

DE NOORDSE STORMVOGEL ALS GRAADMETER VAN PLASTIC ZWERFVUIL OP ZEE

Jan Andries van Franeker

Al vanaf 1980, na een oproep in de Nieuwsbrief NSO (Van Franeker & Camphuysen 1980), zijn leden van de Nederlandse ZeevogelGroep NZG en vele anderen betrokken bij het verzamelen van Noordse Stormvogels van de Nederlandse kust (figuur 1). De aanleiding voor dat onderzoek betrof vragen over soortvorming bij de afzonderlijke kleurvormen van deze soort (Van Franeker & Wattel 1982), maar in de samenwerking met het Nederlands Stookolieslactoffer-Onderzoek (NSO) werd van de ontvangen vogels ook de maaginhoud gecontroleerd op de aanwezigheid van restanten aardolie. Daarbij bleek als snel dat niet alleen olieresten maar ook plastic afval veelvuldig in de magen werd aangetroffen (Van Franeker 1981, 1982). Plastic vervuiling werd geleidelijk aan een steeds belangrijker aspect van het onderzoek (Van Franeker 1983ab) en leidde tot publicaties, inclusief internationale wetenschapsliteratuur, over dit toen nieuwe milieuprobleem (Van Franeker 1984ab, 1985). Daarna kwam het onderzoek enige tijd op een lager pitje te staan, maar vanaf midden jaren 1990 werd het verzamelwerk weer opgepakt in de hoop de Nederlands overheid te kunnen overtuigen van het belang van het Noordse Stormvogelonderzoek als graadmeter voor de aanwezigheid van plastic zwerfvuil in het Noordzeegebied, vergelijkbaar met de rol van vooral de zeekoet als graadmeter voor olievervuiling (Camphuysen & van Franeker 1992, Camphuysen 1995, Camphuysen 2017). In 2001 werd inderdaad een opdracht verworven van het toenmalige ministerie van Verkeer en Waterstaat voor het uitvoeren van een verkennend onderzoek. In het daaruit voortkomende rapport (Van Franeker & Meijboom 2002) kon de waarde van de onderzoeksmethode voldoende worden aange-toond en dit was het begin van een aaneensluitende serie opdrachten om het graadmeteronderzoek aan in Nederland aangespoelde Noordse Stormvogels voort te zetten. Voor de bijna jaarlijkse rapportages zie de literatuurlijst in het meest recente rapport uit de serie (Van Franeker *et al.* 2017). In 2002 ontstond ook de mogelijkheid om in het kader van een Europees project andere landen rond te Noordzee bij het onderzoek te betrekken (Save the North Sea 2004) en het gebruik van standaardmethodes internationaal te stimuleren (Van Franeker 2004). Sindsdien is de Nederlandse methode uitgegroeid tot een formele graadmeter voor de zogenaamde 'Ecological Qualitative Objectives' van het OSPAR-verdrag voor de Noordoost-Atlantische zeegebieden (OSPAR 2009, 2015) en van de 'Goede MilieuToestand' onder de Europese KaderRichtlijn Marien (EC 2008, EC 2010, MSFD-TSGML 2013). De stormvogelgraadmeter heeft ook zijn weg gevonden naar andere Noord-Atlantische en Noord-Pacifische gebieden (zie bijvoorbeeld Avery-Gomm *et al.* 2017). In dit artikel wordt geprobeerd om een algemeen overzicht gegeven van de huidige kennis over de Noordse Stormvogel als graadmeter voor plastic zwerfvuil.

De Noordse Stormvogel als graadmeter

Noordse Stormvogels zijn echte zeevogels. Ze zoeken hun voedsel alleen maar

op open zee, en niet ook zoals de meeste meeuwen op land bij vuilnisbelten of snackbars. Hun maaginhoud laat daardoor zien wat ze op zee zoal aan voedsel tegen komen. Helaas is hun voedselkeuze niet al te precies. Allerlei materialen die aan het zeeoppervlak drijven, waaronder veel plastic afval, worden opgepikt en ingeslikt. Daarbij hebben Noordse Stormvogels een maagsysteem waarbij hardere prooiresten langzaam worden weggewerkt. Meeuwen spugen onverteerbare resten dagelijks als braakballen uit, maar Noordse Stormvogels doen dat niet en verwerken alles in de maag. Na een eerste vertering van voedsel in een grote kliermaag schuiven prooiresten door naar een kleinere spiermaag waarin hardere delen worden fijngemalen. Zachtere delen worden daar snel verwerkt, maar hardere, zoals inktviskaken en harde plastics, doen er langer over om door de spiermaag te worden fijngemalen. We hebben echter goede aanwijzingen dat ook hardere zaken binnen een maand voor het merendeel worden 'verwerkt' en als slijpsel en kleine stukjes via de darm worden uitgepoept (Van Franeker & Law 2015). Het is dus zeker niet zo dat plastics zich gedurende het leven steeds verder in de vogelmaag ophopen. De inhoud van de maag van Noordse Stormvogels weerspiegelt daardoor de mate waarin ze plastic in hun foerageergebied tegenkomen, gemeten over een aantal weken voorafgaand aan hun dood: harde plastics soms van langere tijd, zachte plastics als piepschuim en vellen plastic van kortere periodes. Bij een voldoende aantal Noordse Stormvogels op onze kust kunnen we een redelijk gemiddelde berekenen van de hoeveelheid plastic in de magen, die een afspiegeling vormt van de hoeveelheid plastic op zee in die periode in dat gebied. Daarmee kunnen veranderingen in de loop der tijd of verschillen met andere gebieden in kaart worden gebracht. De verkennende studie (Van Franeker & Meijboom 2002) liet zien dat er ongeveer veertig magen nodig zijn om een



Figuur 1. Dood op het strand gevonden Noordse Stormvogels worden gebruikt als ecologische graadmeter voor plastic zwerfvuil in de Noordzee. *Beached dead Northern Fulmars are used as an ecological monitoring tool of plastic marine litter in the North Sea.*

betrouwbaar gemiddelde te berekenen. Er zijn jaren dat dat getal in Nederland ruimschoots wordt gehaald, maar in sommige jaren niet, ondanks veel inspanning van alle helpers. In de presentatie van gegevens werken we daarom vaak met gemiddeldes over vijf opeenvolgende jaren.

Natuurlijk dringt de vraag zich op of de maaginhoud van dood angespoelde Noordse Stormvogels een representatief beeld geven voor alle Noordse Stormvogels op zee. Het merendeel van de angespoelde Noordse Stormvogels is namelijk broodmager en het is goed voorstelbaar dat je van de honger gekke dingen gaat eten. Uit de verkennende studie kwam echter naar voren dat er geen aantoonbaar verschil bestond in de hoeveelheid plastic in de maag van dat soort verhongerde vogels en die van de vogels die 'gezond', in goede conditie, maar door een ongeluk plotsklaps waren omgekomen (verdronken in visnetten of lijnen, botsingen met kabels of lichten en dergelijke). De hoeveelheid plastic waargenomen in het onderzoek aan dood op de kust gevonden vogels is dus representatief voor alle Noordse Stormvogels op zee.



Figuur 2. Gemiddelde hoeveelheid plastic in magen van Noordse Stormvogels naar menselijke maat. Links van de pincet ligt de gemiddelde plastic maaginhoud van Noordse Stormvogels uit het Noordzeegebied ($\pm 0,3$ gram) gesorteerd naar type plastic. Vertaald naar een stormvogel op mensenformaat (op basis van lichaamsgewicht ca. 100x zwaarder) kom je dan uit op de plastics rechts van de pincet (± 30 gram). De plastics zijn gesorteerd naar categorie in hoeveelheden zoals ze in de stormvogels worden gevonden. Boven van links naar rechts velvormig, scherfvormig en draadvormig, onder links schuimplastics en rechtsonder industrieel granulaat. *Average quantity of plastic in Northern Fulmar stomachs to a human scale. To the left of the tweezers is the average plastic stomach content of Northern Fulmars from the North Sea (c. 0.3 gram), sorted by type. Translated to a Northern Fulmar of Human size (by body mass about 100x heavier) this adds up to the plastics shown to the right of the tweezers (c. 30 gram). The plastics are sorted in categories and quantities as found in Northern Fulmars. Top from left to right sheetlike, fragmented and threadlike, bottom left foamed plastics, bottom right industrial granules.*

Methode

De verzamelde Noordse Stormvogels worden in het laboratorium volgens standaardmethodes (Van Franeker 2004) onderzocht op allerlei uitwendige en inwendige kenmerken die kunnen helpen bij het vaststellen van geslacht, leeftijd, conditie, mogelijke doodsoorzaak en herkomst. De maaginhoud wordt vervolgens uitgespoeld op een zeef van 1 mm maaswijdte, gesorteerd en voor een aantal dagen gedroogd en uiteindelijk gewogen. De gehanteerde plastic categorieën zijn industrieel granulaat en een aantal types gebruikersafval in de vorm van vellen, draden, schuim, scherven of overig gebruikersplastic (Van Franeker *et al.* 2011). Industrieel granulaat is de eerste vorm waarin plastics worden geproduceerd, meestal uit aardolie. Het zijn vooral cilinder-vormige, soms ook vierkante of druppelvormige stukjes plastic van ± 4 mm doorsnee. Deze worden getransporteerd naar verwerkers, die er met toevoeging van allerlei hulpstoffen (kleurstoffen, vullers, weekmakers, anti-oxidanten et cetera) plastic gebruiksproducten van maken met de gewenste eigenschappen. In het onderzoek wordt ook ander afval zoals bijvoorbeeld aluminiumfolie, metaaldeeltjes, keukenafval, papier, maar ook chemische resten zoals hoogovenslakken of paraffine-achtige stoffen, zo goed mogelijk geregistreerd. Van iedere categorie wordt het aantal stukjes en het gezamenlijk gewicht bepaald (op een elektronische weegschaal met nauwkeurigheid tot 0,1 mg).



Figuur 3. Maaginhoud van Noordse Stormvogel nummer NET-2016-031. Hoewel deze maag een aanzienlijke hoeveelheid plastic bevatte (0,73 g; ongeveer 2,5 maal het recente vijfjaarsgemiddelde) is moeilijk vast te stellen in hoeverre plastics direct of indirect hebben bijgedragen aan de dood. Links op de foto 19 industriële pellets, in het midden 40 scherven, rechts 10 velvormige en boven 4 draadvormige plastics. *Stomach content of Northern Fulmar NET-2016-031. Even though this stomach contained a substantial quantity of plastic (0.73 g, roughly 2.5 times the recent five year average), it is hard to assess whether plastics directly or indirectly contributed to the animals' death. On the left of the photo 19 pellets, in the center 40 fragments, to the right 10 sheetlike, and on top 4 threadlike plastics.*

Tabel 1. De huidige situatie betreffende plastic in magen van in Nederland gevonden Noordse Stormvogels: frequentie van voorkomen (%FO), het gemiddeld aantal stukjes (n) en het gewicht in gram (g) van industrieel plastic, gebruikersplastic, en deze twee hoofdcategorieën samen in 2016 en in de vijfjaarsperiode 2012-2016. *Current status for plastics in stomachs of Northern Fulmars found in the Netherlands: frequency of occurrence (%FO) and population averages for the number (n) and mass (g) of particles of industrial plastics, user plastics and these main categories combined, for the year 2016 and for the 5-year period 2012-2016.*

jaar/year	industriële plastics <i>industrial plastics</i>			gebruikersplastics <i>user plastics</i>			alle plastics/all (ind+gebr)		
	%FO	n	g	%FO	n	g	%FO	n	g
2016 (n=30)	47	2,0	0,04	87	29,5	0,25	87	31,5	0,30
2012-16 (n=169)	57	1,8	0,04	90	20,5	0,24	91	22,3	0,28

Uitkomsten van het onderzoek aan plastics in de magen kunnen op verschillende manier worden uitgedrukt, bijvoorbeeld simpelweg als wel of niet aanwezig (frequency of occurrence %FO), in gemiddeld aantal stukjes of gewicht met standaardfout, of in het geometrisch gemiddelde. Bij de laatste rekenmethode wordt door logaritmische transformatie de invloed van toevallige extremen afgevlakt. Het beleid gebruikt weer een iets ander getal, daarover later meer.

Het uiteindelijk doel is natuurlijk om vast te stellen of plastic zwerfvuil in zee afneemt als gevolg van beter bewustzijn en milieumaatregelen. Trends over de tijd worden statistisch getoetst op basis van het plasticgewicht in de magen. Hoewel ook langetermijntrends getoetst worden, gaat de aandacht vooral uit naar meer recente ontwikkelingen. Er wordt daarom in jaarlijkse rapportages steeds getoetst over de voorafgaande periode van tien jaar. Plasticgewicht in magen van individuele vogels (log-getransformeerd) wordt in een lineaire regressie uitgezet tegen het jaar van verzamelen. Aan de daaruit berekende stijging of daling van de trendlijn kan een statistische waarde worden toegekend, die als significant wordt beschouwd als de kans op een toeval in de berekening op minder dan 5% wordt geschat (uitgedrukt als $p < 0,05$; hoe lager de p-waarde hoe hoger de kans dat de berekende trend realistisch en sterk is).

De huidige situatie

Uit de meest recente analyses van de Nederlandse Noordse Stormvogels (Van Franeker *et al.* 2017) blijkt dat op dit moment zo'n 91% van de aangespoelde vogels plastic in de maag heeft. Gemiddeld over alle vogels, dus inclusief de 'schone' dieren, ging het om ruim 22 stukjes per vogel met een gewicht van 0,28 gram. Dit betreft het vijfjaargemiddelde berekend over 169 Noordse Stormvogels uit de jaren 2012 tot en met 2016. Uit de monstergrootte van 169 magen blijkt al dat het streefgetal van ca. veertig dieren per jaar over deze periode helaas niet ieder jaar is gehaald. De getallen voor alleen 2016, gebaseerd op dertig vogels, komen aardig overeen met de vijfjaarperiode (tabel 1), maar dat is zeker niet altijd het geval, en dus is het verstandig om de vijfjaargemiddeldes te blijven gebruiken als beste getallen voor de 'huidige situatie'.

Hoe moet je aankijken tegen het gegeven dat ruim 90% van de Noordse



Figuur 4. Maaginhoud van Noordse Stormvogel nummer NET-2016-008. Hoewel meestal moeilijk vast te stellen is of plastics in een maag een directe doodsoorzaak zijn, blokkeerde in deze vogel een groot stuk plakkerig keukenfolie (2,5 gram) de passage van ieder ander materiaal door de maag en zal het zeker geleid hebben tot verhongering. De maag bevatte ook nog een elastiek (verterend, daarom in potje), een stukje plakband en een klein plastic fragment. *Stomach content of Northern Fulmar NET-2016-008. Although it is often hard to establish whether plastics in a stomach were the cause of death, a large sheet of sticky clingfoil (2.5 gram) blocked the passage of any other material through the stomach in this particular bird. It has certainly caused starvation. The stomach also contained a rubber band (decaying and therefore in jar), a piece of sticky tape and small plastic fragment.*

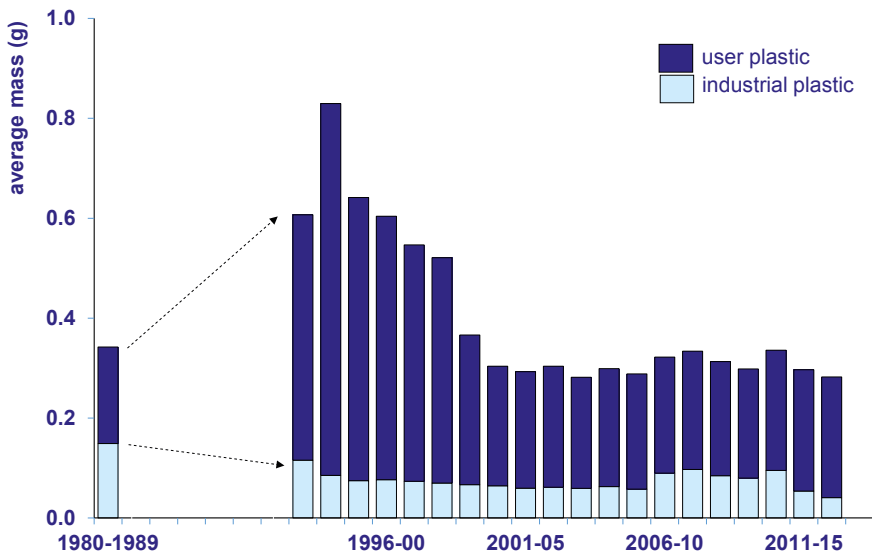
Stormvogels voor onze kust rondvliegt met plastic in de maag, gemiddeld per dier in de orde van 20 tot 30 stukjes met een gewicht van tegen de 0,3 gram? Qua percentage dieren en aantal stukjes klinkt dat best indrukwekkend, maar blijkbaar zijn die stukjes vaak klein, althans 0,3 gram klinkt niet direct dramatisch. Dat is het ook blijkbaar niet, want zoals gemeld kon statistisch geen verschil worden aangetoond tussen totaal vermagerde langzaam gestorven beesten en gezonde vogels. Geen verschil kunnen aantonen betekent echter niet dat er geen gezondheidseffecten zijn. Om daar enige gevoelswaarde aan te geven: als een Noordse Stormvogel zo zwaar zou zijn als een mens (ca 100x zwaarder), dan zou hij gemiddeld een lunchtrommel vol plastic (30 gram) in de maag meeslepen (figuur 2). Hoewel dat beeld de gemiddelde hoeveelheid plastic in een bijzonder perspectief plaatst, is in de meeste gevallen toch niet te achterhalen of het plastic in de maag de directe of indirecte doodsoorzaak van de vogel was (figuur 3). Slechts nu en dan laat omvang en type van het plastic geen twijfel bestaan over de rol van het ingeslikte plastic (figuur 4).

Trends

Door de jaren heen is het patroon van gemiddeld plasticgewicht in de magen van Noordse Stormvogels niet eenduidig. In de jaren 1980 leek er sprake van

een afname, maar in de tweede helft van de jaren 1990 was er sprake van verdubbeling. Deze nam daarna weer af en sinds begin jaren 2000 lijkt de situatie op het eerste gezicht vrij constant (figuur 5). De redenen voor de snelle veranderingen in de vorige eeuw zijn niet duidelijk. Wel speelden binnen het waargenomen patroon verschillende categorieën plastic een heel andere rol. Het schokkerige verloop met een piek in de jaren 1990 is geheel te wijten aan gebruikersplastics. Industrieel granulaat neemt vanaf begin jaren 1980 af, aanvankelijk heel snel en sinds de eeuwwisseling langzaam. Begin jaren 1980 was industrieel granulaat goed voor ongeveer de helft van het totale plasticgewicht in de magen, tegenwoordig ligt dat rond de 15%. De langetermijntrend over 1979-2016 is voor industrieel plastic in magen van Noordse Stormvogels uit de noordzee is dan ook significant afnemend ($p < 0,001$), terwijl die voor gebruikersplastic binnen het wisselend patroon geen langetermijntrend laat zien. De Noordzee is te beschouwen als een brongebied voor zwerfvuil. Industrieel plastic nam ook af in de Noord-Atlantische draaikolk (gyre), een van de vijf grote draaikolken in de grote oceanen die als wereldwijde afvalputjes voor drijvende rommel functioneren. Zowel in de Noordzee als in de Noord-Atlantische gyre nam industrieel plastic in minder dan 20 jaar met rond de 75% af (Van Franeker & Law 2015). Dit toont aan dat als men er in slaagt de toevoer van afval naar zee te beperken, dit over grote gebieden snel tot resultaat kan leiden.

Op de kortere termijn, over de recente tienjaarperiode 2007-2016, lijkt in



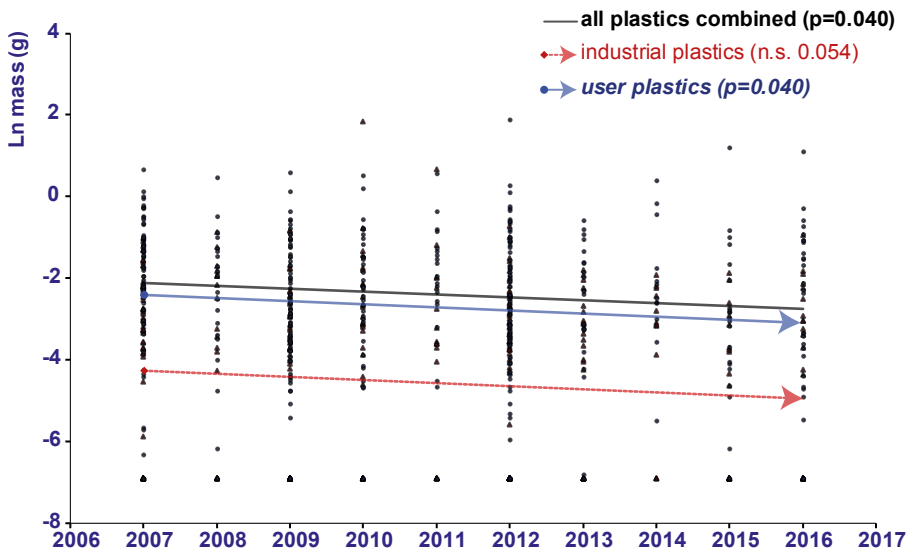
Figuur 5. Veranderingen in hoeveelheden en categorieën plastic in de magen van 1064 Noordse Stormvogels van de Nederlandse kust. Getoond zijn gegroepeerde waarden voor de periode 1980-89 en de lopende vijfjaargemiddeldes van 1993-97 tot en met 2012-16. *Changes in quantities and categories of plastic in stomachs of 1064 Northern Fulmars from the Dutch coast. Shown are the grouped values for the 1980s plus running five year averages for periods 1993-97 to 2012-16.*

figuur 5 van het rekenkundig gemiddeld gewicht geen sprake van aanzienlijke verandering. Toch blijkt bij nadere beschouwing uit de lineaire regressie over deze periode dat er sprake is van een voorzichtige maar significant afnemende trend ($p=0,04$), waaraan zowel gebruikersplastic als industrieel granulaat een bijdrage leveren (figuur 6).

Rekenkundige gemiddeldes laten door sterke variaties de patronen niet echt goed zien, maar wanneer wordt geanalyseerd op basis van log-getransformeerde getallen, zoals ook in de statistische toets, dan komen ook zwakere patronen beter naar voren. In het monitoringonderzoek speelt op de achtergrond mee dat we weten dat onvolwassen vogels meer plastic in de maag hebben dan volwassen dieren (Van Franeker & Meijboom 2002). Daarom wordt in iedere rapportage getoond wat er bij deze verschillende groepen gebeurt. Figuur 7, die is gebaseerd op geometrische gemiddeldes, toont niet alleen het verschil tussen beide leeftijdsgroepen, maar ook de vergelijkbaarheid van de trends over tijd.

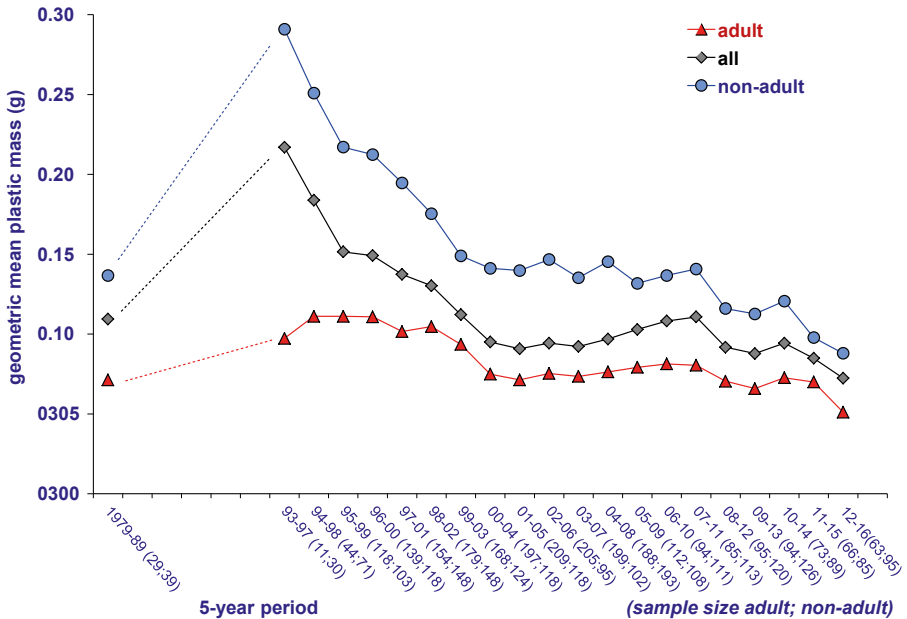
Noordzee en Europees beleid

Regeringen van de Noordzeelanden hebben de Noordse Stormvogel opgeno-



Figuur 6. Lineaire regressie-analyse van recente trends (tien jaar: 2007-2016) in plastic in magen van Noordse Stormvogels van de Nederlandse kust ($n=374$). Voor alle plastic-types tezamen trad een significante afname op ($p=0,04$, bovenste lijn), opgebouwd uit een evenzeer significante afname van gebruikersplastics (middelste lijn) en een net niet significante afname ($p=0,054$) van industrieel granulaat (onderste lijn). *Linear regression to evaluate recent trends (10 year: 2007-2016) in plastic ingestion in Northern Fulmars from the Dutch coast ($n=374$). For all plastic categories combined a significant decrease in ingested plastic is detected ($p=0.04$, upper line) composed of a similar significant decrease in consumer plastics (central line) and an insignificant but downward change ($p=0.054$) in industrial granules (lower line).*

men als formele graadmeter in hun beleidsafspraken. Dit is eerst gebeurd als onderdeel van het systeem van 'Ecological Qualitative Objectives (EcoQOs)' van het OSPAR-verdrag voor de Noordoost-Atlantische zeegebieden (OSPAR 2009). Deze methodiek is daarna in de EU overgenomen ten behoeve van het bereiken van een 'Goede MilieuToestand (GMT)' onder de Europese KaderRichtlijn Marien (KRM) (MSFD-TSGML 2013). OSPAR hanteert daarbij een strakke EcoQO-doelstelling gebaseerd op de gewichtsmetingen van plastic zoals hierboven omschreven, maar om gedoe met sterk variabele waardes en gerekend met 'geometrische gemiddeldes' te ontwijken, is een alternatieve benadering gekozen. OSPAR kijkt simpelweg naar het percentage Noordse Stormvogels dat onder of boven een bepaalde grens zit aan plasticgewicht in de maag. In die benadering spelen extreem afwijkende individuele waardes eigenlijk geen rol. De gekozen gewichtsgrens is 0,1 gram plastic, waarbij de OSPAR-doelstelling voor een acceptabele milieukwaliteit voor zwerfvuil inhoudt dat niet meer dan 10% van alle onderzochte vogels de 0,1-gram-plastic-grenswaarde mag overschrijden, gemeten over het hele Noordzeegebied en voor een aan-

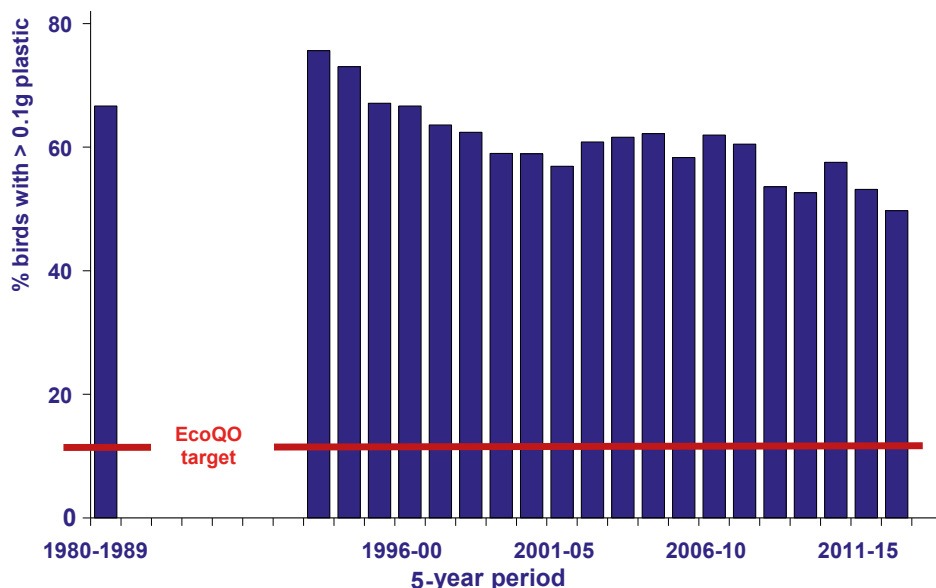


Figuur 7. Leeftijdsafhankelijke patronen van geometrisch gemiddeld plasticgewicht in magen van Noordse Stormvogels van de Nederlandse kust als lopende vijfjaargemiddeldes. Volwassen vogels hebben minder plastic in de maag dan onvolwassen dieren, maar trends in beide leeftijdsgroepen volgen een vergelijkbaar patroon, waardoor de combinatie van leeftijdsgroepen gebruikt kan worden als graadmeter. Hoewel de figuur zelf geen statistische waarde heeft, bevestigt deze de in een statistische toets waargenomen trends. *Age-dependent patterns in geometric mean plastic mass in stomachs of Northern Fulmars from the Dutch coast as running 5-year means. Adult birds have less plastic in the stomach than immature animals, but trends in both age-groups follow a similar pattern, allowing the combination of age-groups to be used as monitor. The graph itself has no statistical meaning, but visually supports the conclusions from the statistical tests.*

eensluitende periode van tenminste vijf jaar. OSPAR heeft echter geen datum afgesproken waarop deze doelstelling gerealiseerd moet zijn. De Europese KRM daarentegen kent wel een datum waarop GMT bereikt moet zijn, namelijk 2020, maar worstelt nog met het definiëren van een concrete doelstelling. In algemene zin is GMT gedefinieerd als de situatie waarin 'geen schade' wordt toegebracht aan het leven in zee, maar de politiek lijkt dat nog niet te kunnen vertalen naar een concreet getal.

Hoe dan ook, in zowel de OSPAR- als de EU-methodiek wordt gekeken naar het percentage Noordse Stormvogels dat de grenswaarde van 0,1 gram plastic in de maag overschrijdt, kortweg aangeduid als het EcoQ%. In Nederland was het EcoQ% over de afgelopen vijf jaar (2012-2016) zo'n 50% van 169 onderzochte vogels (Figuur 8). Hoewel dat het beste EcoQ% is voor de hele duur van het Noordse Stormvogelonderzoek sinds 1979, is duidelijk dat de OSPAR-doelstelling nog ver weg is.

Gegevens uit Nederland zijn samen met die uit de andere Noordzeelanden geanalyseerd over de periode vanaf 2002 tot en met 2014 (OSPAR 2017). Verschillen tussen de vijf EcoQO-regio's binnen de Noordzee tonen dat de vervuiling in het Kanaal het sterkst is en de hoeveelheid plastic naar het noorden iets afneemt (EcoQ% van 69% naar 50%). Gemiddeld voor Noordse Stormvogels uit het hele Noordzee gebied in de 5-jaarsperiode 2010-2014 overschreed 58% van de dieren de 0,1 gram drempelwaarde (OSPAR 2017).

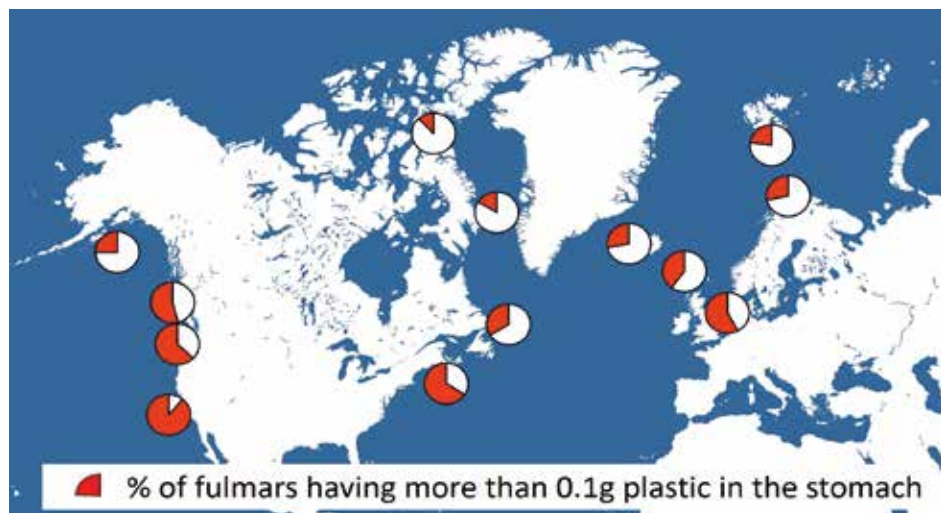


Buiten de Noordzee

Het Noordse Stormvogelonderzoek in de Noordzee heeft dankzij vele rapporten, publicaties en internationale workshops veel navolging gekregen. Geleidelijk aan hebben vele andere onderzoeksgroepen de EcoQO-benadering overgenomen en gegevens gepubliceerd. Overal is zichtbaar dat nabij zuidelijker, drukker bevolkte en geïndustrialiseerde gebieden de hoeveelheid plastic in Noordse Stormvogelmagen het hoogst is en naar het noorden toe richting minder bevolkte poolgebieden afneemt (Figuur 9). In het Noordoost-Atlantisch gebied neemt het EcoQ% af van 58% gemiddeld in de Noordzee naar 23% bij Spitsbergen (Kühn & Van Franeker 2012, Herzke *et al.* 2015, Trevail *et al.* 2015, OSPAR 2017). In het Noordwest-Atlantisch gebied overschrijdt 66% van de Noordse Stormvogels uit de Verenigde Staten de 0,1 gram-drempel maar deze neemt snel af naar het noorden, tot 12% in het meest noordelijke deel van Canada (Mallory *et al.* 2006, Mallory 2008, Provencher 2009, Bond *et al.* 2014, Poon 2016, Avery-Gomm *et al.* 2017). In de noordoostelijke Stille Oceaan neemt het EcoQ% af van 89% in Californië tot 25% in de buurt van Alaska (Nevins *et al.* 2011, Avery-Gomm *et al.* 2012, Terepocki *et al.* 2017). Alleen in het uiterste noorden van Atlantisch-Canada benadert het EcoQ% de doelstelling van OSPAR. Uit de details van de Canadese studies mag je afleiden dat de doelstelling in dit gebied eigenlijk wel wordt gehaald. Het EcoQ% is daar berekend uit een gemiddelde van vogels vroeg en laat uit het zomerseizoen. De in mei uit vuilere overwinteringsgebieden teruggekeerde vogels blijken beduidend meer plastic in de maag te hebben dan de vogels die een paar maanden in het gebied zijn gebleven (Mallory 2008). Twee kleinere studies die alleen vogels uit augustus hebben onderzocht (Provencher *et al.* 2009; Poon *et al.* 2016) vonden slechts in 1 van 19 vogels een overschrijding van de drempelwaarde (EcoQ% 5.3%).

Conclusie

Over een periode van inmiddels bijna veertig jaar heeft het onderzoek aan plastic in maaginhouden van Noordse Stormvogels zich ontwikkeld van een opmerkelijke waarneming tot een internationaal stevig ingebed graadmeteronderzoek (UNEP 2011, UNEP 2016). Daarmee worden trends in de tijd en verschillen tussen gebieden in kaart gebracht die niet alleen de bewustwording bij een breed publiek versterken, maar tevens een leidraad vormen voor beleidsmakers. De in OSPAR beoogde doelstelling dat het percentage Noordse Stormvogels met meer dan 0,1 gram plastic in de maag wordt teruggebracht tot onder de 10% lijkt nog ver weg. Aan de andere kant hebben de trends in industrieel granulaat aangetoond dat er binnen twintig jaar grote verbeteringen mogelijk zijn, niet alleen in vogelmagen in de Noordzee maar ook in de grote draaikolken (gyres), de eindstations ver weg op de oceaan voor veel drijvend zwerfvuil. Dat moet ook aan beleidsmakers duidelijk maken dat effectief beleid mogelijk is: het terugdringen van gebruikersafval is ongetwijfeld een lastige klus, maar is mogelijk en is dan snel effectief! Voorlopig moeten we het doen met een weliswaar statistisch significante afname in de hoeveelheid plastic in Noordse Stormvogelmagen, maar in een tempo waarbij het einddoel nog heel ver weg is. Aan de andere kant roeien we natuurlijk tegen de stroom



Figuur 9. EcoQO-percentages bij Noordse Stormvogels in verschillende deelgebieden van de Noord-Atlantische en Stille Oceaan. De rode delen van de cirkeldiagrammen weerspiegelen het percentage vogels met meer dan 0,1 gram plastic in de maag. De langetermijndoelwaarde van OSPAR waarbij dit percentage onder de 10% dient te blijven word slechts benaderd in het uiterste noordwesten van Arctisch Canada (12%). *EcoQO percentages for Northern Fulmars in different areas of the North Atlantic and Pacific Oceans. Red sections of the pie graphs reflect the percentage of birds with more than 0.1 gram of plastic in the stomach. The long-term OSPAR target where that proportion should be below 10% is only approached in the northwest of Arctic Canada (12%).*

in, want het aandeel plastic in onze afvalstromen blijft snel groeien en er zijn steeds meer activiteiten langs de kust en op zee. Kortom, er is wel degelijk iets bereikt, maar het is nog niet genoeg. De NZG en vele andere betrokkenen hebben aan de wieg gestaan van het stormvogelgraadmeteronderzoek. Vrijwilligers spelen dankzij hun blijvende steun een belangrijke persoonlijke rol bij de strijd tegen de milieuproblemen van plastic in zee. Maar de klus is nog niet klaar en ieders hulp blijft noodzakelijk! Voor beleidsmakers en anderen die vragen of, en hoeveel, Noordse Stormvogels aan plastic dood gaan en of de soort daardoor aan het uitsterven is, kan niet vaak genoeg worden benadrukt dat dat niet de juiste vraag is. Ja, na eeuwen van voorspoed gaat het Noordse Stormvogel de laatste twintig tot dertig jaar minder goed, met afnames van de grote populaties van de Britse en Faeröer-eilanden met 20-40% (BirdLife International 2015). De precieze rol van plastic daarin valt niet te bewijzen, maar is voor het graadmeteronderzoek ook niet relevant. De Noordse Stormvogel is een toevallig voor onderzoek geschikte soort die model staat voor het totale mariene ecosysteem. Meer gevoelige soorten ondervinden mogelijk veel meer schade, zonder dat wij het merken. Duidelijk is dat plastic in zee schadelijk is voor het milieu en al het leven dat daarvan afhankelijk is, en daarmee uiteindelijk ook de mens. De Noordse Stormvogel maakt slechts zichtbaar of we al dan niet succesvol zijn in het geleidelijk terugdringen van die schade.

Dankwoord

Het stormvogelonderzoek startte eind jaren 1970 bij het Zoölogisch Museum van de Universiteit van Amsterdam, waar Jan Wattel, Kees Roselaar en Ko de Korte zeevogelonderzoek stimuleerden. De heer Graat en Tineke Prins boden de leerschool in het snijwerk aan dode vogels. Samen met vooral Kees Camphuysen, Rombout de Wijs en Henk Sandee werden vele uren aan vogeldissecties besteed. Kees was ook de toegang tot de werkgroep NSO van de NZG die Noordse Stormvogels langs het strand gingen verzamelen. Het onderzoek aan in Nederland gevonden Noordse Stormvogels wordt sinds 2001 financieel ondersteund vanuit diverse directies van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM), in de huidige vorm vanuit RWS-CIV. Het idee om plastics uit magen van zeevogels te willen gebruiken als een EcoQO is ontstaan binnen ICES en verder begeleid vanuit diverse werkgroepen uit ICES en OSPAR. De internationale uitbreiding van het Nederlandse onderzoek werd mogelijk dankzij het Save The North Sea Project in het EU Interreg IIIB Noordzeeprogramma. Voor deelperiodes is het internationale werk ook ondersteund vanuit de NYK Group Europe Ltd en Chevron Upstream Europe. Het plasticonderzoek in bredere zin wordt op dit moment ook gesteund in het JPI Oceans PLASTOX project 'Direct and indirect ecotoxicological impacts of microplastics on marine organisms' waarin ALW-NWO door middel van project 856.15.001 het onderzoek van AIO S. Kühn financiert. André Meijboom, Susanne Kühn, Elisa Bravo Rebolledo, Martin de Jong en Hans Verdaat zijn veelvuldig betrokken geweest bij de dissecties en de maaganalyses in het lab.

Aangespoelde Noordse Stormvogels voor dit onderzoek werden en worden verzameld door vrijwilligers zonder wie een project als dit totaal onmogelijk zou zijn. Hieronder een lijst van namen van bekende stormvogelverzamelaars tot en met 2016. Geregeld echter zijn er vogels waarbij op de bijgevoegde informatie misschien wel een organisatie is vermeld, maar geen namen van betrokkenen. Excuus dus voor de onvolledigheid, geef fouten of omissies graag door! Heel veel dank voor alle hulp en blijf alsjeblieft doorgaan! Aart van der Spoel, A. Varkevisser, Ad van den Berge, Albert van den Ende, Alma de Groot, André Meijboom, Annet de Willigen, Anthony James, Arnold Gronert, Barend Kuiken, Bart Ebbinge, Ben Brugge, Bert Winters, Bert-Jan Bultink, Bob Loos, Boogaart, Bram Fey, Buijtelaar, Carl Zuhorn, C.J. de Graaf, CDI Lelystad, Cees Boele, Cees Swennen, Cees van Hoven, Chris Braat, Chris Winter, Coby Kuiken, De Windbreker Petten, Dick Schermer, Dick Veenendaal, Dirk Bruin, Dirk Kuiken, Dirk Moerbeek, E-Connection, ECOMARE, Eddie Douwma, Edward Soldaat, Elisa Bravo Rebolledo, Ep van Hijum, Floor Arts DPM, Florian Müller, Folkert Janssens, Frank van den Ende, Frank Willems, Frits-Jan Maas, G. Fuchs, G.J. Bruin, Guido Keijl, Guus van Duin, H. de Groot, Harry Horn, Hans Schekkerman, Hans Verdaat, Hauke Flores, Hein Verkade, Henk Brugge, Henk Mellema, Henk Sandee, Ilse Kootkar, Ingrid Tulp, Jacky Kuiper, Jan Alewijn Dijkhuizen, Johan Apperloo, J.T. Kuiken, Jan-Willem Vergeer, Jaap Boersma, Jaap van der Hiele, Jack van Velzen, Jan den Ouden, Jan F. de Jong, Jan Goedbloed, Janne Ouwehand, Jannes Heusinkveld, Jeffrey Huizenga, Jelle van Dijk, Jeroen Reneerkens, Job ten Horn, Johan Krol, Kees Post, Kees Boele, Kees Borrius, Kees Camphuysen, Kees de Graaf, Kees Kooiker, Kees Roselaar, Kees Woutersen, Klaas de Jong, Klaas van Dijk, L.H. Kuiken, Lars Gaedicke, Laurens Kikkert, Laurens van Kooten, Leon Kelder, Martien Janssen, Maarten Brugge, Maarten Platteeuw, Marc Kerkhove, Marc Plomp, Mardik Leopold, Maria Elisa Hobbelink, Mariëtte Smit, Mark Fonds, Mark van Veen, Martin Baptist, Martin de Jong, Martin Poot, medewerkers Dierenambulances EHBZ en RTZ, ,Meinte Engelmoer, Nicole Janinhoff, Noordwester Vlieland, Pieter Bison, Peter de Boer, Peter Meininger, Peter Quist, Peter Spannenburg, Peter van Horssen, Pierre Bonnet, Piet Zumkehr, Pieter Duin, Pieter van Klaveren, Pim Wolff, R.E.P. Maan, Rob Dekker, Rob Mantel, Rob Strietman, Rob van Bemmelen, Rob Vink, Roel Draijer, Romke Kats, Roy de Hey, Ruud Costers, Ruud van Halewijn, S. Smit, Salko de Wolf, Saskia Kipp, Sharon Lexmond, Simon de Vries, Simon Hart, Sophie Brasseur, Staatsbosbeheer SBB, St. Damland Bergen, Susanne Kühn, Ton Pieters, Theo Kiewiet, Theunis Piersma, Tim van Nus, Tom van

Spanje, Tonny van Kooten, van Eck, Vogelasiel Bergen, Vogelasiel de Groot, Vogelasiel Fugelpits, Vogelasiel Zandvoort, Vogelasiel De Wulp, VogelRampenFonds Haarlem, VWG Steenloper, Wiebe Boomsma, Willem Pompert, Wim de Winter, Wouter Vahl, Yvonne Hermes, Y. de Jong.

Summary - The Northern Fulmar as monitor of marine plastic litter

*Unexpected finds of plastic litter in stomachs of beached fulmars in the early 1980s in studies by the Dutch Seabird Group (NZG) have gradually developed into a full-scale international monitoring system in which stomach contents of Northern Fulmars (*Fulmarus glacialis*) are used as ecological indicators for levels of marine plastic litter. OSPAR and the EU have formally included this monitoring approach in programs aimed at reaching acceptable ecological or good environmental conditions in their marine areas. Northern Fulmars are widespread over North-Atlantic and North-Pacific Oceans and the methodology has spread to those areas. Fulmars are widespread indicators for spatial patterns and trends in abundance of plastic litter in the marine environment. In general they show that plastic marine litter decreases with increasing distance from major populated and industrialized areas. Monitoring in the Netherlands suggests a slow decrease of plastic debris in the North Sea, which may be considered as one of the source areas for global levels. Earlier research suggests that reductions in input are quickly effective also in distant accumulation zones (gyres) of floating plastic debris. Nowhere in the North Atlantic or North Pacific, Fulmar plastic ingestion levels currently comply with the long term ecological quality target of OSPAR, which aims for less than 10% of fulmars exceeding a threshold of 0.1g plastic in their stomach. In the most polluted areas, over 80% of fulmars exceed the 0.1 gram threshold. Only in high Arctic Atlantic Canada the situation is close to the target.*

Referenties

- Avery-Gomm S., P.D. O'Hara, L. Kleine, V. Bowes, L.K. Wilson & K.L. Barry 2012. Northern fulmars as biological monitors of trends of plastic pollution in the eastern North Pacific. *Marine Pollution Bulletin* 64: 1776-1781. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.04.017>
- Avery-Gomm S., J.F. Provencher, M. Liboiron, F.E. Poon & P.A. Smith 2017. Plastic pollution in the Labrador Sea: An assessment using the seabird northern fulmar *Fulmarus glacialis* as a biological monitoring species. *Marine Pollution Bulletin* (online) <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.001>
- BirdLife International 2015. *Fulmarus glacialis* (Northern Fulmar). European Red list of Birds, Supplementary Material. http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/erlob/supplementarypdfs/22697866_fulmarus_glacialis.pdf
- Bond A.L., J.F. Provencher, P.-Y. Daoust & Z.N. Lucas 2014. Plastic ingestion by fulmars and shearwaters at Sable Island, Nova Scotia, Canada. *Marine Pollution Bulletin* 87: 68-75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.08.010>
- Camphuysen C.J. 1995. Olieslachtoffers langs de Nederlandse kust als indicatoren van de vervuiling van de zee met olie (Beached birds in the Netherlands as indicators of marine oil pollution). *Sula* 9 (Special Issue): 1-90. <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=5538550>
- Camphuysen C.J. 2017. Monitoring and assessment of the proportion of oiled Common Guillemots from beached bird surveys in The Netherlands: update winter 2015/16. NIOZ Report 2017-01, RWS Centrale Informatievoorziening BM 15.19. <http://publicaties.minienm.nl/download-bijlage/87459/monitoring-and-assessment-of-the-proportion-of-oiled-common-guillemots.pdf>
- Camphuysen C.J. & J.A. Van Franeker 1992. The value of beached bird surveys in monitoring marine oil pollution. Technisch Rapport Vogelbescherming 10, Vogelbescherming, Zeist, 191 pp. <https://www.researchgate.net/publication/287490289>

- EC 2008. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). Official Journal of the European Union L 164: 19-40 (25 Jun 2008). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0056&from=EN>
- EC 2010. Commission Decision of 1 September 2010 on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters (notified under document C (2010) 5956) (Text with EEA Relevance) (2010/477/EU). Official Journal of the European Union L232: 14-24. [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010D0477\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010D0477(01)&from=EN)
- Herzke D., T. Anker-Nilssen, T. Haugdahl Nøst, A. Götsch, S. Christensen-Dalsgaard, M. Langset, K. Fangel & A.A. Koelmans 2016. Negligible impact of ingested microplastics on tissue concentrations of persistent organic pollutants in northern fulmars off coastal Norway. Environmental Science and Technology 50: 1924-1933. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.5b04663>
- Kühn S. & J.A. Van Franeker 2012. Plastic ingestion by the Northern Fulmar (*Fulmarus glacialis*) in Iceland. Marine Pollution Bulletin 64: 1252-1254 <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.02.027>
- Kühn S., E.L. Bravo Rebolledo & J.A. Van Franeker 2015. Deleterious effects of litter on marine life. In: M. Bergmann, L. Gutow & M. Klages (eds). Marine Anthropogenic Litter. Springer, Berlin (open access): 75-116. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_4
- Mallory M.L., G.J. Roberston & A. Moenting 2006. Marine plastic debris in northern fulmars from Davis Strait, Nunavut, Canada. Marine Pollution Bulletin 52: 813-815. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.04.005>
- Mallory M.L. 2008. Marine plastic debris in northern fulmars from the Canadian High Arctic. Marine Pollution Bulletin 56: 1486-1512. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.04.017>
- MSFD-TSGML 2013. Guidance on monitoring of marine litter in European Seas - a guidance document within the Common Implementation Strategy for the Marine Strategy Framework Directive. EUR-26113 EN JRC Scientific and Policy Reports JRC83985. <http://dx.doi.org/10.2788/99475>
- Nevins H., E. Donnelly, M. Hester & D. Hyrenbach 2011. Evidence for Increasing Plastic Ingestion in Northern Fulmars (*Fulmarus glacialis rogersii*) in the Pacific. Presentation 4.b.3. In: B. Carswell, K. McElwee & S. Morison (eds). Technical Proceedings of the Fifth International Marine Debris Conference. March 20-25, 2011. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-38: 184-187. <https://simdc.files.wordpress.com/2011/03/5imdc-proceedings-final1.pdf>
- OSPAR 2009. EcoQO Handbook - Handbook for the application of Ecological Quality Objectives in the North Sea. Second Edition - 2009. OSPAR Biodiversity Series Publication 307/2009. OSPAR Commission London. <https://www.ospar.org/documents?v=7127>
- OSPAR 2015. Guidelines for Monitoring of plastic particles in stomachs of fulmars in the North Sea area. OSPAR Commission Agreement 2015-03e (Source: EIHA 15/5/12 Add.1). 26 pp. <http://www.ospar.org/convention/agreements?q=fulmar>
- OSPAR 2017. OSPAR Intermediate Assessment 2017. Plastic Particles in Fulmar Stomachs in the North Sea. OSPAR Assessment Portal OAP online document: <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/pressures-human-activities-v2/marine-litter/plastic-particles-fulmar-stomachs-north-sea/>
- Poon F.E., J.F. Provencher, M.L. Mallory, B.M. Braune & P.A. Smith 2017. Levels of ingested debris vary across species in Canadian Arctic seabirds.. Marine Pollution Bulletin 116: 517-520. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.051>
- Provencher J.F., A.J. Gaston & M.L. Mallory 2009. Evidence for increased ingestion of

- plastics by northern fulmars (*Fulmarus glacialis*) in the Canadian Arctic. Marine Pollution Bulletin 58: 1092-1095. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.002>
- Save the North Sea 2004. Reduce marine litter: 'Save the North Sea' project results. Keep Sweden Tidy Foundation, Stockholm, 17 pp. http://www.hsr.se/sites/default/files/content_media/save_the_north_sea_low.pdf
- Terepocki A.K., A.T. Brush, L.U. Kleine, G.W. Shugart & P. Hodum 2017. Size and dynamics of microplastic in gastrointestinal tracts of Northern Fulmars (*Fulmarus glacialis*) and Sooty Shearwaters (*Ardenna grisea*). Marine Pollution Bulletin 116: 143-150. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.064>
- Trevaill A.M., G.W. Gabrielsen, S. Kühn & J.A. Van Franeker 2015. Elevated levels of ingested plastic in a high Arctic seabird, the northern fulmar (*Fulmarus glacialis*). Polar Biology 38: 975-981. (open access) <http://dx.doi.org/10.1007/s00300-015-1657-4>
- UNEP 2011. UNEP Year Book 2011. Emerging issues in our global environment. United Nations Environment Programme, Nairobi, 79 pp. <http://www.unep.org/year-book/2011>
- UNEP 2016. Marine plastic debris and microplastics - Global lessons and research to inspire action and guide policy change. United Nations Environment Programme, Nairobi. 252 pp. <https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/11700/retrieve>
- Van Franeker J.A. 1981. Noordse Stormvogel (*Fulmarus glacialis*) Onderzoek. Nieuwsbrief NSO 6: 1-3. <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=551796>
- Van Franeker J.A. 1982. Noordse Stormvogel-onderzoek. Tussentijds verslag over de periode mei '80 t/m dec. '81. Nieuwsbrief NSO 3: 63-74. <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=551819>
- Van Franeker J.A. 1983a. Inwendig onderzoek aan zeevogels. Nieuwsbrief NSO 4: 144-167. <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=551849>
- Van Franeker J.A. 1983b. Plastics - Een bedreiging voor zeevogels. Nieuwsbrief NSO 4: 41-61. <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=551837>
- Van Franeker J.A. 1984a. Plastics in zeevogels: een nieuw milieuprobleem. Limosa 57: 159-160. http://www.nou.nu/limosa/limosa_show_article.php?nr=2714
- Van Franeker J.A. 1984b. Zeevogels sterven aan plastic. Natuur en Milieu 8(1): 12-17.
- Van Franeker J.A. 1985. Plastic ingestion in the North Atlantic Fulmar. Marine Pollution Bulletin 16: 367-369 [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(85\)90090-6](https://doi.org/10.1016/0025-326X(85)90090-6)
- Van Franeker J.A. 2004. Save the North Sea - Fulmar Study Manual 1: Collection and dissection procedures. Alterra Rapport 672. Alterra, Wageningen. 38 pp. <http://edepot.wur.nl/40451>
- Van Franeker J.A. & C.J. Camphuysen 1980. Verzoek aan de stookolieslachtoffertellers tot het verzamelen van Noordse Stormvogels (*Fulmarus glacialis*). Nieuwsbrief NSO 3, Tijftjaf 25(4): 10-11, Het Vogeljaar 28: 269-270. <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=551529>
- Van Franeker J.A. & K.L. Law 2015. Seabirds, gyres and global trends in plastic pollution. Environmental Pollution 203: 89-96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.034>
- Van Franeker J.A. & A. Meijboom 2002. Litter NSV - Marine litter monitoring by Northern Fulmars: a pilot study . ALTERRA-Rapport 401. (Alterra, Wageningen, 72 pp). <http://edepot.wur.nl/45695>
- Van Franeker J.A. & J. Wattel 1982. Geographical variation of the Fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Atlantic. Ardea 70: 31-44. http://ardea.nou.nu/ardea_show_article.php?nr=1834
- Van Franeker J.A., C. Blaize, J. Danielsen, K. Fairclough, J. Gollan, N. Guse, P.L. Hansen, M. Heubeck, J.-K. Jensen, G. Le Guillou, B. Olsen, K.O. Olsen, J. Pedersen, E.W.M. Stienen & D.M. Turner 2011. Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. Environmental Pollution 159: 2609-2615. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2011.06.008>
- Van Franeker J.A., S. Kühn & A. Meijboom 2017. Fulmar Litter EcoQO monitoring in the

Netherlands - Update 2016. Wageningen Marine Research report C053/17 & RWS Centrale Informatievoorziening BM 17.23. <https://doi.org/10.18174/423968>

Adresgegevens auteur:

Jan Andries (J.A.) van Franeker

Wageningen Marine Research, Ankerpark 27, 1781 AG Den Helder, Jan.van-franeker@wur.nl. Projectinformatie is te vinden op het dossier: www.wur.nl/plastics-stormvogels

