Vloedmerken, bedreigde soortenrijke minimilieus op het strand

Gerhard C. Cadée

TREFWOORDEN
Kusterosie, schoonmaakacties, olievervuiling, zandsuppleties

Entomologische Berichten 74 (1-2): 3-12

Wat aanspoelt op onze stranden hoopt zich op in vloedmerken hoog op het strand, op beschutte plekken. Algen vormen de belangrijkste component naast allerlei zeedieren als kwallen en weekdieren en menselijk afval. Uitdroging en uitloging beginnen direct na aanspoelen, net als het afbraakproces door bacteriën en schimmels. Strandvlooien consumeren de algen, spoedig gevolgd door herbivore wiervliegen en consumenten van de bacteriën en schimmels: mijten en springstaarten. Predatoren als kevers, spinnen en vogels completeren tenslotte het voedselweb. Ook de in het zand levende wormen profiteren van organisch materiaal (plankton) dat de zee aanvoert. Het strand herbergt weinig primaire producenten. In en op het strand levende organismen zijn afhankelijk van deze aanvoer vanuit zee. Het is dus een vrijwel compleet 'gesubsidieerd' ecosysteem. Olievervuiling en strandsuppleties bedreigen vloedmerken. Spoelen er veel algen of stervende weekdieren aan dan kan dit tot stankoverlast leiden; schoonmaakacties moeten dan zorgen dat toeristen niet wegblijven. Maar het afvoeren van deze vloedmerken betekent het dichtdraaien van de subsidiekraan voor een boeiende soortengemeenschap en veroorzaakt bovendien een versnelde kusterosie.

Inleiding

Wat aanspoelt op het strand mag zich verheugen in een grote belangstelling. Jutten, het zoeken of er wat interessants is aangespoeld, zit velen in het bloed. Aangespoelde walvissen trekken al eeuwen grote menigtes mensen (Sliggers & Wertheim 1992). Kinderen verzamelen graag de aangespoelde schelpen, griezelen van de soms nog levende strandkrabben. Jutters hopen op een rijke vondst na stormen. Maar aangespoeld materiaal als plastic, stervende dieren en stinkende algen moet zo snel mogelijk verwijderd worden van onze stranden, zodat de badgasten blijven komen. Dat het organisch materiaal in het aanspoelsel ook 'vanzelf' verdwijnt, composteert en gegeten wordt door een gevarieerde wereld van organismen en een eigen plantenassociatie herbergt is minder bekend.

De Strandwerkgroep (SWG) verbindt al ruim 70 jaar enthousiaste onderzoekers van het aanspoelend zeeleven waarover zij publiceren in het tijdschrift Het Zeepaard. Wat er zelf leeft in deze hopen van aangespoeld zeeleven is echter een onderwerp dat niet de belangstelling krijgt die het verdient. Dit ondanks het feit dat er een rijk gevarieerde fauna in dit aanspoelsel te vinden is. Dit organisch materiaal, van plankton tot walvissen, is de belangrijkste voedselbron voor het leven op en in het strand want het strand is een gesubsidieerd ecosysteem met weinig eigen primaire producenten.

Interesse

Al vroeg raakte ik zelf geïnteresseerd in aanspoelsel. Eerst was aanspoelsel van de Buurserbeek bij Haaksbergen waar ik woonde een ideale plek om allerlei schelpen van zoetwater- en landslakken te verzamelen. Later vanuit Alphen aan de Rijn werd het Noordzeestrand een dankbaar excursiegebied voor aanspoelsel. Zaden daarin verzamelen werd een van mijn hobby's. Dat ook insecten zich drijvend laten verspreiden ontdekte ik in aanspoelsel verzameld langs de IJssel bij Wilsum in 1982: thuis kropen uit poppen diverse (zeldzame) schildwespen (Braconidae) waarmee ik prof. C. van Achterberg van Naturalis zeer enthousiast kon maken. Ook in plantenstengels borende larven van de kever *Agapanthia villosoviridescens* (de Geer) kunnen zich drijvend verspreiden zoals Hemminga *et al.* (1990) aantoonden en over gallen aangespoeld op Krakatau (Indonesïe) publiceerde Docters van Leeuwen al in 1920. Spreeuwen (*Sturnus vulgaris*) maakten mij duidelijk dat in rottend algen aanspoelsel insectenlarven leven. Vlak naast de veerhaven op Texel zag ik ze daarop foerageren (Cadée 2010). Ik nam wat larven mee naar huis waar ze zich spoedig verpopten en niet al te lang daarna kwamen er strandvliegen (*Fucellia maritima* (Haliday)) en enkele sluipwespen uit.

Ontstaan van vloedmerken

Bij iedere vloed wordt wel wat drijvend materiaal achtergelaten op het strand. Het bestaat naast allerlei afval van onze 'beschaving' uit dode of stervende zeebeesten, plantenmateriaal









1. (a) Aangespoelde algen en vloedmerkplanten naast de TESO-haven op Texel. (b) Aangespoelde groenalgen aan de waddenkant van Texel. (c) Riemwier aangespoeld langs de Waddendijk Ceres op Texel. (d) Aanspoelsel in kweldervegetatie in de Slufter op Texel. Foto's: Gerhard Cadée (a-c) en Erik van der Spek (d)
1. (a) Wrack and its typical association of beach vegetation near the ferry harbour, Texel. (b) Mainly green algae on the Wadden Sea coast of Texel. (c) Thongweed, also along the Wadden Sea coast, Texel. (d) Tidal marsh debris in drift in the Slufter, Texel.

en schuim, de opgeklopte eiwitten uit al dit afstervend leven. Vooral herfst- en winterstormen brengen veel losgeslagen algen op ons strand. Deze komen soms van dichtbij, zoals blaaswier (*Fucus*), knotswier (*Ascophyllum*), zeesla (*Ulva*) en darmwier (*Enteromorpha*), soms ook van ver weg, zoals het af en toe massaal aanspoelend riemwier (*Himanthalia*) dat zijn dichtstbijzijnde groeiplaats in Het Kanaal heeft.

Vloedmerken hebben veel verschijningsvormen (figuur 1). Langs de open Noordzee bestaan zij voornamelijk uit bruinalgen als blaaswier, knotswier en riemwier. Langs de Waddenkust zijn daarnaast groenalgen, zeesla en darmwier een belangrijke component aangevuld door kweldervegetatie. Deze laatste vormt in de Slufter op Texel de belangrijkste component. Vroeger zal langs de Waddenzee veel nu verdwenen zeegras (*Zostera*) zijn aangespoeld zoals dat nu nog lang de kusten van de Oostzee gebeurt. Dit aanspoelsel wordt bij ieder hoogwater aangevuld en blijft uiteindelijk daar liggen waar de hoogste stormvloed het brengt. De door de zee meegebrachte zaden van allerlei strandplanten, die zich aangepast hebben aan een verspreiding door zeewater, kunnen ontkiemen in dit stikstofrijke milieu. De vegetatiekundigen spreken van vloedmerkgemeenschappen Cakiletea maritimae.

Dierlijk materiaal

Walvissen en zeehonden die op ons strand dood of levend aanspoelen, krijgen niet de gelegenheid hier te vergaan. Zij worden alle afgevoerd, hopelijk gemeld, soms als studie- of museumobject onderzocht: hoe kwam het dier om? Wat was zijn laatste maaltijd? Een ieder die wel eens bij een lijk van een bruinvis of een zeehond heeft gestaan kan begrip opbrengen voor afvoer vanwege de stank. Maar vanuit biologisch oogpunt zou het laten liggen op het strand even interessant zijn als het (eveneens omstreden) laten liggen van kadavers van herten en andere 'grote grazers' op het land. Er zou een interessante successie van aaseters te volgen zijn.

Iedere zomer spoelen er in wisselde aantallen kwallen (figuur 2) of hydroïden (figuur 3) aan, tegenwoordig minder dan vroeger heb ik soms de indruk. Toen lagen er in mijn herinnering althans hele vloedlijnen mee vol (Linke 1956). Aan ophopen



2. Kwallen op het strand van Texel. (a) Aangespoelde bloemkoolkwallen (*Rhizostoma pulmo*) en (b) een ingedroogde oorkwal (*Aurelia aurita*). Foto's: Gerhard Cadée
2. Jellyfish on Texel's beach. (a) stranded *Rhizostoma pulmo* and (b) a dried *Aurelia aurita*.

hoger op het strand komen de kwallen nauwelijks toe, zij bestaan voor wel 98% uit water, worden door strandvlooien gegeten en verdrogen al gauw tot praktisch niets overblijft.

Schelpdieren, vooral de nu massaal in de Waddenzee en de kustzone van onze Noordzee levende nieuwkomer, de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*), spoelen soms na een massasterfte in enorme aantallen aan. Zij vormen welkom voedsel voor zilvermeeuwen (*Larus argentatus*) en andere vogels, maar die kunnen zo'n rijke buit niet altijd aan (Cadée 2001). Ook deze subsidie aan het strandecosystemen wordt vaak ten gerieve van de strandbezoekers opgeruimd.

Tenslotte brengt de wind veel insecten boven zee, een deel komt in zee terecht en spoelt op stranden weer aan, soms levend soms al dood (figuur 4). Opvallende verschijningen in zulk insectenaanspoelsel waren vroeger Coloradokevers (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)), nu lieveheersbeestjes, zwarte vliegen, en mieren omgekomen bij hun bruidsvluchten. Anders dan bij plantaardig materiaal heeft dierlijk materiaal aangespoeld op ons strand een korter 'leven', het krijgt nauwelijks de gelegenheid zich op te hopen vanwege de vaak grote aantallen predatoren en aaseters. Tijdens strandsuppleties is het eerste wat opvalt de enorme schaar zilvermeeuwen die zich te goed doet aan wat levend opgespoten wordt (figuur 5).

Plantaardig materiaal

Het plantaardig materiaal, dat net op het strand is achtergelaten en door zout zeewater nog enige tijd vochtig blijft, trekt vooral kleine kreeftachtigen (strandvlooien) aan. Bij laag water droogt dit materiaal snel uit, vooral als de zon er op schijnt. Als het om wat dikkere algenmassa's gaat verdrogen de bovenste algen en die daaronder gaan rotten. Strandvlooien vinden hier 's nachts hun voedsel, overdag kruipen zij in het zand onder deze algen, waar ze beschermd worden tegen uitdroging. Ieder hogere vloed transporteert dit aanspoelsel naar hoger gelegen delen van het strand. Het wordt daardoor in verloop van tijd steeds minder vaak door zeewater bereikt. Het materiaal raakt vermengd met en begraven onder het zand. Tenslotte wordt het aanspoelsel bij extreem hoogwater (springtij en noordwesterstorm langs onze kust) ver het strand op getransporteerd waar het ophoopt op enkele beschutte plekken. Nu is het regelmatig contact met zeewater verbroken, alleen regenwater houdt het aanspoelsel vochtig. In deze aanspoelselzone komt alleen nog de terrestrische faunacomponent voor.

Deze hoge vloedmerken raken overgroeid met een pioniersvegetatie (de strandmelde-associatie Atriplicetum littoralis) met vooral eenjarige planten als strandmelde (*Atriplex littoralis*) en spiesmelde (*Atriplex prostrata*), die profiteren van de rijke nutrienten. Op door zand onderstoven aanspoelsel vinden we een andere associatie met loogkruid (*Salsola kali*) en zeeraket (*Cakile maritima*). Bij verdere ontzilting komen hier ook reukloze kamille (*Tripleurospermum maritimum*), akkerdistel (*Cirsium arvense*) en akkermelkdistel (*Sonchus arvensis*) bij. Deze vegetatie gaat de uitdroging tegen. De website Floravannederland.nl geeft een kaartje waar we de strandmelde-associatie, en dus de plaatsen waar aanspoelsel zich ophoopt, kunnen vinden. Deze liggen langs de Waddenkust van het vaste land en de eilanden en langs de Zeeuwse wateren. Er zijn meer plaatsen, die te klein waren om op deze kaart aan te geven, waar zich materiaal ophoopt. Zo zijn er bijvoorbeeld kleinere hoekjes naast de veerhavens van Den Helder en Texel die zeker de moeite waard zijn, maar helaas wel af en toe schoon gemaakt worden. Langs onze eroderende Noordzeekust zijn maar weinig plaatsen waar zich organisch materiaal kan ophopen. Ideaal zijn daarvoor inhammen als De Slufter op Texel en de in 1997 aangelegde Kerf bij Schoorl. Helaas was het niet de bedoeling de Kerf open te houden. Er komt al jaren geen zeewater meer naar binnen, het gat is nu verzand.

Wat maakt vloedmerken bijzonder?

Vloedmerken hebben een tijdelijk karakter. Vaak zullen de herfst- en winterstormen de oude vloedmerken met hun vegetatie wegslaan, en in het voorjaar kiemt deze weer uit zaden in de nieuwe vloedmerken (figuur 6).



3. Hydroïde (lange zeedraad, *Obelia longissima*) massaal op Texel aangespoeld. Foto: Gerhard Cadée
3. Drift on Texel's beach consisting mainly of the hydroid *Obelia longissima*.



4. Insecten die massaal zijn aangespoeld op het Noordzeestrand op Texel. Foto: Gerhard Cadée
4. Driftline consisting mainly of insects, North Sea beach Texel.

Dit tijdelijke karakter en de verandering met de seizoenen in aanbod en afvoer/afbraak maken dat het milieu vooral bewoond wordt door kortlevende planten en dieren, opportunisten, die zodra de omstandigheden daar zijn, paraat staan om deze zone te bevolken. Het is een bijzonder milieu dat plaats biedt aan algemene soorten maar ook aan enkele bijzondere. Denk bij de planten bijvoorbeeld aan de gele hoornpapaver (*Glaucium flavum*) en de vroeger langs onze kust zeldzame, maar in de laatste decennia steeds algemener wordende zeekool (*Crambe maritima*).

Een bijzonder eigenschap van dikke algenlagen is dat daarin een eigen microklimaat heerst met een hoge vochtigheid en door rottingsprocessen hogere temperaturen dan in de buitenlucht. Dobson (1976) mat op 10 tot 20 cm diepte in een algenlaag een temperatuur van 40 °C terwijl op het wierdek sneeuw lag. Hier vond Dobson een actieve populatie maden van larven van de wiervlieg *Coelopa* sp.!

De ligging op de grens van land en zee zou kunnen leiden tot belangstelling van mariene én terrestrische biologen, maar het blijkt een door beiden in het verleden vaak veronachtzaamde habitat. Nu de belangstelling voor de biodiversiteit in ons land stijgt, kijken gelukkig ook meer onderzoekers naar dit milieu. Voorkomend aan de rand van kwelders draagt aanspoelsel bij aan het eerste stadium van kweldervorming. De ontwikkeling van de fauna in dit aanspoelsel beïnvloedt mede de ecologische successie van kweldervegetaties. Schrama (2012) is een der eersten die de verbanden tussen successie van planten en dieren in dit kwelderonderzoek onder de loep heeft genomen.



5. Strandsuppletie: meeuwen foerageren op uit zee opgespoten organismen. Foto: Sytske Dijksen (Foto Fitis)
5. Beach nourishment provides also food for gulls, North Sea beach Texel.



6. Zeeraket en andere zaden in aanspoelsel in de Mokbaai, Texel. Foto: Gerhard Cadée
6. Sea-rocket and other seeds in drift in the Mokbaai, Texel.

De organismen in vloedmerken

Dürkop (1933) was een pionier in het onderzoek naar de diverse diergroepen in aanspoelsel. Hij deed dit in de Kieler Förde in het kader van een door Remane daar gestart groots biodiversiteitsonderzoek (zoals dat tegenwoordig heet). Het aanspoelsel bestond voornamelijk uit losgeslagen zeegras. Hij kwam tot een enorme soortenlijst voor de macrofauna met kreeftachtigen (5 soorten), pissebedden (10), springstaarten (43), wormen (4), spinnen (50), wantsen (17), vliegen (26), duizendpoten (4), miljoenpoten (7) en mijten (11 soorten). Meio- en microfauna werden buiten beschouwing gelaten. Zijn werk lijkt vergeten ('oud', niet digitaal en in het Duits geschreven). Inmiddels is er natuurlijk meer onderzoek gedaan, maar veelal slechts aan één groep.

Successie in de fauna van vloedmerken

De eerste organismen die aangetrokken worden door aangespoelde algen zijn de strandvlooien. Ik kan niet nalaten Paley (1802) aan te halen die deze organismen 's avonds op het strand waarnam (maar zich nog niet realiseerde dat deze nachtactieve vlokreeften (Amphipoda) op zoek waren naar voedsel): 'Walking by the seaside, in a calm evening, upon a sandy shore, with an ebbing tide, I have frequently remarked the appearance of a dark cloud, or rather very thick mist, hanging over the edge of the water, to the height perhaps of half a yard, and of a breadth of two or three yards, stretching along the coast as far as the eye could reach, and always retiring with the water. When this cloud came to be examined, it proved to be nothing else than so much space filled with young shrimps in the act of bounding into the air from the shallow margin of the water, or from the



10. Groenalgenmat opgerold door steenlopers op zoek naar voedsel. Foto: Gerhard Cadée
10. Turnstones have been feeding under the green algae.



11. Spreeuwen foerageerden op vliegenlarven en laten typische gaten in het wierdek achter. Foto: Gerhard Cadée
11. Starlings have been feeding on larvae of *Fucellia* and other organisms in rotting green algae; this leaves characteristic oval holes.

wet sand. If any motion of a mute animal could express delight, it was this; if they had meant to make signs of their happiness, they could not have done it more intelligibly. Suppose then, what I have no doubt of, each individual of this number to be in a state of positive enjoyment, what a sum, collectively, of gratification of pleasure we have here before our view'.

In grote trekken is de opeenvolging wel bekend (Colombini & Chelazzi 2003), maar er is weinig en slechts kortdurend experimenteel onderzoek aan gedaan. Olabarria *et al*. (2007) startten op 16 juni een 21 dagen durend experimenteel onderzoek naar het lot van algen op het strand van Corrubedo (Galicië, Spanje). Zij legden op een aantal plekken een variabele hoeveelheid vers verzameld bruinwier (*Saccorhiza polyschides*) neer. Op dag 3, 7 en 21 namen zij monsters uit deze plukken wier en maten afbraak van het wier en noteerden de organismen die er in leefden. Afbraak was vooral in het begin snel: op dag 3 hadden de algen al 50% van hun drooggewicht verloren en rond 80% op dag 21. In totaal vonden zij 53 soorten organismen in een in de tijd veranderende samenstelling en hoeveelheden. De kleinste plukken wier hadden relatief minder soorten en aantallen per standaard monster. De vijf belangrijkste organismen (aantal en biomassa) waren de strandvlo *Talitrus saltator*, de kevers *Phaleria cadaverina* en *Phytosus spinifer* en twee vliegen (Anthomyiidae). *Talitrus saltator* vond de wieren het snelst en op dag 3 waren de meeste soorten al gearriveerd. Duidelijk dus een snelle invasie van het wier en je moet er ook wel snel bij zijn gezien de afbraaksnelheid.

Vlokreeften blijken steeds tot de eerste kolonisators te behoren (Colombini & Chelazzi 2003); hierbij voegen zich enkele marine pissebedden (Isopoda) die de wieren als refugium en als voedsel gebruiken. Strandvliegen die na een dag al verschijnen eten zelf slechts weinig van het wier, ze komen alleen om er hun eieren in te leggen. Alleen als het wier in grote hoeveelheden aanspoelt en in rustige hoekjes zich langer kan ophopen krijgen typische strand- of wiervliegen als *Coelopa frigida* (Fabricius), *C. pilipes* (Halidae) en *Fucellia maritima* (Halidae) de gelegenheid er hun eieren in te leggen en de maden tot ontwikkeling te laten komen. Maar ook deze vliegen maken haast, er liggen 2 tot 4 weken tussen eileggen en het uitkomen van de poppen, voldoende kennelijk voor de larvale stadia om zich vol te vreten met het rottende algenmateriaal en de microorganismen daarop (Dobson 1976) (zie ook kader 1 en figuren 7-9 daarin)

Onder de meest later komende kevers zijn maar weinig herbivoren, zij komen vooral als predatoren op vliegenlarven en andere insecten af, een enkele prefereert de sporen van saprofiete fungi. Ook spinnen en pseudoschorpioenen in de vloedlijn zijn predatoren. De voor niet-entomologen meest opvallende predatoren zijn echter de vogels zoals steenlopers (*Arenaria interpres*) die de algen omkeren om daaronder ook ingegraven strandvlooien te vangen (figuur 10) en spreeuwen die het op de vliegenlarven hebben voorzien en typische gaten van hun opengesperde bek in het wierdek achterlaten (figuur 11). Van de kleinere organismen: nematoden, mijten en springstaarten zijn vooral de laatste beter onderzocht in Nederland. Springstaarten eten vooral schimmels en bacteriën.

Afbraak

Uiteindelijk zullen uitdroging, uitloging en de op en van het materiaal levende organismen er voor zorgen dat het aanspoelsel verdwijnt. Alleen op plaatsen waar regelmatig verse aanvoer deze afvoer overheerst blijft wat liggen. Koop & Lucas (1983) hebben in Zuid-Afrika acht dagen lang dit afbraak proces onderzocht. Zij legden kelp – een verzamelwoord voor alle grote bruinalgen, in hun experiment was dit *Ecklonia maxima* – neer op het strand en bestudeerden de consumenten. De belangrijkste waren een amphipode (*Talorchestia capensis*), een pissebed (*Ligia dilatata*) en een wiervlieg (*Fucellia capensis* (Schiner)), dezelfde genera dus die bij ons voorkomen. Deze grazers consumeerden 9% van de kelp in deze korte periode. 70% werd omgezet door bacteriën. Shridhar *et al*. (2012) onderzochten de schimmels in

Kader 1

Wiervliegen

John T. Smit, EIS Kenniscentrum Insecten

Aangespoeld zeewier heeft een geheel eigen gemeenschap aan vliegen. Overal ter wereld is dit aanspoelsel te vinden, vaak in grotere mate langs koude golfstromen waarin zeewier beter gedijt. De bijbehorende vliegen zijn ook overal ter wereld te vinden. Opvallend genoeg is het over de hele wereld nagenoeg dezelfde bepekte groep aan genera die aan dit aanspoelsel gebonden zijn (Marshall 2012). De soorten verschillen daarbij niet per continent, maar eerder per oceaan. De in Nederland zeer algemene strandvlieg *Fucellia maritima* (figuur 7) komt bijvoorbeeld ook voor langs de oostkust van Noord-Amerika, terwijl langs de westkust weer andere soorten van hetzelfde genus voorkomen (Aldrich 1918).

In Nederland zijn er zo'n zestien soorten vliegen, verdeeld over acht families, die gebonden zijn aan aangespoeld zeewier (zie tabel 1). Hier beschouw ik allen als wiervliegen, hoewel strikt genomen alleen Coelopidae met deze term worden aangeduid. Enkele families, zoals Coelopidae, Helcomyzidae en Heterocheilidae, zijn wereldwijd gespecialiseerd in zeewier. Voor de meeste groepen geldt echter dat het slechts een enkel genus – waarbij het wel gaat om alle soorten binnen die genera – binnen een veel soortenrijkere familie is die hiertoe beperkt is (Beuk 2002). Alleen *Scathophaga litorea* lijkt een uitzondering, maar het is de vraag of deze daadwerkelijk tot dat genus behoort en niet samen met de eveneens aan zeewier gebonden nauwverwante *S. calida* en *Ceratinostoma ostiorum* een apart genus vormt (Bernasconi *et al.* 2010).

De larven van wiervliegen ontwikkelen zich uitsluitend in rottend zeewier, in tegenstelling tot veel andere vliegen met saprofage larven die een veel breder spectrum aan rottende planten of dierenresten benutten (Marshall 2012). Onderling zijn er verschillen tussen de soorten. *Helcomyza ustulata* heeft bijvoorbeeld een voorkeur voor zeewier dat hoger op het strand ligt en beduidend droger is dan waarop de meeste andere wiervliegen als de Coelopidae, Heterocheilidae en *Orygma* te vinden zijn (Oosterbroek *et al.* 2005). *Fucellia maritima* lijkt het niet zo nauw te nemen en is veruit de algemeenste soort en vaak in zeer grote aantallen aanwezig op het strand, ook als er op het oog maar weinig zeewier aanwezig is.

Ook qua gedrag zitten er verschillen tussen de soorten: *Helcomyza ustulata* en *Fucellia maritima* vliegen bij verstoring op om slechts enkele meters verder weer te gaan zitten op het strand. *Coelopa* en *Orygma* daarentegen zitten veelal daadwerkelijk op of zelfs tussen het zeewier en kruipen bij verstoring hier ook in weg. Vermoedelijk speelt de relatief stevige, vierkante bouw met afgeplatte rug en sterke poten (figuur 8) een gunstige rol bij het wegkruipen tussen het zeewier. Deze soorten kunnen nog wel vliegen, maar doen dat maar weinig. De soorten uit het genus *Chersodromia* hebben hier nog een schepje bovenop gedaan: bij de meeste soorten zijn de vleugels gereduceerd of helemaal afwezig (figuur 9). Bij het rondlopen op het zand herinneren ze ook eerder aan een spinnetje dan aan een vlieg (Haghebaart & Grootaert 1991).

Stuk voor stuk zijn wiervliegen bijzondere en intrigerende soorten. Daar waar de aangespoelde pakketten het dikst zijn vindt je de meeste soorten, soms in enorm hoge aantallen. Kortom: de volgende keer dat je zo'n pakket tegenkomt, laat de stank je er dan niet van weerhouden deze intrigerende gemeenschap eens van dichterbij te bekijken.



7. De strandvlieg *Fucellia maritima*, veruit de meest algemene wijdverbreide wiervlieg in Nederland. Foto: Joke van Erkelens
7. *Fucellia maritima*, by far the most common and abundant wrack fly in the Netherlands. Photo. Joke van Erkelens.



8. *Orygma luctuosum* met de typische stevige bouw van wiervliegen die wegkruipen in het zeewier. Foto: Roy Kleukers
8. *Orygma luctuosum* showing the sturdy body shape of a fly typically crawling away inside the seaweed.



9. De recent beschreven *Chersodromia squamata* is een mooi voorbeeld van een wiervlieg die zijn vliegvermogen geheel heeft opgegeven. Foto: Rui Andrade
9. This recently described *Chersodromia squamata* is an example of a wrack fly that has completely abandoned flying.

Tabel 1. Overzicht van de Nederlandse soorten vliegen die aan aangespoelde algen of wieren zijn gebonden. Per familie wordt het totaal aantal Nederlandse soorten weergegeven.
Table 1. Overview of the Dutch Diptera species that can be found reproducing exclusievely on algae on the sea shore. The total number of species per family in The Netherlands is indicated.

Anthomyidae (117)	
	Fucellia fucorum (Fallén)
	F. maritima (Haliday)
Coelopidae (3)	
	Coelopa frigida (Fabricius)
	C. pilipes Haliday)
	Malacomyia sciomyzina (Haliday)
Helcomyzidae (1)	
	Helcomyza ustulata Curtis
Heterocheilidae (1)	
	Heterocheila buccata (Fallén)
Hybotidae (123)	
	Chersodromia arenaria (Haliday)
	C. cursitans (Zetterstedt)
	C. hirta (Walker)
	C. incana (Walker)
Scathophagidae (42)	
	Ceratinostoma ostiorum (Haliday in Curtis)
	Scathophaga litorea (Fallén)
Sepsidae (23)	
	Orygma luctuosum Meigen
Sphaeroceridae (77)	
	Thoracochaeta brachystoma (Stenhammar)
	T. zosterae (Haliday)





12. Strandschoonmaakacties: (a) zeven en (b) aanplempen van het zand is funest voor strandleven. Foto's: Sytske Dijksen (Foto Fitis)
12. Cleaning the beach mechanically; (a) sand sieving and (b) heavy transport over the beach are disastrous for beach organisms.

aanspoelsel op Portugese stranden. Deze spelen wat later dan de korte periode van acht dagen een belangrijke rol bij de afbraak van aanspoelsel.

Vloedmerken verschillen in samenstelling. De hoofdcomponent kan zijn groenalgen, bruinalgen; kweldervegetatie of (vroeger bij ons) zeegras. Het afbraakproces en de organismen die erin leven zullen samenhangen met de samenstelling, maar vergelijkend onderzoek hiernaar is mij niet bekend.

Bedreigingen

Zeespiegelstijging

Nu onze kust op veel plaatsen vastgelegd is door stranden, die op hun plaats gehouden worden door zandsuppleties en dijken, zijn de natuurlijk processen van kustontwikkeling grotendeels onmogelijk gemaakt. Pleidooien voor een meer natuurlijke kustontwikkeling op de waddeneilanden (Oost *et al.* 2008) stuiten op grote bezwaren van bewoners. Onder natuurlijke omstandigheden zou een strand bij zeespiegelstijging gewoon wat landinwaarts schuiven om bij daling zich weer zeewaarts te verleggen (Pilkey *et al.* 2011). Daarmee verschuiven de aanspoelselzones ook. Slechts op enkele plaatsen in ons land krijgen dergelijke natuurlijke omstandigheden nog enigszins een kans zoals bijvoorbeeld op de Hors op Texel en de Kerf bij Schoorl. Dit zijn uitgelezen plaatsen voor onderzoek naar successie van plant en dier in strandaanspoelsel, maar dit wordt helaas niet of nauwelijks gedaan. Voor de inmiddels verlandde Kerf zal dit nu ook te laat zijn.



13. Vrijwilligers helpen SBB bij opruimen plastic in de Slufter Texel. Foto: Erik van der Spek
13. Volunteers help cleaning the beach in the Slufter, Texel.

Schoonmaakacties

Alarmerende berichten van Bretonse stranden waar waterstofsulfide vrijkomend uit massa's opgehoopte rottende algen de dood van honden en een paard veroorzaakten wil ik niet bagatelliseren. Opruimen van die algen neemt echter de oorzaak niet weg, want deze ligt hoogstwaarschijnlijk in de eutrofiëring van de zee door intensieve varkenshouderij. Die zal aangepakt moeten worden voor een blijvende oplossing.

Het schoonmaken van stranden mag een goede zaak lijken uit oogpunt van het toerisme, het werkt negatief op de biodiversiteit. Het afvoeren van algenaanspoelsel betekent de vernietiging van een refugium én een voedselbron voor allerlei organismen levend van en in het aanspoelsel. Het is ook het dichtdraaien van de subsidiekraan voor het leven op en in het strand. Niet regelmatig schoongeveegde stranden hebben een rijkere fauna dan geveegde. Colombini & Chelazzi (2008) halen onderzoek aan waarbij mechanisch schoongemaakte strandgedeelten werden vergeleken met onbehandelde. De strandfauna nam door de schoonmaakacties duidelijk af in diversiteit en aantallen organismen. Deels was dit ook het gevolg van het vastplempen van het zand door de gebruikte zware apparatuur (figuur 12). Het met auto's berijden van het strand is dus ook nadelig voor de fauna. Het best kan men de toerist zelf inschakelen om althans het menselijke afval (plastic, visnetten, ballonnen) op te ruimen. Alle acties als 'Houdt Nederland schoon' hebben echter nog geen positief effect op onze stranden, en zelfs het invoeren van statiegeld, vroeger heel gewoon, lijkt nu onhaalbaar. Staatsbosbeheer organiseert elk voorjaar zo'n schoonmaakactie met vrijwilligers in de Slufter op Texel; hierbij laat men het plantaardig aanspoelsel liggen (figuur 13).

Zandsuppleties

Zandsuppleties, de kunstmatige aanvulling van het kustprofiel met zand, hebben ongewild grote effecten op het leven in het strand. Wat in het strand leeft wordt bedolven en sterft, aanspoelsel verdwijnt eveneens onder het zand, het strand moet weer met een 'schone lei' beginnen. Tegenwoordig suppleert men langs de Nederlandse kust echter vooral zand op de vooroevers, wat minder effect op het strandleven zelf heeft, maar wel begraaft dit het benthos in die kustzone! Daarnaast wordt op de plek waar het suppletiezand gewonnen wordt de hele bodemfauna vernietigd.

Olievervuiling

In het bijzonder olievervuiling vormt een bedreiging voor het leven in de aanspoelselzone. Gelukkig neemt de hoeveelheid olie die aanspoelt op onze stranden af (Camphuysen 2010). Een ramp met een olietanker op de Noordzee valt helaas nooit uit te sluiten. Aanspoelende olie zal dan ook onze stranden blijven bedreigen en zich ophopen in de aanspoelselzone. Het uitgebreide onderzoek na de ramp met de Torrey Canyon in 1967 bij Land's End, Cornwall, heeft uitgewezen dat het grootste deel van de fauna in het vloedmerk dan sterft. Slechts een enkele strandvlo kon overspoeling van het aanspoelsel met olie overleven door zich in te graven. Behandeling met detergentia was zo mogelijk nog slechter. De la Huz *et al.* (2005) vonden een duidelijke afname van de strandfauna in NW Spanje na de ramp met de 'Prestige' in 2002. De meest vervuilde stranden verloren twee derde van hun soortenrijkdom. Vooral de in de aanspoelselzone levende insectenfauna werd de dupe, terwijl het aantal olichochaeten soms toenam en enkele vlokreeften en pissebedden (*Tylos europaeus*) de ramp overleefden door zich tot wel 20 cm diep in te graven. Weghalen van het met olie vervuilde algenmateriaal betekende ook het weghalen van een belangrijke bron van organisch materiaal voor de rest van de strandfauna.

Conclusie

Vloedmerken vormen een bijzonder, vaak slechts zeer lokaal en tijdelijk biotoop. Er leeft een interessante en in Nederland weinig bestudeerde fauna die een snelle successie van soorten kent. Omdat het afstervend materiaal in vloedmerken ook stank op kan leveren en dat voor badgasten minder aangenaam is, vormt het ook een sterk bedreigd biotoop. Het weghalen van vloedmerken betekent minder voedsel voor de strandfauna, het is het dichtdraaien van de subsidiekraan, en dus een verarming in soorten en aantallen strandorganismen. Vloedmerken vormen bovendien een eerste stadium voor nieuwe duinvorming, terwijl het weghalen kusterosie verhoogt. Kunnen we voor al deze voordelen niet een beetje stank en 'rommel' op de koop toe nemen?

Dankwoord

Dank aan anonieme reviewers en welwillende lezers die mijn tekst leesbaarder maakten en aan de fotografen Sytske Dijksen (Foto Fitis) en Erik van der Spek (Staatsbosbeheer) die mij illustraties ter beschikking stelden. Tenslotte aan de directie van het NIOZ die mij een werkkamer en faciliteiten geeft.

Literatuur

Aldrich JM 1918. The Kelp-flies of North America (genus *Fucellia*, family Anthomyidae). Proceedings of the California Academy of Sciences 8: 157-179.

Bernasconi MV, Berger D & Blanckenhorn WU 2010. Systematic ambiguity in the well-established model system insect *Scathophaga stercoraria* (Diptera: Scathophagidae): sister species *S. soror* revealed by molecular evidence. Zootaxa 2441: 27-40.

Beuk PLTh 2002. Checklist of the Diptera of the Netherlands. KNNV Uitgeverij.

Cadée GC 2001. Zilvermeeuwen profiteren van sterven van *Ensis directus*. Het Zeepaard 61: 133-140.

Cadée GC 2010. Spreeuwenbuffet in algenbrij. Natura 107: 166-167.

Camphuysen CJ 2010. Declines in oil-rates of stranded birds in the North Sea highlight spatial patterns in reductions of chronic oil pollution. Marine Pollution Bulletin 60: 1299-1306.

Colombini I & Chelazzi L 2003. Influence of marine allochthonous input on sandy beach communities. Oceanography and marine Biology: An Annual Review 41: 115-159.

De la Huz R, Lastra M, Junoy J, Castellanos C & Viéitez JM 2005. Biological impacts of oil pollution and cleaning in the intertidal zone of exposed sandy beaches: Preliminary study of the "Prestige" oil spill. Estuarine, Coastal and Shelf Science 65: 19-29.

Docters van Leeuwen WM 1920. The galls of Krakatao. Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg 31: 57-82.

Dobson T 1976. Seaweed flies (Diptera: Coelopidae, etc.) In: Marine Insects (Cheng L ed): 447-461. NorthHolland Publishing Company.

Dürkop H 1934. Die Tierwelt der Anwurfzone der Kieler Förde. Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein 21: 480-540.

Haghebaert G & Grootaert P 1991. Waarnemingen over de Coleoptera en Diptera rond het Slack - estuarium te Ambleteuse (Frankrijk, Pas de Calais). Phegea 19: 107-112.

Hemminga MA, van Soelen J & Koutstaal BP 1990. Tidal dispersal of salt marsh insect larvae within the Westerschelde estuary. Holarctic Ecology 13: 308-315.

Koop K & Lucas MI 1983. Carbon flow and nutrient regeneration from decomposition of macrophyte debris in a sandy beach microcosm. In: Sandy Beaches as Ecosystems (McLachlan A & Erasmus Th ed): 249-262. W Junk publishers.

Linke O 1956. Quallen-Spülsäume. Natur und Volk 86: 119-127.

Marschall SA 2012. Flies. The natural history and diversity of Diptera. Firefly books Ltd.

Olabarria C, Lastra M & Garrido J 2007. Succession of macrofauna om macroalgal wrack of an exposed sandy beach: Effects of patch size and site. Marine Environmental Research 63: 19-40.

Oost A (ed) 2008. Eilanden natuurlijk. Natuurlijke ontwikkeling en veerkracht op de Waddeneilanden. Waddenvereniging.

Oosterbroek P, De Jong H & Sijstermans L 2005. De Europese families van muggen en vliegen (Diptera). KNNV Uitgeverij.

Paley W 1802. Natural Theology or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity. Faulder.

Pilkey OH, Neal WJ, Kelley JT & Cooper JA 2011. The World's Beaches. A global guide to the science of the shoreline. University California Press.

Schrama M 2012. The assembly of a saltmarsh ecosystem. The interplay of green and brown webs. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

Shridhar KR, Karamchand KS, Pascoal C & Cássio F 2012. Assemblage and diversity of Fungi in wood and seaweed litter of seven northwest Portuguese beaches. In: Biology of marine Fungi. (Raghukumar C ed): 209-228. Springer.

Sliggers BC & Wertheim AA 1992. Op het strand gesmeten. Vijf eeuwen potvisstrandingen aan de Nederlandse kust. Walburg Pers.

Summary

Driftlines: species-rich but threatened microhabitats

Organic debris congregating in the supra littoral zone of our coasts is rapidly invaded by an interesting, typical and varied, but little studied fauna. The flora typical for the older wrack lines is better studied than the fauna occurring hidden between the wrack. This fauna changes with time from mainly marine crustaceans, among others sand-hoppers (amphipods) feeding directly on the fresh algae, to a divers fauna which either feeds as larvae on the rotting algae (wrack flies, Coelopidae); consume the fungi and microbes (mites, springtails), or are predators (spiders, beetles, birds). Organic debris on the beach forms the main input of food for the beach ecosystem; it is a so-called subsidized system. Beach cleanup by raking and sieving, often practiced on tourist beaches, means a removal of this subsidy and results in an impoverished beach ecosystem. It even causes beach erosion as wrack helps formation of pioneer dunes. Vehicles used for beach grooming as well as all other beach driving destroys beach life. Other menaces for the typical community living in wrack-lines are oil pollution, as spilled oil also aggregates in the high tidal area and will kill all organisms except those that can dig deep in the sediment like some sand-hoppers. Sea-level rise may cause removal of wrack deposits if the coastline cannot move landward with the rising sea. Beach nourishment to 'restore' beach erosion will bury wrack deposits.



Gerhard C. Cadée
Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
Postbus 59
1719 AB Den Burg
gerhard.cadee@nioz.nl