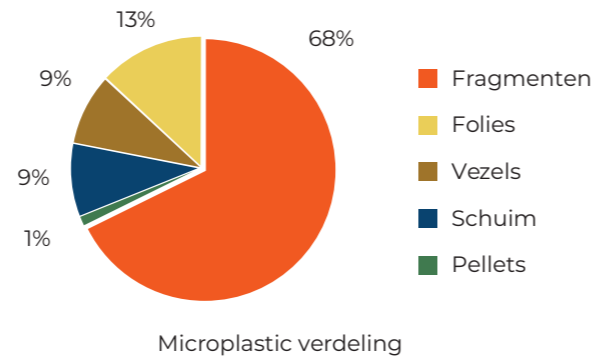
	Voorjaar	Zomer	Herfst	Winter
Periode (Vangst)	21-03-23 tot 04-04-23	18-06-23 tot 04-07-23	04-09-23 tot 14/09/23	03-01-23 tot 17-01-23
Hoeveelheid items	1003	1424	454	587

Microplastics

» De grootste concentratie van microplastics komen voort uit fragmentatie van macroplastics.

Eerder is de focus gelegd op de hoeveelheden en massa's van microplastics, terwijl we nu dieper ingaan op de samenstelling van de genomen monsters. Hiervoor wordt de classificatie van Kunz (2016) gebruikt.

Van de genomen monsters wordt de verdeling op grond van de vorm weergegeven in figuur 34. Hieruit wordt duidelijk dat het overgrote deel van de microplastics bestaat uit fragmenten. Dit duidt erop dat deze microplastics afkomstig zijn van oorspronkelijk grotere stukken plastic. Dit wordt doorgaans secundaire microplastics genoemd. Deze deeltjes kunnen afkomstig zijn van het afslijten van grote plastic voorwerpen tijdens de fabricage, het gebruik of het onderhoud. Hierbij valt te denken aan de erosie van autobanden tijdens het rijden, het slijten van synthetisch textiel tijdens het wassen (Royal Society of Chemistry, 2022) of het afbreken van macroplastic zwerfvuil dat in het milieu terecht is gekomen.



Figuur 34
Verdeling microplastics op grond van vorm.

De degradatiegraad van plastic

De degradatiegraad van plastic in de natuur verwijst naar het proces waarbij plastic wordt afgebroken en waarbij de materiaaleigenschappen verminderen. Dit proces kan variëren afhankelijk van het type plastic, de omgevingsomstandigheden en de aanwezigheid van micro-organismen.

In de natuur ondergaat plastic doorgaans fotodegradatie, thermische degradatie en mechanische degradatie. Fotodegradatie treedt op wanneer plastic wordt blootgesteld aan zonlicht, wat leidt tot afbraak van de polymeren door UV-straling. Thermische degradatie is het proces waarbij plastic afbreekt als gevolg van blootstelling aan hitte. Mechanische degradatie kan optreden door fysieke slijtage, zoals schuren tegen stenen of andere materialen.

Micro-organismen, zoals bacteriën en schimmels, kunnen ook bijdragen aan de afbraak van plastic. Sommige plasticsoorten zijn biologisch afbreekbaar, wat betekent dat micro-organismen de polymeren, onder de juiste omstandigheden, kunnen afbreken tot natuurlijke stoffen zoals water, kooldioxide en biomassa.

Het tempo van degradatie varieert sterk. Sommige plasticsoorten kunnen honderden jaren nodig hebben om af te breken, terwijl andere sneller degraderen, vooral onder invloed van zonlicht en micro-organismen. Het is belangrijk op te merken dat hoewel plastic in de natuur kan degraderen, de resulterende fragmenten, bekend als microplastics, nog steeds milieuproblemen kunnen veroorzaken en mogelijk schadelijk kunnen zijn voor ecosystemen en dieren in het wild.

Figuur 35

Nadat de monsters schoongemaakt zijn, blijven de microplastics over.



BRONNEN VAN MICROPLASTICS:

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen primaire en secundaire microplastics. Primair betekent dat het microplastic deeltje als zodanig geproduceerd is. Secundair komt voort uit slijtage van producten.

Primaire microplastics



Pellets

Deze plastic productie pellets komen vooral in het milieu terecht tijdens ongelukken met transport. Deze zijn voornamelijk te vinden rondom plastic productie industrieën.



Cosmetica

Micro-pellets (<1 mm) worden toegevoegd aan shampoos, scrubs en andere cosmetische producten en spoelen vaak met het afvalwater mee.

Secundaire microplastics



Zwerfvuil

Door onder andere UV-straling, waterstroming en biodegradatie breken plastics af tot steeds kleinere stukjes. Dit gebeurt met name nadat plastics in het milieu terecht zijn gekomen en hier voor langere tijd blijven liggen.



Autobanden

Autobanden slijten tijdens gebruik. Uit onderzoek blijkt dat bandenslijtage een van de grootste oorzaken is van microplastics in oppervlaktewater.



Verf

Kwasten worden uitgespoeld onder de kraan, de resten spoelen mee met het afvalwater. De verflaag van bijvoorbeeld boten slijt en komt direct in het milieu terecht.



Kleding

Kleding slijt tijdens het wassen of dragen. Hierdoor komen er microvezels in het milieu terecht. Na het wassen spoelen de vezels met het afvalwater weg.

BRONNEN

Behalve het vaststellen van de verschillende types afval is het ook nuttig om de vertaalslag te maken naar de mogelijke bronnen van het gevonden afval.

Relatie zwerfvuil & bron

- » Nabij de binnenstad is consumenten- en verpakkingsafval het voornaamste type dat voorkomt. Naarmate je verder van de stad kijkt, neemt de hoeveelheid ondefinieerbaar afval toe, wat hoogstwaarschijnlijk duidt op een grotere degradatie en verblijftijd in het milieu.

Naast het analyseren van het gevangen afval op materiaal en categorieën, is er ook gekeken naar wat de mogelijke bronnen kunnen zijn van het zwerfvuil. Hiervoor is buiten het afval uit de vangsystemen nog meer afval verzameld. Dit gebeurde per boot met een schepnet, of wat tussen de stortstenen of het riet lag.

In het centrum van Groningen is het afval op twee verschillende momenten geanalyseerd. Opvallend is dat in beide gevallen veel eet- en drankverpakkingen worden gevonden zoals drankblikjes, flessen en voedsel- en snoepverpakkingen. Dit duidt op een groot aandeel van dit type afval in het stadscentrum. De analyse van het afval toont aan dat consumenten- en verpakkingsafval meer dan 60% van het totaal uitmaakt. Dit is ook terug te zien in de materiaalverdeling. Zacht plastic (PO-soft) en multilayer (gelaagd plastic) zijn de meest voorkomende materiaalsoorten die veelal voor verpakkingsmaterialen worden gebruikt.

Het afval verzameld in Delfzijl (Eemskanaal en Farsumerhaven), een meer geïndustrialiseerde omgeving, bestond voornamelijk uit ondefinieerbare stukken zacht/hard plastic, piepschuim en folies. Ondanks dat dit afval in de gebruiksfunctie 'onbekend' valt, zijn folies en piepschuim voorbeelden die te herleiden zijn naar een industriële functie.

Het lijkt erop dat het afval verzameld in Delfzijl zich langer in het milieu bevindt en daardoor in zowel kleinere als een meer ondefinieerbare vorm voorkomt. Het aandeel consumenten- en verpakkingsafval neemt af tot onder de 40% in vergelijking met de stad Groningen. Qua materiaaltipe komt hard plastic (PO-hard), polystyreen (piepschuimachtig materiaal) en zacht plastic (PO-soft) veel voor.

Gezien het feit dat de stroming en wind ervoor zorgen dat er relatief weinig/geen afval uit de stad Groningen richting het Lauwersmeer gaat, is er voor gekozen om de bronanalyse van de soorten afval in het Reitdiep buiten beschouwing te laten.

Figuur 36

Polystyreen of piepschuim wordt veel gebruikt in de bouw. Op het moment dat het materiaal wordt beschadigd, waaien bolletjes of delen er van weg. Dit materiaal wordt veel gevonden in het water.



Mogelijke maatregelen

- » Preventieve maatregelen die gericht zijn op het voorkomen van sigarettenfilters en consumenten- en verpakkingsmaterialen zullen het meeste bijdragen in het verminderen van afval dat richting de Waddenzee stroomt.

Dit hoofdstuk heeft de focus gelegd op het afval dat is verzameld door de vangsystemen. Het verwijderen van het afval uit het water is een van de laatste mogelijkheden om te voorkomen dat zwerfvuil de Waddenzee bereikt. Voor de lange termijn is het wenselijk dat deze afvalstromen überhaupt niet in het water terechtkomen. Om tot oplossingsrichtingen te komen, kijken we naar de verschillende fases die een product doorloopt van het ontwerp tot het mogelijk belanden in de Waddenzee. De verschillende fases zijn weergegeven in het stroomdiagram.

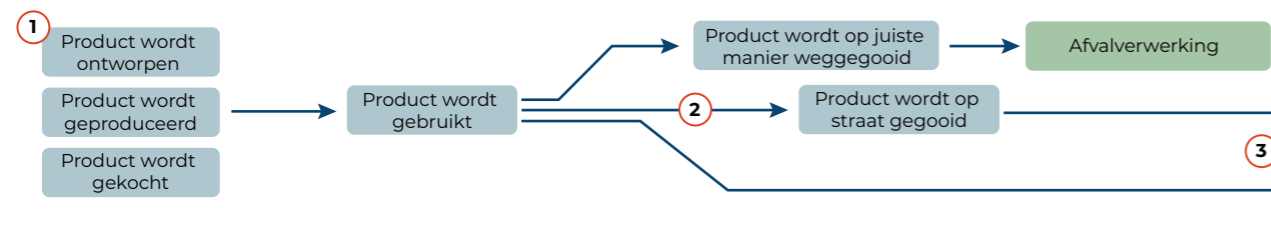
Als voorbeeld wordt gekeken naar sigaretten, en dan met name de filters. Dit is een van het meest voorkomende types zwerfvuil. Onder het diagram worden enkele concrete oplossingen aangedragen, die ervoor kunnen zorgen dat de hoeveelheid sigarettenfilters die in het water belanden, sterk kan worden gereduceerd.

PRODUCT LEVENSCYCLUS



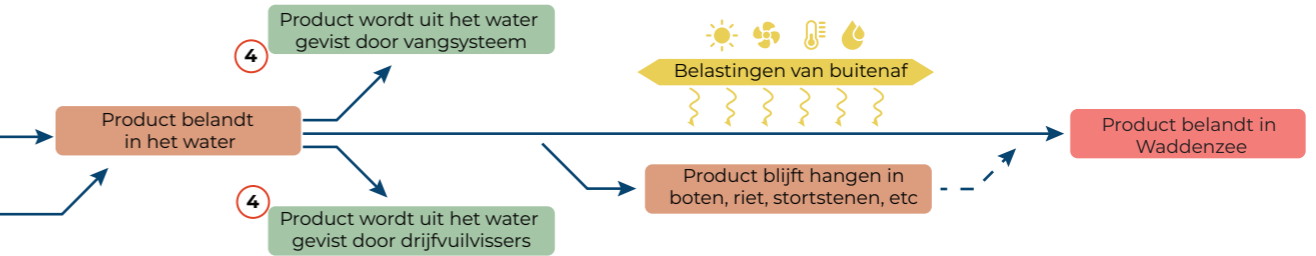
PREVENTIE

Hoe zorgen we dat het niet in het water terecht komt?



INTERVENTIE

Hoe krijgen we het uit het water?



Figuur 37

Productlevenscyclus van een product dat in het water terecht komt.

Aanbevolen wordt om per vervuild gebied met verschillende stakeholders kansen te identificeren voor haalbare preventieve maatregelen. Hieronder zijn voorbeelden van oplossingsrichtingen uit de kennis en opgedane praktijkervaring vanuit andere gebieden die voor sigarettenfilters toepasbaar kunnen zijn:

1

EU-wetgeving

Aandringen op verbod van plastic als filter in sigaretten bij de EU. Door al vroeg in de keten na te denken over alternatieven kunnen schadelijke gevolgen van de restproducten verholpen worden.

2

Bewustwording

Bewustwording bij rokers creëren. Jarenlang is het op de grond uitstampen van een sigaret heel normaal geweest. Toen er filterloos gerookt werd was dit dan ook een minder groot probleem. Maar met de toevoeging van kunststof filters, is dit een zeer schadelijke traditie.

3

Blokkade

Fysiek onmogelijk maken dat sigarettenfilters bij recreatieplekken in het water waaien. Kademuren hebben vaak geen hekje of verhoging bij het water. Hierdoor waait het afval op de rand gemakkelijk in het water.

4

Verwijdering

De sigarettenfilters kunnen met de hand of met een vangstelsysteem uit het water gevist worden. Hoe verder richting de Waddenzee ingegrepen wordt, hoe hoger de kosten voor het verwijderen. Komt het in de Waddenzee aan, dan wordt het verwijderen bijna onmogelijk.

Van inzicht naar beleid

- » Met het inzichtelijk maken van de soorten plastic en de types materialen is het mogelijk om een link te leggen naar de (mogelijke) bronnen. Voor de verschillende afvalstromen zijn er kansen voor preventie op lokaal, regionaal, nationaal en Europees niveau.

HANDELINGSPERSPECTIEF

Met de kennis die voortkomt uit dit project is een stevige basis gelegd om gezamenlijk verdere stappen te zetten in de aanpak van het probleem. Het uitgevoerde werk van de afgelopen drie jaar biedt mogelijkheden voor acties op zowel korte als lange termijn. Daarnaast hebben de innovatieve onderzoeken naar plastic in water nieuwe vraagstukken en behoeften aan het licht gebracht. In dit hoofdstuk worden de meest veelbelovende handelingsperspectieven en aanbevolen vervolgstappen gepresenteerd.

Zorg voor bestuurlijk draagvlak voor de verdere aanpak van dit probleem

Het project Stop plastic van Stad naar Wad heeft op het gebied van inzichten in het probleem veel gebracht. Hierbij is het evident dat de inzichten uit de technologie sterk bijdragen aan een beter begrip en aanpak van het probleem. De actieve betrokkenheid van alle partijen die bij deze waterketen betrokken zijn, heeft een sterk positieve rol gespeeld in dit project. Deze samenwerking continueren is noodzakelijk, omdat plastic afval in water een probleem is zonder grenzen. Om deze samenwerking in de komende jaren vast te kunnen houden is bestuurlijk draagvlak nodig. Het is sterk aan te bevelen om hier met elkaar op korte termijn stappen in te zetten en niet te wachten op wettelijke verplichting uit richtlijnen zoals de Kaderrichtlijn Water (KRW).

RESEARCH

Structurele meting van hoeveelheden drijvend macroplastic met camera's

In het project zijn metingen uitgevoerd met camera's vastgemaakt aan kunstwerken. Hiermee is een eerste inzicht gekregen in de hoeveelheid drijvend zwerfafval dat vanuit de stad Groningen richting de Waddenzee gaat. Aanbevolen wordt om een monitoringsprotocol op te stellen voor de Groningse wateren die richting de Waddenzee gaan. Aan de hand van dit monitoringsprotocol kan structureel gemeten worden hoeveel drijvend zwerfvuil echt naar de Waddenzee drijft. Op basis van die inzichten kunnen vervolgens preventieve en/of correctieve maatregelen worden ingevoerd. Door de sterke stroomsnelheid is het niet mogelijk om bij de Oude Zeesluis de hoeveelheden met camerametingen in kaart te brengen en daarmee te zeggen hoeveel afval er daadwerkelijk naar de Waddenzee drijft. Testen met drijflijnen geschikt voor hoge stroomsnelheden in combinatie met een vangstelsel, lijken zeer kansrijk om dit wel inzichtelijk te maken.

Structurele meting van microplastics

In het project zijn metingen uitgevoerd die leiden tot inzicht in de concentraties microplastics. Hiermee is een eerste inzicht gekregen in de hoeveelheid microplastics in de stad Groningen, rondom de RWZI en bij de monding van de Eems-Dollard. Aanbevolen wordt om een monitoringsprotocol op te stellen voor microplastics in samenspraak met de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze en Aa's. Aan de hand van dit monitoringsprotocol kan structureel gemeten worden hoeveel microplastics echt naar de Waddenzee stromen. Hiervoor is aansluiting op de standaard die voorgeschreven wordt door de NEN voor zowel bemonstering als analyse sterk aan te bevelen.

Fundamenteel onderzoek naar de 'Plastic Way'

In de afgelopen drie jaar zijn enorme stappen gezet in het beter begrijpen van de herkomst en route die plastic aflegt van de stad Groningen richting de Waddenzee. Door de opgedane kennis is er ook een zeer interessant fenomeen geconstateerd. Waar bij de Berlagebrug nog 100% van het drijvende afval in zicht was, was dit aan het einde van het Eemskanaal bij de Eelwerderbrug nog slechts 14% van deze hoeveelheid. Er zijn verschillende hypothesen op te stellen voor het visueel verdwijnen van deze plastics, zoals bijvoorbeeld degradatie of vastlopen. Het beter begrijpen van de 'Plastic Way' zal in de toekomst leiden tot een nog effectievere aanpak van het plastic afvalprobleem tussen stad en zee. Dit is lokaal in dit gebied zeer waardevol, maar omdat het vermoedelijk om fundamentele patronen gaat is dit ook tot ver buiten het Waddengebied relevant.



Figuur 38

Een blikje in het Zeehavenkanaal in Delfzijl. Zodra deze de Waddenzee op gaat is de kans groot dat deze daar nog vele jaren zal rondzwerfen.

REMOVE

Verkenning langdurige implementatie van vangsystemen bij Borgbrug en de Oude Zeesluis

In het project is inzicht opgedaan met langdurige testen met het vangstelsel de CirCleaner. Daarnaast is door de camerametingen en de testen met de GPS-sensoren een feitelijk beeld verkregen van hoeveelheden en horizontale verdeling van het plastic. Het is sterk aan te raden om op korte termijn verder te verkennen hoe een mogelijk langdurige implementatie van vangsystemen bij de Borgbrug en bij de Oude Zeesluis er uit zou moeten zien. Hiervoor moet onder andere gekeken worden naar vergunningen voor lange termijn, het beheer van de systemen en eigenaarschap.

Verkenning mogelijkheden verwijderen zwerfafval rondom woonboten met werkboden

In de stad Groningen blijft zwerfafval dat in het water terechtkomt eerst vastzitten rondom woonboten. De infrastructuur van woonboten is daarmee onbewust een (tijdelijke) interventie voor de doortocht van zwerfafval vanuit de stad Groningen richting de Waddenzee. Alhoewel het afval op een gegeven moment weer los komt en wel de stad uit kan, bieden de vele hotspots rondom de woonboten een kans om het afval hier met werkboden te verwijderen. Het verwijderen van dit afval lijkt sterk vereenvoudigd te kunnen worden door zeer kleine passieve interventies rondom de woonboten te installeren. Door deze eenvoudige optimalisatie wordt het te verwijderen afval in dezelfde tijd een veelvoud hoger.

REDUCE

Organiseren van interactieve sessies voor ontwikkelen preventiestrategie

Bij het opstellen van een preventieve aanpak is het wenselijk dat dit gebeurt op basis van feitelijke inzichten in soorten zwerfafval, hotspots en bronlocaties waar dit zwerfafval in het water terecht lijkt te komen. Deze feitelijke data kan gebruikt worden om met verschillende stakeholders binnen de Gemeente Groningen en/of rondom het industrieterrein in Delfzijl in een interactieve sessie ideeën en kansen op te halen voor een effectieve preventieve aanpak in deze gebieden. Door de data te combineren met de al aanwezige kennis van lokale professionals is de kans op draagvlak van de preventiestrategie het grootst.

Figuur 39

Op stortstenen blijft drijfvuil vaak liggen. Nadat het met hoogwater of boeggolven op de stenen wordt geworpen, blijft het steken tussen de stenen.



REFERENTIES

Best, J. (2019). Anthropogenic stresses on the world's big rivers. *Nature Geoscience*, 12(1), 7–21.

Blondel, E., & Buschman, F. A. (2022). Vertical and horizontal plastic litter distribution in a bend of a tidal river. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 861457.

Conchubhair, D. Ó., Fitzhenry, D., Lusher, A., King, A. L., van Emmerik, T., Lebreton, L., ... O'Rourke, E. (2019). Joint effort among research infrastructures to quantify the impact of plastic debris in the ocean. *Environmental Research Letters*, 14(6), 065001.

Eerkes-Medrano, D., Thompson, R. C., & Aldridge, D. C. (2015). Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *Water research*, 75, 63-82.

Fazey, F. M., & Ryan, P. G. (2016). Biofouling on buoyant marine plastics: An experimental study into the effect of size on surface longevity. *Environmental pollution*, 210, 354-360.

Kunz, A., Walther, B. A., Löwemark, L., & Lee, Y. C. (2016). Distribution and quantity of microplastic on sandy beaches along the northern coast of Taiwan. *Marine Pollution Bulletin*, 111(1-2), 126-135.

Li, W. C., Tse, H. F., & Fok, L. (2016). Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the total environment*, 566, 333-349.

Liro, M., Zielonka, A., & van Emmerik, T. H. (2023). Macroplastic fragmentation in rivers. *Environment International*, 180, 108186.

Royal Society of Chemistry. (n.d.). Microplastics. Retrieved mei 16, 2022, from <https://www.rsc.org/globalassets/22-new-perspectives/sustainability/progressive-plastics/explainers/rsc-explainer-7---microplastics.pdf>

Schmidt, C., Krauth, T., & Wagner, S. (2017). Export of plastic debris by rivers into the sea. *Environmental science & technology*, 51(21), 12246-12253.

Strietman, W. J., van den Heuvel-Greve, M. J., van den Brink, A. M., de Groot, G. A., Skirtun, M., Rebolledo, E. B., & Koffeman, K. J. (2020). Resultaten bronanalyse zwerfafval Griend: Resultaten van een gedetailleerde bronanalyse van zwerfafval dat op het Waddeneiland Griend verzameld is en samen met lokale stakeholders tijdens een Litter-ID-sessie in oktober 2019 onderzocht is (No. 2020-057). Wageningen Economic Research.

Valero, D., Belay, B. S., Moreno-Rodenas, A., Kramer, M., & Franca, M. J. (2022). The key role of surface tension in the transport and quantification of plastic pollution in rivers. *Water Research*, 226, 119078.

van Emmerik, T., & Schwarz, A. (2020). Plastic debris in rivers. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(1), e1398.

Van Emmerik, T., Loozen, M., Van Oeveren, K., Buschman, F., & Prinsen, G. (2019). Riverine plastic emission from Jakarta into the ocean. *Environmental Research Letters*, 14(8), 084033.

van Emmerik, T., Strady, E., Kieu-Le, T. C., Nguyen, L., & Gratiot, N. (2019). Seasonality of riverine macroplastic transport. *Scientific reports*, 9(1), 13549.

van Emmerik, T., Vriend, P., & Roebroek, J. (2020). An evaluation of the River-OSPAR method for quantifying macrolitter on Dutch riverbanks. Wageningen University.

Van Sebille, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Hardesty, B. D., Van Franeker, J. A., ... & Law, K. L. (2015). A global inventory of small floating plastic debris. *Environmental Research Letters*, 10(12), 124006.

Vriend, P., Schoor, M., Rus, M., Oswald, S. B., & Collas, F. P. (2023). Macroplastic concentrations in the water column of the river Rhine increase with higher discharge. *Science of the Total Environment*, 900, 165716.

Weinstein, J. E., Crocker, B. K., & Gray, A. D. (2016). From macroplastic to microplastic: Degradation of high-density polyethylene, polypropylene, and polystyrene in a salt marsh habitat. *Environmental toxicology and chemistry*, 35(7), 1632-1640.



COLOFON

Delft, 2024

UITGAVE

Noria Sustainable Innovators (Noria)
Schieweg 13
2627 AN Delft

info@noria.earth
www.noria.earth

TEKST

Arnoud van der Vaart, Jur van Wijk, Marleen Peeters

VORMGEVING

Fokke Jongerden

COPYRIGHT

De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is in overleg verkrijgbaar. De eventuele kosten die Noria voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

DISCLAIMER

Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied en uit metingen uitgevoerd door Noria. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. Delen van de opgedane kennis is generiek toepasbaar, een deel is locatie specifiek. De auteurs en Noria kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.