

DE GROTE REDE

NIEUWS OVER KUST EN ZEE

**Over strandsuppleties,
zandkorrels en duinen:
Het zandbudget van
onze kust**

#60
NOVEMBER 2024



**PFAS aan zee,
moeten we ons
zorgen maken?**

**Duik mee in
de wereld van
de eenoogkreeftjes**

Wat leeft laat sporen na. Wij, mensen, vormen daar geen uitzondering op. Of beter, blijken kampioenen in het slordig omgaan met onze omgeving. Wat misschien op het eerste gezicht onschuldig lijkt, wordt na grondige evaluatie en wetenschappelijk studiewerk, wel vaker 'hot news' en de zoveelste daad van nestbevuiling.

Ja, we hebben het over de PFAS-en van deze wereld. Over plastic. Over CO₂. En nog zoveel meer...

In een eerste hoofdartikel van deze Grote Rede krijg je een synthese voorgeschoteld van wat PFAS doet met onze kust, en in welke mate we hiervan wakker moeten liggen. PFAS, een groep stoffen waar de meeste mensen voor het débaclé met 3M nooit eerder over hadden gehoord. Of wat gezegd van plastic dat al vele decennia in gebruik is en achteloos rondslingert op de meest onverwachte plekken? Toch kreeg ook dit probleem pas echt volle aandacht nadat een eenzame zeiler te midden de Stille Oceaan op een van de later zo genoemde 'afvaleilanden' was gebotst. Plots begon iedereen rond zich het plastic probleem te zien, ging men studies allerhande uitvoeren, beleid ontwikkelen, en sensibiliseren... Hetzelfde geldt voor het klimaatprobleem en de relatie met de uitstoot van CO₂. Ook hier verliep het proces van vaststelling, erkenning dat er een verband was, tot besef dat actie nodig was, met horten en stoten. En dan hebben we het nog niet gehad over de meer dan 20.000 zeecontainers die naar schatting jaarlijks wereldwijd overboord slaan en waarvan de gevolgen onbekend zijn. Of over alle in scheepswrakken en op andere plekken achtergebleven oorlogsmunitie op zee.

Het moge duidelijk zijn. Voorkomen is altijd beter dan genezen. In een vroeg stadium aandacht schenken en onderzoeken is slimmer dan wachten tot het probleem breed uitgesmeerd is en vaak nog moeilijk in te dammen.

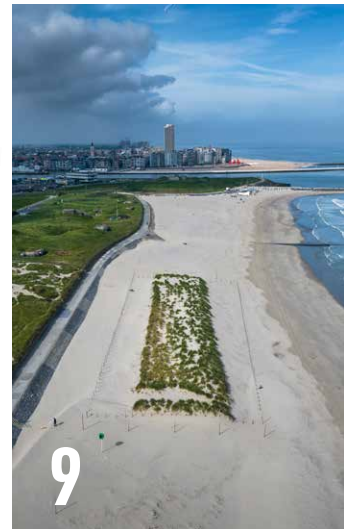
Maar gelukkig laten we ook veel positieve sporen na. Om maar één te noemen, in de vorm van kennis. Met De Grote Rede zijn we fier dat we jullie al die tijd hebben kunnen verwennen. De Grote Rede bood in de voorbije kwarteeuw niet minder dan 60 nummers, 180 hoofdartikels en honderden kortere bijdragen, 100 'Zeewoorden' verklaard, voor in totaal meer dan 1500 pagina's leesplezier! Geniet dus van deze publicatie. En laat de Grote Rede een aanlegsteiger zijn op zee, een plek voor bezinning, een bron van "wijsheid".

Coverbeeld: © Glenn Strypsteen

INHOUD #60



4



9



14



19



25

Kustkiekje	3
PFAS aan zee, moeten we ons zorgen maken?	4
Over strandsuppleties, zandkorrels en duinen: het zandbudget van onze kust	9
Onzichtbaar, onmisbaar: duik mee in de wereld van de eenoogkreeftjes	14
Daar komen de krabben! En ze zijn met veel.	19
Waarom ernstig bedreigde paling blijven eten?	20
Ambergrijs, drijvend goud uit een potvis	21
Duurzaamheidsdoelstellingen onze kust: SDG15: leven op het land	22
Vlaamse vissers gestrand in Patagonië	23
Navigeren door educatief materiaal	24
De zee als goed doel kent geen grenzen	25
Zeewoorden: Cadzand / Aalscholver	26
In de branding	30

Kustkiekje

**Welke bekende Oostendenaar ligt
begraven naast deze kerk?**

Antwoorden kan op kustkiekjes@vliz.be
met als onderwerp 'Grote Rede nr. 60'.

Uit alle juiste inzendingen wordt een
winnaar geloot, die een boekenprijs wint.





© Shutterstock

PFAS AAN ZEE, moeten we ons zorgen maken?

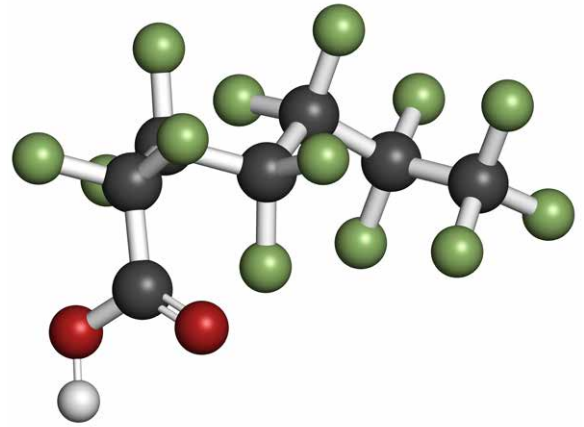
Steven Dauwe¹

In 2020 streden woorden als “covid” en “corona” voor de titel van “woord van het jaar”. In 2021 viel die bedenkelijke eer te beurt aan “PFAS”. Tijdens werkzaamheden aan de Oosterweelverbinding, in de buurt van de 3M-site in Zwijndrecht, werden dat jaar namelijk extreem hoge concentraties van dit toxisch goedje gemeten. Deze ontdekking leidde tot een storm van media-aandacht, politiek vingerwijzen, maar gelukkig ook nieuw wetenschappelijk onderzoek. Vandaag, meer dan drie jaar later weten we al iets meer over deze onzichtbare indringer en loont het de moeite om eens te kijken of PFAS ook in het marien milieu terug te vinden zijn. Komen ze voor aan onze geliefde kust? Blijft een kustbezoek nog wel goed voor onze gezondheid of strooit PFAS roet in het eten? Wordt het in de toekomst beter?

¹ Vlaams Instituut voor de Zee



Hun vet- en waterafstotende eigenschappen maken PFAS bijzonder gewild in tal van toepassingen, waaronder anti-aanbaklagen voor pannen en ovenmateriaal. © Shutterstock



Een 3D-model van perfluorheptanoic acid (PFHpA), een PFAS-molecule. De cirkels stellen atomen voor: waterstof (wit), koolstof (grijs), zuurstof (rood), fluor (groen). © Shutterstock

WAT ZIJN PFAS?

Ondanks alle recente aandacht zijn PFAS (Per- en polyFluorAlkyl Stoffen) allesbehalve nieuw. Ze zijn al meer dan 70 jaar in gebruik en in die tijd zijn ze uitgegroeid tot een groep van meer dan 10.000 chemische stoffen. De reden voor hun grote populariteit ligt in de kenmerkende vet- en waterafstotende eigenschappen. Deze eigenschappen maken PFAS bijzonder gewild in tal van toepassingen, gaande van verpakkingsmiddelen, anti-aanbaklagen voor pannen en ovenmateriaal, brandwerende schuimen, outdoor kledij, schoonmaakproducten, etc. Maar zoals zo vaak, geen voordelen zonder nadelen. Om te beginnen is de groep PFAS tegenwoordig zodanig omvangrijk geworden

“UIT EEN EERSTE UITGEBREIDE INVENTARIS VAN DE PFAS-VERSPREIDING IN EUROPA BLIJKT DAT PFAS-VERVUILING WIJDVERSPREID IS.”

dat het onmogelijk is om ze volledig te doorgronden. We weten dus eigenlijk nog niet zo bijzonder veel over wat al deze stoffen in het milieu en in ons lichaam uitspoken. Wat we wel met zekerheid weten, is dat ze stuk voor stuk potentieel toxisch zijn en niet op een natuurlijke wijze in het milieu afbreken. Ze worden daarom ook vaak de “forever chemicals” genoemd. Daarnaast verspreiden

PFAS zich bijzonder gemakkelijk in het milieu. Omdat ze niet op een natuurlijke manier afbreken gaan ze bij herhaaldelijke blootstelling opstapelen in planten en dieren (bioaccumulatie). Verder toont onderzoek aan dat de PFAS-concentraties toenemen naarmate men hogerop in de voedselketen komt (biomagnificatie). Vooral vis en schaaldieren zijn, naast eieren en op vervuilde bodems gekweekte producten, bijzonder vatbaar voor hoge PFAS-concentraties.

HOE GEVAARLIJK ZIJN DEZE STOFFEN?

Wat deze stoffen met ons doen en welk risico we lopen ziek te worden na opname is niet zo eenvoudig vast te stellen. Onze kennis beperkt zich grotendeels tot enkele van de meest voorkomende PFAS-stoffen. Daarnaast spelen wisselende factoren als blootstellingsduur en PFAS-concentratie een belangrijke rol. Bovendien is er nog bijzonder weinig bekend over hoe PFAS reageren met andere gevaarlijke stoffen, zoals zware metalen, pesticiden en PCB's – ook wel mengseltoxiciteit genoemd – en wat de gevolgen van deze mengseltoxiciteit zijn voor mens en milieu.

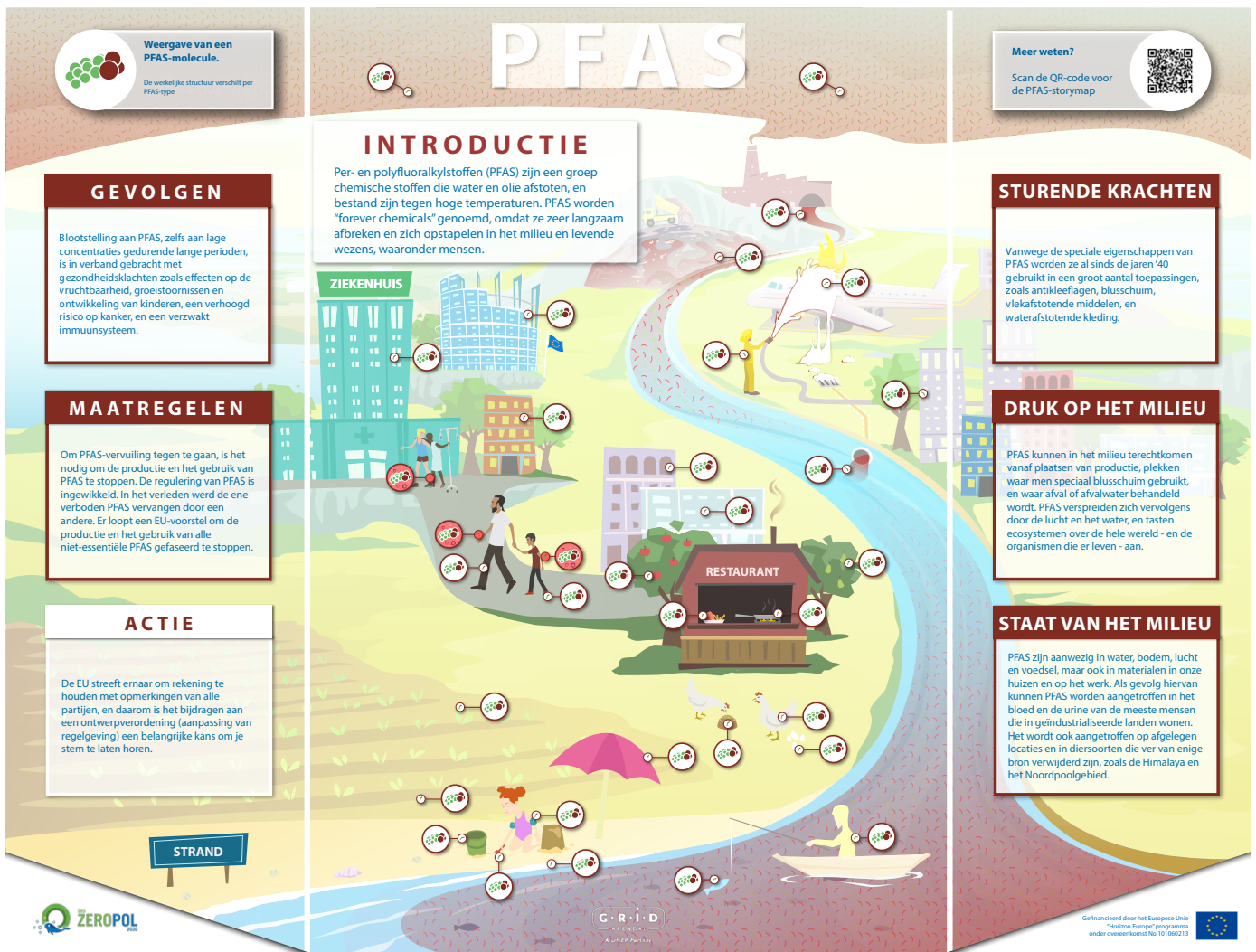
Wat wel steeds duidelijker wordt, is dat PFAS een hele waslijst aan reacties kan in gang zetten. De lijst aan negatieve effecten in het geval van te hoge PFAS-concentraties groeit met elk nieuw onderzoek. Een van de eerste en meest waarschijnlijke reacties is de aantasting van het immuunsysteem. Naast een immunoreactie kunnen ook het zenuwstelsel, de voortplanting en het metabolisme worden aangetast. Daarnaast zijn te hoge concentraties PFAS inmiddels in verband gebracht met bloedvergiftiging, verstoringen

in de schildklierhormoonregulatie, een verhoogd risico op kanker en een toename van cholesterol. Daarbij neemt het risico en de impact op onze gezondheid toe naarmate de concentratie PFAS in het lichaam en de aanwezigheid van andere pollutanten stijgt.

PFAS kunnen het lichaam binnendringen door het consumeren van besmet voedsel en drinkwater, het inslikken van bodem- en stofdeeltjes, door inademing en via huidcontact. Eenmaal in het lichaam stapelen ze zich voornamelijk op in de lever, nieren en gal en in mindere mate in het spierweefsel. Het lichaam kan PFAS gedeeltelijk uitscheiden via urine, bloedverlies en moedermelk, al kan je die laatste moeilijk een permanente oplossing van het probleem noemen.

WAAR VIND JE PFAS?

Uit een eerste uitgebreide inventaris van de PFAS-verspreiding in Europa blijkt dat PFAS-vervuiling wijdverspreid is, met vandaag ongeveer 2.100 PFAS hot spots (plekken waar meer dan 100 ng/kg PFAS zijn gedetecteerd). Ze zijn aangetroffen in alle milieucompartmenten (lucht, water, bodem) en biota (planten, dieren, mensen). Ondanks de toename in metingen, blijft België en vooral Vlaanderen koploper wat betreft milieuconcentraties. Op basis van een grootschalige screening door de Vlaamse Milieumaatschappij weten we nu dat PFAS in Vlaanderen algemeen voorkomen in het Vlaamse afval- en oppervlaktewater, de waterbodem, het grondwater en in planten en dieren. Hoewel de meerderheid van deze metingen binnen veilige gezondheidsmarges ligt, zijn er duidelijke PFAS-hot spots, gelinkt aan historisch PFAS-gebruik.



De stroom en opstapeling van PFAS in het milieu. Infografiek gemaakt door GRID-Arendal in het kader van het project 'Source to Seas – Zero Pollution 2030'. (ZEROPOL2030)

EINDSTATION ZEE?

We horen je al denken... Als PFAS overal op het land en in de waterlopen voorkomen, dan moeten ze toch ook in de zeeën en oceaan zitten? Klopt! Dankzij wetenschappelijk onderzoek weten we dat PFAS zowel in zoet, brak als zout water aanwezig zijn. Meer zelfs, wetenschappers schatten dat maar liefst 95% van alle PFAS gedurende hun levenscyclus minstens eenmaal in contact komen met water. Door hun detergentachtige eigenschappen bewegen deze stoffen zich bijzonder gemakkelijk met het water mee waardoor ze zich snel wereldwijd kunnen verspreiden, zelfs tot in de open oceaan en de poolgebieden.

PFAS komt in het mariene milieu terecht via rivieren en atmosferische neerslag. Heel ruw geschat komt er jaarlijks in Europa 26 ton aan PFAS in zee terecht. Eenmaal in het mariene milieu kan je ze aantreffen in de waterkolom, het zeeschuim, de zeebodem en het zeeleven. In het water verplaatsen PFAS-deeltjes zich horizontaal en verticaal door zich te hechten aan vaste (organische) deeltjes. Hierdoor bevindt de overgrote

meerderheid aan PFAS in zeewater zich op of nabij het wateroppervlak. Na een verblijf in de waterkolom zinken PFAS uiteindelijk naar de zeebodem. Op lange termijn is de oceanbodem het eindstation voor nagenoeg alle mariene PFAS-vervuiling.

In het mariene milieu vindt men de hoogste PFAS-concentraties terug in kustgebieden. Niet onlogisch gezien de nabijheid van rivieren en menselijke activiteit. Onderzoek en monitoring laten echter zien dat PFAS-concentraties in zeewater nagenoeg altijd onder de milieugrens blijven, waar dit in waterlopen zeker niet steeds het geval is. De afstand tot de vervuilsbron is immers aanzienlijk groter en er treedt bovendien een aanzienlijk verdunningseffect op. Maar hier houdt het niet op, ook de oploseigenschappen van PFAS kunnen een rol spelen. Zo heeft PFOS (PerFluorOctaanSulfonaat), de meest voorkomende PFAS-stof in waterige milieus, de neiging om zich te binden aan sediment of opgeloste deeltjes bij toenemend zoutgehalte. Hoe zouter het water, hoe minder PFOS je erin terugvindt. Estuaria zoals onze Schelde kunnen op die manier fungeren als een PFOS-buffer

voor het mariene milieu. Maar het mariene milieu omvat natuurlijk meer dan enkel het zeewater...

EEN VISPANNETJE OF TOCH MAAR STOOFFLEES?

Laten we maar ineens met de deur in huis vallen. Er zitten PFAS in de vis en schaaldieren die we eten. PFAS zijn inmiddels waargenomen in de volledige mariene voedselketen. Van de kleinste algen en plankton, via ongewervelden zoals week- en schaaldieren, tot vissen en toppredatoren als pijlstormvogels, zeehonden, dolfinen en haaien. Algen, wieren, plankton en de kleinere zeedieren nemen met PFAS vervuuld water en sediment op (de bioaccumulatie), waarna de PFAS zich opstapelen naarmate men verder klimt in de voedselketen (de biomagnificatie). Zeezoogdieren en zeevogels vertonen van alle zeedieren gemiddeld gezien de hoogste PFAS-concentraties.

Ook in de Belgische Noordzee zijn er vissoorten en garnalen en krabben gevangen die PFAS bevatten. De concentraties PFAS



Wanneer golven breken worden minuscule zeewaterdruppels de lucht ingeslingerd. Deze zogenaamde zeespray aerosolen vormen een belangrijk transportmiddel voor PFAS van zeewater naar de atmosfeer. © Shutterstock

lagen hierbij doorgaans hoger dicht bij de kust en dicht bij het Schelde-estuarium dan bij individuen gevangen verder op zee. Bij een aantal exemplaren lagen de concentraties hoger dan de toegelaten grenswaarde (9,1 µg/kg natgewicht). Dit betekent echter niet noodzakelijk dat het onveilig is om vis uit onze Noordzee te eten, of dat visconsumptie per se ongezond is. Mits een gevarieerd dieet is er bijzonder weinig risico op schadelijke PFAS-effecten door de consumptie van vis en zeevruchten. We kunnen dus met een gerust hart blijven genieten van een vispannetje of verse garnaalkroketjes.

GEZONDE ZEELUCHT?

Vis eten blijft dus mogelijk, maar wat met de gezonde zeelucht waar onze kust zo voor bekend staat? Ook in de lucht die we aan zee inademen zit namelijk PFAS. Er is gewoonweg geen ontkomen aan. PFAS komen in de (zee) lucht terecht via zeespray. Deze minuscule zeewaterdruppels bestaan uit een mengeling van zeewater en organische deeltjes die de lucht in worden geslingerd wanneer luchtballen aan het wateroppervlak openbarsten. Ze komen voornamelijk tot stand bij het breken van golven. Wat blijkt nu? Deze zeespray aerosolen zijn een erg belangrijk transportmiddel voor PFAS. Deze kleine, zwevende druppeltjes zijn zelfs zo efficiënt in het meevoeren van PFAS dat ze wereldwijd evenveel of misschien zelfs meer PFAS vervoeren dan wat via landbronnen het milieu bereikt. Men schat dat jaarlijks 183 ton PFAS via deze zeedruppels in de atmosfeer terecht komen. Eens in de atmosfeer kunnen ze zich over honderden tot tienduizenden kilometers verspreiden vooraleer ze terug op het land neerslaan. In eerste instantie ontdekken de kustregio's hiervan de impact. Dit betekent dat we het mariene milieu niet enkel als een opslagplaats voor PFAS mogen zien, maar ook als een potentieel belangrijke oorzaak van PFAS-vervuiling aan land.

Onderzoek van VITO aan de Belgische kust heeft aangetoond dat de concentraties PFAS

in de lucht er daadwerkelijk hoger zijn dan die in landelijk en stedelijk gelegen meetstations verder landinwaarts. Toch hoeven we ons niet teveel zorgen te maken. De gemeten concentraties zijn te laag om een bedreiging te vormen voor onze gezondheid. Bovendien konden onderzoekers van het VLIZ, UGent en Universiteit Antwerpen recent nog aantonen dat bacteriën in zeelucht dan weer een positieve invloed hebben op ons immuunsysteem. Alles samen blijft zeelucht dus bovenal goed voor onze gezondheid!

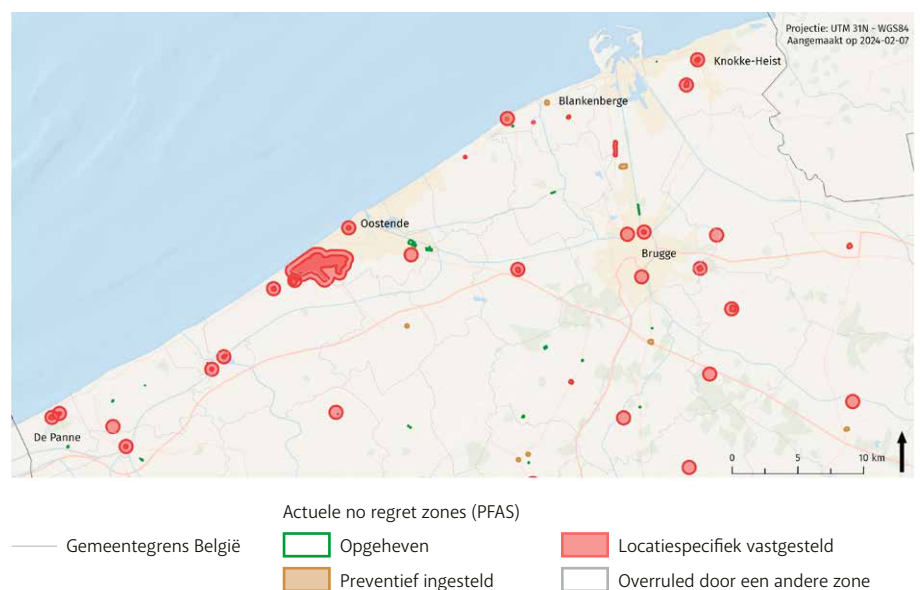
PFAS-ZANDKASTELEN?

“What goes up, must go down”, horen we je denken? Zeer zeker, ook voor PFAS geldt de zwaartekracht. PFAS in zeelucht (en in zeeschuim, maar hier komen we later toe) bereiken in de eerste plaats het strand. De afgelopen jaren zijn op verschillende tijdstippen metingen uitgevoerd naar de

aanwezigheid van PFAS op stranden en in de duinen langs de Nederlandse en Belgische kust. En wat blijkt, op alle onderzochte locaties vind je PFAS. De hoeveelheden en samenstelling variëren echter erg sterk per locatie. In ons land zijn nog geen zorgwekkende PFOS-concentraties gemeten, op Nederlandse stranden bleken er enkele hotspots voor te komen (>59,0 µg/kg PFOS).

In België deed VITO recent onderzoek naar PFAS in het strandzand en het duinzand. Ook daar komen PFAS voor, met de hoogste concentraties in het duinzand. In tegenstelling tot de Nederlandse stalen, zijn hier geen zorgwekkende metingen gedaan. Er zit dus effectief PFAS in het Belgische strandzand, al is de kans op gezondheidsrisico's door contact met PFAS op het strand bijzonder klein. Het is ook zeer onwaarschijnlijk dat iemand te veel gecontamineerd zand inslikt of hiermee aanzienlijk en langdurig huidcontact maakt. Zandkastelen bouwen of putten graven blijft dus veilig voor de gezondheid... althans wat PFAS-betreft.

Als we echt heel diep gaan graven, tot bij de zoetwaterlenzen onder de duinen is het mogelijk een ander verhaal. PFAS kan namelijk infiltreren tot het grondwater. Wanneer dit grondwater omgezet wordt tot drinkwater, kan er een gezondheidsrisico optreden. Door een gebrek aan cijfergegevens is er echter nog veel onzekerheid rond dit risico en moet meer onderzoek helpen om de potentiële impact van dit proces in te schatten.



'No regret zones' aan de Belgische kust. 'No regret zones' zijn locaties waar bepaalde activiteiten preventief verboden zijn omdat de gemeente er zorgwekkende hoeveelheden PFAS heeft aangetroffen. Luchthavens en oefenterreinen van de brandweer zijn klassieke PFAS-hotspots. (Basiskaart: ESRI, België: NGI, Belgisch deel van de Noordzee: Vlaamse Hydrografie, PFAS: Databank Ondergrond Vlaanderen)

Om het verhaal van de PFAS die uit de lucht komen gevallen compleet te maken, keren we nog eens terug naar de zeespray-aerosolen. We hebben eerder al verteld dat PFAS via deze zeespray ver landinwaarts kunnen reizen, en ook meer landinwaarts zijn PFAS te vinden. De met PFAS-vervuilde zeedruppels zijn hier vermoedelijk niet de hoofdoorzaak van de vervuiling en moeten we eerder in de richting kijken van huidige of historische menselijke activiteiten. Zo blijken luchthavens en oefenterreinen van de brandweer klassieke PFAS-hotspots. Als een gemeente op zijn grondgebied zorgwekkende hoeveelheden PFAS aantreft, kunnen ze preventieve “no-regret” maatregelen treffen. In de praktijk kan het gaan om een verbod op grondwaterextractie of het verbieden van de consumptie van eigen gekweekte groenten.

NIET ZO PROPER SCHUIM?

Nu we toch bezig zijn, is het beter om volledig open kaart te spelen. We hebben naar PFAS gekeken in het water, in zeevoedsel, de lucht, het strand en toch zijn we er nog net niet helemaal. Zeeschuim, die onschuldig ogende zachte wolkjes die af en toe onze stranden overspoelen bevatten... Je kent het antwoord inmiddels... ook PFAS.

De vorming van zeeschuim heeft veel gemeen met de vorming van zeespray. Hoe sterker de wind en de golven, hoe meer zeeschuim er kan ontstaan. Je vindt zeeschuim dan ook het vaakst terug in de branding, de zone waar de golven breken en uitrollen op het strand. Zeeschuim ontstaat door een samenspel van zeewater, wind en een oppervlakte-actieve stof (surfactant). Deze surfactant kan zowel van menselijke (meststoffen, detergent, etc.) als van natuurlijke oorsprong zijn (uiteenvallende kolonies schuimalg of andere dode organische materie), waardoor het voorkomen een seizoenaal karakter kent. Langs de Belgische kust ligt de piek traditioneel tussen maart en mei, dus buiten het badseizoen.

Gezien de sterke link met zeespray kan ook zeeschuim bovengemiddeld veel PFAS bevatten. VITO zocht in samenwerking met het Agentschap Zorg en Gezondheid in 2021 en 2022 naar PFAS in het zeeschuim langs onze kust. De PFAS-concentraties in de verzamelde stalen varieerden sterk, van 8,7 µg/L tot 2.400 µg/L. Om dit in perspectief te plaatsen, de ecologische grenswaarde bedraagt 7,2 µg/L. Zeeschuim is dus duidelijk gevoelig voor PFAS-aanrijking. Door de weinige zeeschuimstalen en de grote variabiliteit in gemeten PFAS-concentraties is het echter moeilijk om veel conclusies te trekken over waar, wanneer en hoeveel PFAS er voorkomt in zeeschuim aan zee.



Zeeschuim op het strand van Schiermonnikoog in Nederland. © Ronald Wilfred Jansen - Shutterstock.com

Ook wat betreft het risico voor de volksgezondheid blijft veel onzeker. Of zeeschuim een gezondheidsrisico vormt, hangt vooral af van de PFAS-concentratie in het schuim, de frequentie en duur van het contact, de hoeveelheid schuim die met de huid in aanraking komt, en of er schuim wordt ingeslikt. Om dit risico te beoordelen, heeft VITO een eigen blootstellings- en risicobeoordelingskader opgesteld voor zowel kinderen als volwassenen, gericht op recreatie aan zee. Hieruit blijkt dat gezondheidsrisico's enkel kunnen optreden in geval van een chronische en intensieve blootstelling zoals bij het herhaaldelijk inslikken van erg gecontamineerd zeeschuim. Vooral watersporters en kleine kinderen zijn kwetsbaar. Op basis van de resultaten van dit onderzoek stelde het Agentschap Zorg en Gezondheid enkele voorzorgsmaatregelen in: niet spelen in of met zeeschuim, niet bewust zeeschuim inslikken, en een goede hygiëne toepassen na een strandbezoek (bijvoorbeeld door het lichaam af te spoelen met water en de handen te wassen).

WAT BRENGT DE TOEKOMST?

We zijn dit verhaal begonnen met PFAS de “forever chemicals” te noemen. Is alle hoop dan verloren? Gelukkig niet. Om te beginnen kan je in uiterste nood PFAS-vervuiling op een industriële manier saneren. Maar dit is duur, weinig efficiënt en vergt veel energie. Idealiter doen we het dus anders. Zoals altijd geldt dat voorkomen beter is dan genezen. Met het Europese “Zero Pollution Action Plan” wil Europa tegen 2050 de milieuvuiling in het water, de bodem en de lucht zodanig verminderen tot er geen gevaar meer overblijft voor mens en milieu. Voor PFAS betekent dit een verdere uitfasering. Doel is om nog enkel PFAS te gebruiken waar écht nodig en geen milieuvriendelijk alternatief voorhanden is. Om toe te werken naar deze ambitieuze milieudoelstellingen heeft

Vlaanderen de Visie Zeer Zorgwekkende Stoffen opgesteld.

Dat dergelijke preventiemaatregelen wel degelijk hun nut hebben, bewijzen monitoringresultaten uit Zweden. Onderzoekers daar onderzochten gedurende veertig jaar de evolutie van PFAS in het marien milieu (bv. in vis- en vogelsoorten). En wat bleek? Na de invoering van PFAS-bepalende maatregelen stabiliseerden de PFAS-concentraties in dalende lijn sinds het stopzetten van de PFAS-productie door 3M in 2015.

In de toekomst is er mogelijk nog een onverwachte bondgenoot. Uit cases in het verleden is gebleken dat, mits voldoende tijd en een continue blootstelling aan een bepaalde verontreinigende stof, micro-organismen ons misschien wel te hulp kunnen schieten. In die gevallen ontwikkelen bacteriën afbraakreacties en ruimen het goedje op. We moeten het nog zien. Tot die tijd blijft een brongerichte aanpak van de problematiek in combinatie met doelgroepgerichte sensibiliseringsacties de meest waardevolle strategie in het aanpakken van de PFAS-vervuiling. En af en toe genieten van een zeebezoekje kan natuurlijk nooit kwaad.

BRONNEN

- Dauwe, S.; Devriese, L.; Verleye, T.J.; Pirlet, H. (2024). De aanwezigheid en impact van PFAS in een marien milieu – de Belgische kustzone en het Schelde-estuarium als case study. VLIZ Beleidsinformerende Nota's, 2024_01. Vlaams Instituut voor de Zee: Oostende. 43 pp. <https://dx.doi.org/10.48470/72>
- De Brouwere, K.; Gemoets, J.; Jacobs, G.; Voorspoels, S. (2023). PFAS in zeewater en zeeschuim. VITO: Mol. 29 + bijlage pp.
- Vlaeminck, K.; Briels, N.; Viaene, K.; Vangheluwe, M.; Verdonck, F. (2023). Oriënterend onderzoek naar verspreiding van PFAS in Vlaanderen: Afvalwater, oppervlaktewater, waterbodembiot, biota & grondwater. ARCHE Consulting: Gent. 104 pp.
- PFAS-Verkenner, Vlaamse overheid: www.dov.vlaanderen.be/portaal/?module=pfasverkenner
- Horizon Europe SOS-ZEROPOL2030 project: <https://soszeropol2030.eu/#>



© Glenn Strypsteen

Over strandsuppleties, zandkorrels en duinen **HET ZANDBUDGET VAN ONZE KUST**

Onze kustlijn, met 65 kilometer aan zandstranden, duinen en badplaatsen, is het meest dynamische gebied van het land. Ze biedt niet alleen natuurlijke schoonheid en economische troeven door toerisme, maar fungeert ook als een cruciale barrière tegen de Noordzee. Door de gevolgen van klimaatverandering, zoals zeespiegelstijging en mogelijk frequentere stormen, is het versterken van deze natuurlijke bescherming broodnodig.

Veel mensen denken bij kustveiligheid aan zeedijken, maar zand speelt een nog belangrijkere, vaak onopvallende rol. Het strand- en duinzand vormt de eerste verdedigingslinie tegen de zee en is cruciaal voor het behoud van onze kustlijn. Brede badstranden bieden niet alleen ruimte voor recreatie, ze zijn ook essentieel als bescherming tegen stormen en overstromingen.

Glenn Strypsteen¹, Bart Roest^{1,2}

¹ Hydraulica en Geotechniek, Departement Bouwkunde, KU Leuven Campus Brugge, België.

² IMDC, Antwerpen, België



Het zand aan onze kust is continu in beweging, wat vereist dat kustbeheerders regelmatig dienen in te grijpen. Waar het ongewenst is, zoals op tramsporen of wegen, moet het worden verwijderd. © Glenn Strypsteen.

Maar hoe werkt dit precies? Hoeveel zand is er nodig om zowel de kust als het hinterland te beschermen? Waar komt dit zand vandaan? Is er voldoende beschikbaar, en hoe kunnen we het op de juiste plek houden? In dit artikel onderzoeken we het concept van een zandbudget voor onze kust, de rol van zeezand in kustbescherming, en hoe zand voortdurend in beweging is. We bekijken ook duurzame oplossingen om zand beter vast te houden.

HET ZANDBUDGET: WANNEER, WAARHEEN EN HOEVEEL?

Zand, altijd in beweging

Het zand aan onze kust is voortdurend in beweging, zowel onder als boven de waterlijn. Onder water verplaatsen golven en getijdenstromingen het zand. Zo hoopt het zich op in de vorm van zandbanken of spoelt naar het strand, wat de dynamiek van de kustlijn beïnvloedt. Boven water speelt de wind een cruciale rol. Deze kan zand van het strand blazen en afzetten tegen obstakels zoals duinen, gebouwen en dijken. Een onaangenaam gevolg hiervan is ophoping op wegen en tramsporen. De zanddynamiek is een delicaat samenspel van opbouw en afbraak, aanwas en erosie. De wind en golven veranderen voortdurend van richting, wat de zandverplaatsing beïnvloedt. Ook de vloed- en ebstromen bewegen in tegengestelde richting langs de kust.

Gemiddeld over het jaar bekeken is er enige orde in deze chaos. De heersende wind aan de kust komt meestal uit het westen. Dat resulteert in een netto transport van

zand naar het oosten, van Frankrijk naar Nederland. Ook golven komen voornamelijk uit westelijke richtingen en vervoeren het zand in oostelijke richting. Tevens is de sterke vloedstroom naar het oosten gericht, wat meer transport veroorzaakt dan de zwakkere ebstroom in de tegenovergestelde richting.

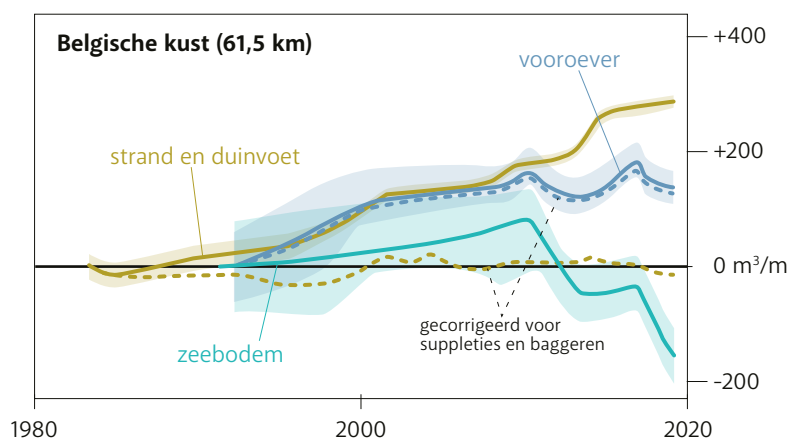
Dit constante zandtransport vereist dat kustbeheerders regelmatig ingrijpen om het zand op de juiste plekken vast te houden en te sturen. Waar zand verdwijnt, moet het worden aangevuld. Waar het ongewenst is, zoals op tramsporen of wegen, moet het worden verwijderd. België heeft ervoor gekozen om geen land aan de zee prijs te geven en de kustlijn op haar huidige positie te handhaven (of iets zeewaarts in de

toekomst). Het beheer van zandbewegingen en het behoud van een stabiel zandbudget zijn daarom essentiële onderdelen van een duurzame kustbeschermingsstrategie.

BOEKHOUDEN MET ZANDKORRELS: HET BELANG VAN HET ZANDBUDGET

Het zandbudget is een essentieel hulpmiddel voor kustbeheerders om zandbewegingen en -hoeveelheden aan de kust bij te houden. Het biedt een overzicht van de hoeveelheid zand op een bepaalde locatie, de natuurlijke aan- en afvoer van zand, en de ideale zandhoeveelheid naar kustveiligheid en recreatie toe. Als er een tekort is, moet het zand van elders worden aangevuld.

Sinds de jaren 1970 vinden er jaarlijks – in opdracht van de afdeling Kust van de Vlaamse Overheid – metingen plaats van de hoeveelheid zand in de vooroever (vanaf de laagwaterlijn tot 1500 meter in zee), op het strand en in de duinen. Dit gebeurt tegenwoordig met een vliegtuig, uitgerust met een laserscanner, die het oppervlak van het strand en van de duinen in kaart brengt. Voor de onderwatermetingen staan meetvaartuigen met echolood paraat om de zeebodem en de vooroever te scannen. Dankzij deze nauwkeurige metingen weten we precies hoeveel zand er op verschillende locaties langs de kust is geërodeerd of aangevoerd. De metingen tonen aan dat de Belgische kustzone op de lange termijn, over enkele decennia, sediment wint, met een toename van ongeveer 1,06 miljoen kubieke meter per jaar. Deze sedimentwinst is te danken aan zowel natuurlijke zandaanvoer als zandsuppleties.



De evolutie van het zandvolume aan de Belgische kust, sinds de volledige kust wordt gemeten. Het strand en de duinen groeien, maar de zeebodem verliest zand. De figuur is gecorrigeerd voor alle suppleties en baggerwerken. Er is geen netto groei van het strand en het duinvolume (Bron: Roest, B.; Houthuys, R.; Verwaest, T.; Rauwoens, P. (2019). Coastal surveys: an invaluable source of data. Poster voorgesteld op de eindconferentie van het Climate Resilient Coast (CREST)-project op 26.09.2019 in Oostende).



Strandwerken met bulldozers en graafkranen (© Glenn Strypsteen)

Erosie en sedimentaanvoer niet overal gelijk

Hoewel de totale hoeveelheid zand langs de Belgische kust is toegenomen, blijft het noodzakelijk om extra zand aan te voeren. Dit komt omdat de zeespiegel stijgt, waardoor het strand moet meegroeien om de kustverdediging effectief te houden. Daarnaast zijn er aanzienlijke variaties in erosie en sedimentaanvoer langs de kust. In sommige gebieden, zoals de duinen en het droge strand, is er een jaarlijkse aanwas van ongeveer 2 cm, inclusief menselijke aanvoer, wat groter is dan de huidige zeespiegelstijging (à 3,6 mm/jaar). Ook langs de havendammen van Zeebrugge en Oostende verzamelt zich steeds meer zand, omdat de golven en de getijstrooming daar afbuigen. In contrast hiermee zijn er zones, zoals de getijdengeulen evenwijdig aan de kust en het gebied zeewaarts van de havendammen van Oostende, waar erosiesnelheden lokaal oplopen tot 10 cm per jaar.

Over het algemeen vertoont de Westkust een natuurlijke aangroei. Er komt dus meer zand bij dan er erodeert. De Middenkust en de kust ten oosten van Heist daarentegen zijn van nature erosief. Hier vergen heel wat plekken extra zandaanvoer. Deze variaties benadrukken dat een goed beheerd zandbudget cruciaal is, niet alleen voor het behoud van de stranden, maar ook voor het aanpakken van kritieke erosiepunten langs de kust. Het zand blijft immers niet altijd liggen waar de noden het hoogst zijn.

ZANDSUPPLETIES

Kustbescherming met zandsuppleties

Zandsuppletie is een van de belangrijkste technieken om de bescherming van de Vlaamse kust tegen de kracht van de zee te blijven garanderen. Met zand uit winningsgebieden dieper in zee creëert men aan de kust een buffer die de energie van de golven absorbeert. Tijdens zware stormen breekt het brede en verhoogde strand de kracht van de golven voordat ze de duinen of zeedijken bereikt. Dit voorkomt overstromingen van het achterliggende land en beschermt infrastructuur, zoals huizen en wegen, tegen schade.

Een goed voorbeeld van de effectiviteit van zandsuppleties is te zien in Oostende, waar de zee tijdens zware stormen soms metershoge golven genereert. Zonder deze zandbuffers zouden de golven gemakkelijk de zeedijken kunnen bereiken en mogelijk zelfs over de dijken slaan, met desastreuze gevolgen voor het achterland. De zandsuppleties absorberen de kracht van de golven, waardoor de impact op de dijken vermindert en de kust beschermd blijft. Het opnieuw aanbrengen van zand is eenvoudiger dan een betonnen glooiing herstellen.

Hoe verloopt een zandsuppletie?

Een strandsuppletie begint op zee, waar baggerschepen zand van de zeebodem opzuigen. Deze schepen werken dag en

nacht om duizenden kubieke meters zand te verzamelen. Jaarlijks wordt er bijna 1 miljoen kubieke meter zand naar de Vlaamse kust aangevoerd. Schepen pompen het zand via lange metalen buizen naar het strand. Bulldozers en graafmachines verspreiden het zand vervolgens over de stranden, zodat een egaal oppervlak ontstaat. Dit proces staat bekend als strandsuppletie en resulteert in brede stranden, goed voor kustbescherming maar ook aantrekkelijk voor toeristen.

Als alternatief kan het zand ook op de vooroever worden gelost via bodemluiken of door 'rainbowen'. Bij deze laatste techniek spuit het vaartuig het met water gemengde zand voor het schip. Deze vooroever-suppletie dient om golven te dempen maar kan ook fungeren als voedingsberm voor strandsuppleties, zodat hun levensduur wordt verlengd. Vooroever-suppleties zijn eenvoudiger uit te voeren dan strandsuppleties, maar vereisen vaak een groter volume zand.

Het zand wordt op strategische plekken langs de kust aangevoerd, rekening houdend met de erosiesnelheid. Na zware stormen kan het nodig zijn om stranden opnieuw op te hogen om verloren zand te vervangen en de kustverdediging te herstellen. Dit gebeurt meestal in de winter, zodat de stranden tegen de lente en zomer – wanneer de toeristen opdagen – weer volledig zijn hersteld. Soms is er geen extra zand nodig maar enkel behoefte aan een breed



De gebieden voor zandontginning op de zeebodem van het Belgisch deel van de Noordzee zijn vastgelegd in het Marien Ruimtelijk Plan 2020-2026. © FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu.

droogstrand voor het toerisme. Bij dit soort badstrandophogingen komen bulldozers in actie om zand vanaf de laagwaterlijn richting de zeedijk te duwen. Kanttekening is dat deze herprofilering van het strand meestal nefast is voor de spontane ontwikkeling van strandvegetatie en daaruit voortvloeiende duinen. Ook de intensieve recreatie op onze stranden onderdrukt de spontane ontwikkeling van vegetatie.

Zandsuppleties hebben echter niet het eeuwige leven en vereisen na enkele jaren het nodige onderhoud. Stormen verplaatsen nu eenmaal een deel van het zand naar zee. Dit resulteert in de beruchte strandkliffen, die vaak in het nieuws komen na storm. Die zandverplaatsingen leiden ook tot smallere droge stranden. Een regelmatig onderhoud is dus vereist. Zonder suppleties zouden golven kliffen vormen aan de duinvoet of tegen de zeedijk. Toch is het zand dat tijdens stormen is afgeslagen, niet verloren. Het wordt afgezet net onder de laagwaterlijn. Na een storm zal veel van dit zand uiteindelijk beetje bij beetje terug op het strand belanden. Al duurt dit proces maanden in tegenstelling tot de snelle erosie die tijdens de storm plaatsvindt. Een deel van het zand kan ook naar naastgelegen kustdelen verplaatsen.

Waarom geen hogere dijken?

In het Masterplan Kustveiligheid is gekozen voor de strategie 'zacht waar het kan, hard waar het moet'. Dit houdt in dat we de kust primair beschermen met zand en andere 'zachte' maatregelen. Enkel waar het echt noodzakelijk is, zoals bij havens en strandhoofden, gaan ingenieurs over tot het aanleggen of versterken van 'harde' betonnen structuren en dijken. Die zeedijken

en kades hebben een lange levensduur maar zijn ook moeilijk aan te passen. Stel je voor hoe je favoriete badplaats eruit zou zien met een zeedijk die drie meter hoger is! Daarnaast zijn de aanlegkosten van harde structuren zeer hoog. Met 'zachte' maatregelen, zoals zandsuppleties, kan er flexibeler worden ingegrepen en de kosten beter verspreid. Ook in de toekomst blijft het programma Kustvisie inzetten op kustbescherming door middel van zandsuppleties. Deze methode sluit meer aan bij het natuurlijk functioneren van het kustecosysteem en biedt ook meer kansen voor natuurbehoud.

ZAND UIT ZEE VOOR KUSTBESCHERMING

De kust is voortdurend in beweging door de inwerking van wind, golven en getijden. Afhankelijk van de omstandigheden is er sprake van erosie (zand verdwijnt) of depositie (zand zet zich af). Wanneer op een locatie erosie overheerst, zal de kustlijn zonder ingrijpen geleidelijk terugtrekken. In het ergste geval zou dat uiteindelijk kunnen leiden tot een doorbraak, met overstromingen en schade aan het achterland tot gevolg. Om dit te voorkomen wordt er zand uit zee aangevoerd.

De oorsprong van het zand

Het zand gebruikt voor kustbescherming komt uit specifiek aangewezen gebieden op de zeebodem van het Belgisch deel van de Noordzee. Deze gebieden zijn vastgelegd in het Marien Ruimtelijk Plan. Dat zorgt ervoor dat zandwinning op een gereguleerde en verstandige manier plaatsvindt. Hoewel de zandbanken op de Noordzee onuitputtelijk lijken, is de zandvoorraad in werkelijkheid

eindig. Het feit dat er weinig tot geen natuurlijke aanvulling plaatsvindt, betekent dat kustbeheerders zorgvuldig met deze bron moeten omgaan. Zandwinning voor bouwactiviteiten en kustbescherming kan nu eenmaal de zandvoorraden uitputten. Daarnaast wordt steeds meer ingezet op het hergebruiken van zand afkomstig uit mariene projecten, zoals het baggeren van vaargeulen of de aanleg van nieuwe havens. Recent is te Knokke-Heist een vooroeversuppletie aangelegd met zand dat vrijkwam bij de bouw van de nieuwe sluis te Terneuzen.

Zandsuppletie mag dan, in vergelijking met de aanleg van hogere zeedijken, relatief goedkoop zijn. Het blijft een grote investering en vooral een energie-intensieve methode. De continue aanvoer van zand vereist zeegaande baggerschepen, voor strandsuppleties komen daar nog pompen, persleidingen en bulldozers bij. Sinds de implementatie van het Masterplan Kustveiligheid in 2011 is er al meer dan 13 miljoen kubieke meter zand aangevoerd naar onze kust, met een prijskaartje van meer dan 129 miljoen euro. Deze hoge kosten benadrukken de noodzaak aan alternatieve en duurzamere methoden om onze kustlijn te beschermen. Zo efficiënt mogelijk omgaan met het aangevoerde zand is de boodschap.

VASTHOUDEN VAN ZAND: DUINVORMING

Hoewel zandsuppleties een van de meest gebruikte technieken zijn om de kust te beschermen, krijgen aanvullende, duurzame methoden steeds meer aandacht. Zo is het belangrijk het aangevoerde zand zo goed mogelijk vast te houden op de gewenste plaats. Dit kan worden bereikt door natuurlijke duinvorming te stimuleren via de aanplant van helmgras op locaties met zandoverlast, zoals de nieuwe duinvoordijk zones in stedelijke gebieden. Deze plant houdt het zand vast en helpt bij de groei van duinen. Duinen die op natuurlijke wijze groeien en fungeren als een effectieve buffer tegen de zee. Duinen hebben als voordeel dat ze zichzelf kunnen herstellen na storm en daarbij het afgeslagen zand opnieuw vastleggen. Hierdoor moet de beheerder niet direct nieuw zand aanvoeren en kan hij de noodzaak van zandsuppleties op de lange termijn verminderen.

Duinvorming met helmgras en/of rijshoutschermen

Duinen vormen een essentiële verdedigingslinie tegen de zee. Ze ontstaan als de wind zandkorrels van het strand naar de duinen blaast. Tussen het helmgras neemt de windsnelheid af, het zand valt neer en de duinen

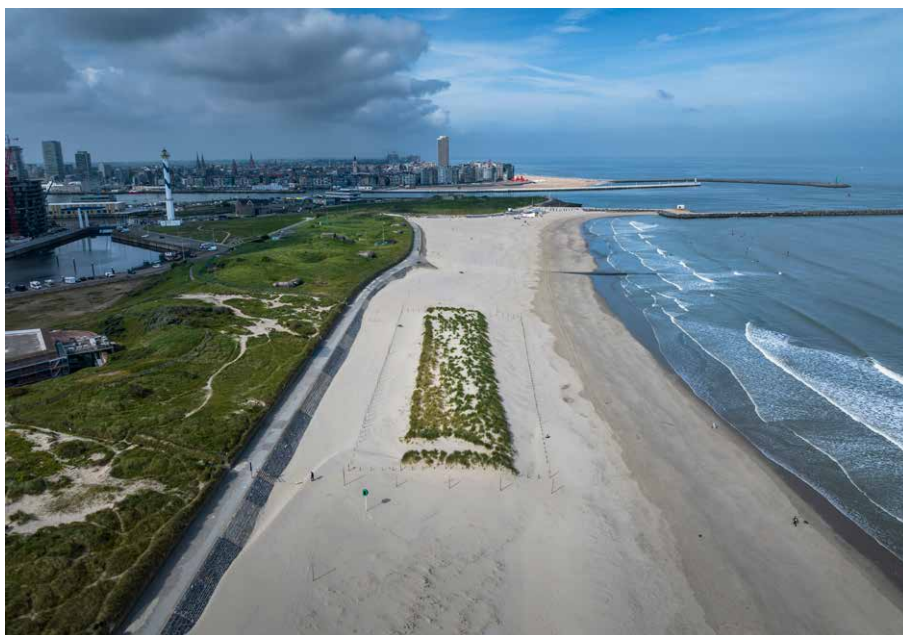
worden hoger en breder. Zo fungeren duinen als een natuurlijke buffer die de kracht van de zee absorbeert bij storm en ontij. Hoewel een deel van het duin bij zeer zware stormen kan eroderen door de kracht van de golven, zijn ze dynamisch genoeg om zichzelf te herstellen. Dat doen ze door opnieuw zand in te vangen en zich aan te passen aan de veranderende omstandigheden. Dit laatste werkt wel aanvoer van zand.

Onderzoek toont aan dat onze duinen, mits een gezond dek van helmgras, blijven groeien. Gemiddeld spreken we dan over een jaarlijkse volumetoename van 6,2 kubieke meter zand per meter duin. In sommige gebieden, zoals langs brede stranden (150-400m), kan de duingroei zelfs oplopen tot 12,3 kubieke meter per meter per jaar. Deze natuurlijke groei draagt aanzienlijk bij aan de kustbescherming.

Natuurlijke, spontane duinvorming start doorgaans vanuit embryonale duintjes gedomineerd door biestaruwgras. Deze pionier is in zekere mate zouttolerant en voelt zich dus prima thuis in de overgangszone tussen het zilte lage strand en het zoete duinmilieu. Helm komt tot kieming in de lage embryonale duintjes en brengt vervolgens, als superieure zandvangster, de duinontwikkeling in een versnelling hoger. Helmgras kan bovendien strategisch worden aangeplant om stranderosie na een storm te herstellen. Na aanplant – en op voorwaarde dat er voldoende zandaanvoer is – zullen, door het samenspel van zandtransport en de groei van het gras zelf, spontaan duintjes ontstaan. Een voorbeeld hiervan is het duin-voor-dijk experiment op de Oostendse Oosteroever. Daar groeide het duin gemiddeld twee meter in de hoogte of 30 kubieke meter per meter in drie jaar tijd. Een mooi bewijs hoe effectief natuurlijke vegetatie kan zijn bij het herstellen en versterken van de kustlijn.

Naast helmgras kunnen ook kunstmatige structuren, zoals rijshoutschermen, dienen om duinvorming te bevorderen. Rijshoutschermen zijn deels winddoorlatende barrières, strategisch geplaatst om windgedreven zand te vangen en vast te houden. De rijshouthagen verhinderen ook betreding door recreanten wat de vestiging van strandflora en helm ten goede komt. Zo stimuleren beide factoren de vorming van duintjes.

In het duin-voor-dijk proefproject in Raversijde (2021) – onderdeel van het Living Lab Raversijde – combineerde de beheerder rijshoutschermen en helmgras in een kunstmatig aangelegd duingebied van 1,5 hectare. De resultaten tonen dat zones met zowel rijshoutschermen als helmgras aanzienlijk meer zand vasthouden dan



Het Duin-voor-dijk proefproject in Oosteroever 3 jaar na de aanplanting. (© Glenn Strypsteen)

gebieden met alleen prille vegetatie. Zones met rijshoutschermen houden gemiddeld 18-26 kubieke meter zand per meter vast in één jaar, terwijl in zones zonder schermen slechts 12-14 kubieke meter per meter extra achterblijft. De combinatie biedt dus heel wat voordelen. En niet te vergeten, het zand dat in de duinen is opgeslagen, belandt niet langer op de kustbaan of in de trambedding!

Rijshoutschermen zijn bijzonder effectief in het begin van het zandvangproces. Hun effectiviteit kan na verloop van tijd wel afnemen omdat de zones verzadigd raken met zand. In deze gevallen moet men de schermen opnieuw plaatsen of combineren met nieuwe vegetatie om het proces van zandvastlegging voort te zetten.

De duinvoet aan de Belgische kust

De duinvoet, het overgangsgedebied tussen strand en duin, speelt een cruciale rol bij de bescherming van de kust. Deze zone is het eerste contactpunt voor afzetting van zand door de wind. De duinvoet is een dynamische zone die voortdurend in beweging is door de invloed van wind en golven. Aan onze kust is de positie van de duinvoet een indicator voor de mate van erosie of aanwas van zand. In gebieden met veel erosie trekt de duinvoet zich landinwaarts terug, wat resulteert in verlies van zand en destabilisatie van de duinen. Anderzijds kunnen zich in een erosief duin gemakkelijker kerven vormen waardoor zand van het strand landinwaarts kan waaien en zo de breedte van het zeeverend duin vergroot. Onder meer in Nederland en Wales lopen verschillende projecten waarbij men kunstmatig tot enkele tientallen meters brede kerven in de zeeoever maakt om zandverstuiving landinwaarts net te stimuleren.

In aangroeizones, zoals delen van de westkust, kan de duinvoet spontaan zeewaarts groeien door natuurlijke zandaanvoer. Het hoeft niet gezegd dat dit een positief effect heeft op de bescherming van de kust. We kunnen de natuur ook een handje helpen door stuifschermen of helmgras aan te planten. Hierdoor zal het zandvolume aan de duinvoet ook weer toenemen. De positie van de duinvoet is echter niet statisch. Ze verandert voortdurend door de invloed van natuurlijke processen zoals wind, golven en getijdenstroming. Afhankelijk van de omstandigheden kan de duinvoet zich zowel landinwaarts als zeewaarts verplaatsen, met snelheden tot wel 2 meter per jaar.

EEN TOEKOMST MET ZAND: DE KUST ALS LEVENDE BESCHERMING

Onze kust is een levend systeem, gevormd door de voortdurende interactie tussen wind, zee en zand. Het beheer van dit dynamische evenwicht vraagt om een delicate balans tussen natuur en menselijke ingrepen. Met een goed zandbudget, doordachte zandsuppleties, en het stimuleren van natuurlijke duinvorming, kunnen we onze kustlijn niet alleen behouden, maar ook versterken voor de toekomst. Hier wordt ook op ingezet in de toekomstige kustbeschermingsstrategie Kustvisie. Het is daarbij een collectieve verantwoordelijkheid om de waarde van zand, zowel zichtbaar als onzichtbaar, te erkennen en duurzaam te beheren, zodat de kust ons blijft beschermen en inspireren, generatie na generatie.



© Shutterstock

ONZICHTBAAR, ONMISBAAR

Duik mee in de wereld van de eenoogkreeftjes

De oceaan is een fascinerende plek, vol leven in alle vormen en maten. Vaak denken we bij dat leven in de oceaan meteen aan grote charismatische dieren zoals walvissen, haaien, dolfinen en schildpadden. Maar enkele van de belangrijkste zeebewoners zijn zo klein dat ze amper zichtbaar zijn met het blote oog. De verzameling van kleine zwemmende diertjes noemen we zoöplankton, en het overgrote deel van het zoöplankton bestaat uit eenoogkreeftjes. Kom, en duik mee in de wonderlijke wereld van deze mini-zeediertjes!

*Lotte Janssens*¹

¹ UGent

WAT IS ZOÖPLANKTON?

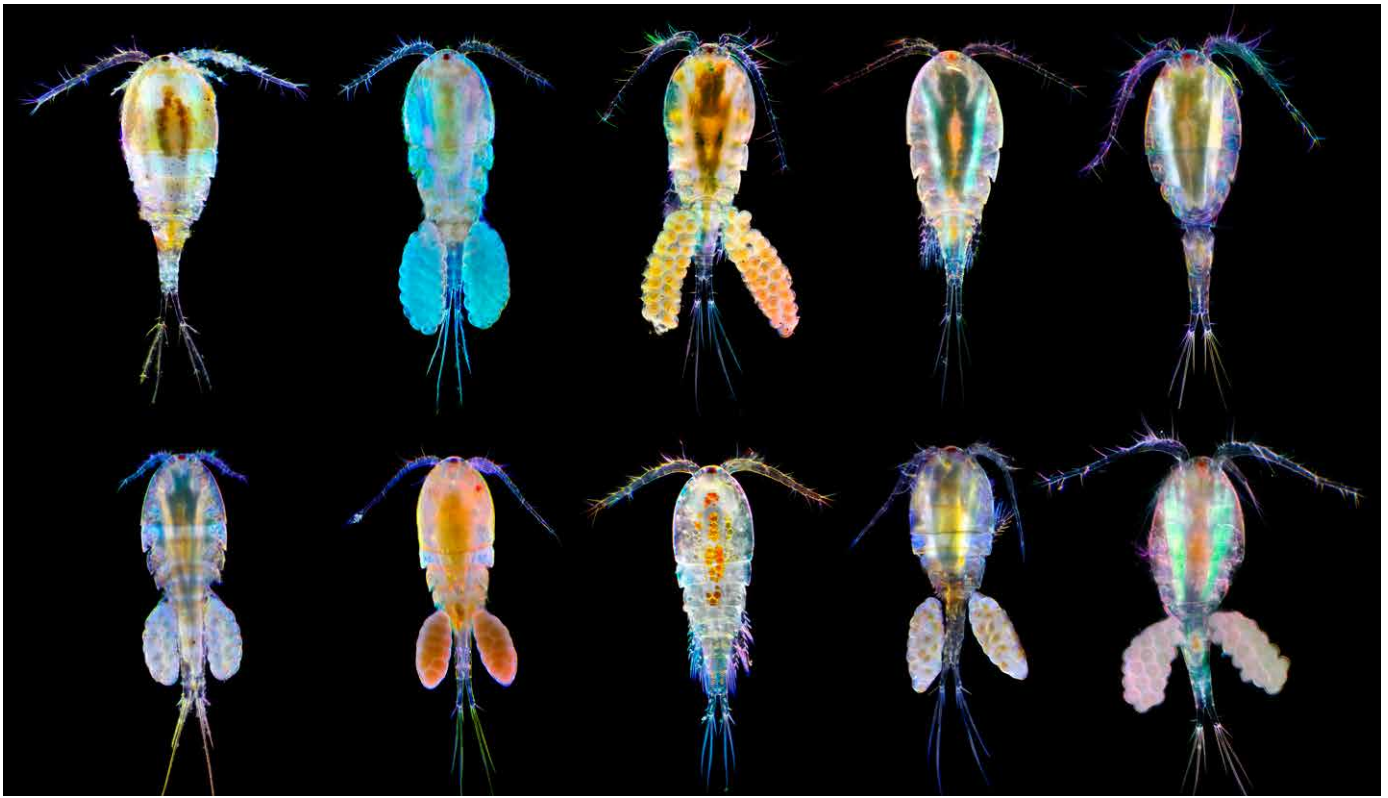
Voor we ons verdiepen in eenoogkreeftjes, is het belangrijk te weten wat zoöplankton is. Zoöplankton is een verzamelnaam voor een rijke groep kleine diertjes van waterige milieus, zoals zeeën, meren, rivieren of sloten. De term is afkomstig van de Griekse woorden "zoön", wat dier betekent,

en "planktos", wat slaat op zwerver. Dit laatste beschrijft perfect hun gedrag. Vertegenwoordigers van het zoöplankton zijn nu eenmaal geen sterke zwemmers en laten zich vooral meevoeren met de stromingen.

Zoöplankton omvat een gigantische verscheidenheid aan diertjes, gaande van kwalen en kleine schaaldieren (zoals krill),

tot larven van grotere dieren (zoals vissen en krabben). Ondanks hun beperkte grootte zijn ze een onmisbare schakel in het voedselweb. Niet voor niets noemt men ze 'primaire consumenten' en vormen ze de brug tussen 'primaire producenten' en 'secundaire consumenten' (zie kader).





Verschillende soorten volwassen eenoogekreeftjes (copepoden) gefotografeerd door een donkerveldmicroscop. ©Wikimedia Commons, Andrei Savitsky

MAAK KENNIS MET DE EENOOGKREEFTJES

Eenoogkreeftjes zijn kleine kreeftachtige diertjes die in waterige milieus leven. En ja hoor, ze hebben slechts één oog! Een andere naam voor eenoogekreeftjes is roeipootkreeftjes. Die naam hebben ze te danken aan de roeiende bewegingen die ze maken met hun pootjes. Zelf zijn ze niet sterk genoeg om tegen de stroming in te zwemmen en drijven ze vooral rond in de waterkolom, maar door hun pootjes kunnen ze wel kleine, snelle bewegingen maken, om bijvoorbeeld predatoren te ontwijken.

Met dat ene oog zien eenoogekreeftjes niet, maar meten ze de hoeveelheid licht in hun omgeving. Dit is belangrijk omdat ze zich overdag graag verstoppen in de diepere, donkere waterlagen. Boven aan het oppervlak zouden ze een te makkelijke prooi zijn. Wanneer het donker en veiliger wordt komen ze naar het oppervlak, waar de algjes leven waarop ze verlekkerd zijn.

Eenoogkreeftjes vind je in de oceaan en zeeën, maar ook in rivieren, meren, plassen, grotten, modder, moerassen, en vele andere plekken. Van de zuid- tot de noordpool, in zout en zoet water, bij koude en warme temperaturen... Bijna overal waar water is, zijn er eenoogekreeftjes. Er zijn ook soorten die leven als parasieten op grotere dieren, zoals vissen en zeezoogdieren. Die kreeftjes zijn ten minste een deel van hun levenscyclus afhankelijk van een gastheer om te

overleven. Sommige parasitaire soorten maken hun gastheer heel ziek en vormen een plaag of pest. Maar de grote meerderheid leeft vrij in het water en speelt een sleutelrol in het voedselweb.

Leven in heel uiteenlopende milieus en met sterk verschillende levenswijzen zorgt ervoor dat je eenoogekreeftjes treft in alle kleuren, vormen en maten. Eenoogkreeftjes die in koud water leven, bijvoorbeeld dichtbij de polen, zijn veelal groter. In warmer water dicht bij de tropen zijn ze over het algemeen kleiner. Soorten die in de waterkolom actief rondzwemmen, hebben grote, lange antennes om voedsel te kunnen vangen. Deze lange antennes hebben vaak kleine haartjes die helpen om voedsel uit het water naar de mond van het eenoogekreeftje te brengen. Eenoogkreeftjes die op de bodem leven hebben dan weer veel kortere antennes, zodat ze zich gemakkelijker door het sediment kunnen bewegen. Bij parasitaire eenoogekreeftjes zijn de antennes zelfs soms volledig verdwenen. En eenoogekreeftjes die in donkere grotten voorkomen zijn in de loop van de evolutie hun enige oog kwijtgespeeld!

Er bestaan ongeveer 13.000 soorten eenoogekreeftjes. Allemaal zijn ze klein: van slechts een halve tot twee millimeter lang, de grootste zo groot als een rijstkorrel. Daarbij zijn de meeste ook nog eens doorzichtig. Dat maakt het enorm moeilijk om ze te zien met het blote oog. En om de waardering te krijgen die ze verdienen! Er wordt wel eens

gezegd dat alle eenoogekreeftjes samen de grootste levende biomassa op aarde vormen, en dat ze een vele malen groter volume innemen dan alle mensen op aarde. Dat is een hele prestatie als je bedenkt hoe klein ze zijn. Trouwens, als je af en toe in zee zwemt is de kans groot dat je er al eens een paar hebt ingeslikt.

HET LEVEN VAN EEN EENOOGKREEFTJE

Eenoogkreeftjes hebben een fascinerende levenscyclus. Het volwassen wijfje kan, afhankelijk van de soort, haar bevruchte eitjes afzetten in het water of een tijdje met zich meedragen. Na verloop van tijd kruipen uit die eitjes kleine ronde larven ('nauplii'), met pootjes aan alle kanten. Die larven doorlopen verschillende levensfasen. Bij elke nieuwe fase vervellen ze en krijgen ze een



Een larve (nauplii) van het eenoogekreeftje *Nitocra spinipes* onder de lichtmicroscop. ©Lotte Janssens, UGent

nieuw, groter, hard skelet. Bij elke vervelling ontwikkelen eenoogkreeftjes ook meer pootjes. Halfweg dit proces worden ze langwerpiger en beginnen ze op volwassen eenoogkreeftjes te lijken. Het hele proces, van ei tot volwassen eenoogkreeftje, kan een week tot enkele maanden duren, afhankelijk van de soort en van andere factoren zoals de aanwezigheid van voedsel, temperatuur, droogte,

Sommige eenoogkreeftjes, vaak soorten die in uitdagende omgevingen leven, kunnen in het eistadium een rustperiode (dormantie) doormaken. Dit helpt hen te overleven wanneer de omstandigheden slecht zijn (extreme kou, droogte of gebrek aan voedsel). Het stelt hen in staat pas uit het ei te komen wanneer de omstandigheden gunstig genoeg zijn. Deze eigenschap is vooral belangrijk voor eenoogkreeftjes die in seizoensgebonden omgevingen leven, zoals gebieden met sterke temperatuurschommelingen, of poelen die kunnen uitdrogen. Van zodra de omstandigheden verbeteren, bijvoorbeeld wanneer de temperatuur stijgt of er meer water en voedsel beschikbaar is, kruipen de eenoogkreeftjes uit hun ei en hervatten ze hun levenscyclus. Dit vermogen draagt bij aan het grote succes en de wijde verspreiding van de eenoogkreeftjes.

KLEIN, MAAR O ZO BELANGRIJK

De meeste eenoogkreeftjes eten ééncellige algen. Dit doen ze door die met hun antennen uit het water te filteren. Hierdoor controleren ze in belangrijke mate de algengroei in de oceaan en in meren. En dat is aardig meegenomen. Overmatige algengroei kan immers leiden tot zuurstoftekort in het water, waardoor vissen en andere dieren sterven. Verder kunnen sommige algensoorten giftige stoffen produceren die schadelijk zijn voor mens en dier. Dat heb je misschien zelf al eens ondervonden wanneer er een zwembad verboden is in zwembadvisers of ander open water omdat de waterkwaliteit niet goed genoeg is? Vaak is overmatige ziekmakende algengroei hier de oorzaak van. Onder andere eenoogkreeftjes zorgen ervoor dat aquatische ecosystemen in balans blijven, een van de redenen waarom ze onmisbaar zijn.

Ook voor eenoogkreeftjes geldt het motto 'eten en gegeten worden'. Eenoogkreeftjes zijn de voornaamste voedselbron voor veel vissoorten, op hun beurt gegeten door nog grotere vissen, die uiteindelijk op ons bord terecht komen. Ook sommige walvissen voeden zich gedeeltelijk met eenoogkreeftjes. De kreeftjes vormen in een typisch aquatisch voedselweb de brug tussen algen,

die hun energie halen uit de zon, en de (grotere) jagende dieren. Zo hebben die jagende dieren, of secundaire consumenten, specifieke voedingsstoffen nodig die ze zelf niet kunnen aanmaken, maar algen wel. Eenoogkreeftjes vormen dan het doorgeefluik. Ook hierbij zijn ze dus onmisbaar.

Sommige eenoogkreeftjes zijn predatoren en voeden zich met andere eenoogkreeftjes en zoöplankton. Ze eten onder andere larven van vissen die op hun beurt, eens volgroeid, op eenoogkreeftjes jagen. Een merkwaardige situatie waarbij beide diergroepen elkaars aantallen controleren. Er zijn zelfs eenoogkreeftjes die zich voeden met alles wat ze vinden: algen, diertjes, bacteriën, en/of organisch materiaal van dode organismen.

Tegelijkertijd spelen eenoogkreeftjes een belangrijke rol in de koolstofcyclus. Door zich te voeden met algen, halen eenoogkreeftjes indirect CO₂ uit de lucht. Algen absorberen immers CO₂ tijdens de fotosynthese, en bouwen die om tot koolstof bevattende suikers. Wanneer eenoogkreeftjes die algen eten, verplaatst die koolstof zich naar het lichaam van de kreeftjes. Wanneer die laatste sterven of uitwerpselen afzetten, zinkt die opgeslagen koolstof naar beneden, naar de diepere lagen van de oceaan, waar ze voor lange tijd wordt opgeslagen in de bodem. Op deze manier verdwijnt er dus CO₂ uit de atmosfeer. Dit proces is essentieel voor het regelen van de hoeveelheid CO₂ in de lucht en speelt een belangrijke rol in de regeling van de klimaatverandering.

Al deze argumenten samen zorgen ervoor dat het belang van deze kleine eenoogkreeftjes vele malen groter is dan hun grootte doet vermoeden.

INVLOED VAN DE KLIMAATVERANDERING

De klimaatverandering heeft ingrijpende gevolgen voor alle aquatische leven, en eenoogkreeftjes zijn hierop geen uitzondering. Om maar enkele gevolgen te noemen: de watertemperatuur stijgt, oceaanstromingen veranderen, meren drogen uit en de stijgende gehalten aan CO₂ maken de zee zuurder. Dit alles kan een grote impact hebben op de eenoogkreeftjes en op hun rol in het ecosysteem.

Eerst en vooral kunnen hogere watertemperaturen de levenscyclus van eenoogkreeftjes versnellen. Dit kan leiden tot verschuivingen in de timing van hun jaarlijkse levenscycli, wat weer gevolgen kan hebben voor de predatoren die van hen afhankelijk zijn als voedselbron. Als eenoogkreeftjes eerder in het seizoen volwassen worden en zich

voortplanten, kan dit als gevolg hebben dat vislarven bij het uitkomen niet genoeg eenoogkreeftjes vinden om zich te voeden. Dat kan de overlevingskansen voor die vissen in gevaar brengen. Sommige studies hebben ook aangetoond dat eenoogkreeftjes minder groot worden bij hogere temperaturen, en dat ze dan minder nakomelingen krijgen en minder vruchtbaar zijn. Samen vormen deze effecten niet enkel een gevaar voor het voortbestaan van de eenoogkreeftjes, maar ook voor vissen die van eenoogkreeftjes afhankelijk zijn om te overleven.

Een ander effect van hogere watertemperaturen is dat eenoogkreeftjes zich verplaatsen naar regio's waar het water de temperatuur heeft die zij gewoon zijn. Ze schuiven dus simpelweg mee op met de stijgende temperaturen, d.i. in het noordelijk halfrond naar het noorden. Dit beïnvloedt de lokale ecosystemen en verandert de dynamiek tussen soorten. Diersoorten die normaal niet samen voorkomen, worden plots geconfronteerd met elkaar. En soorten die samen voorkomen zullen hoe ze omgaan met elkaar veranderen door de invloed van nieuwe soorten.

Verder zorgt de verzuring van de oceaan bij eenoogkreeftjes voor een zwakker skelet. Oceaanverzuring is het gevolg van de stijgende hoeveelheden CO₂ in de lucht en in het water. Het probleem is dat het harde skelet dat de eenoogkreeftjes omgeeft en beschermt, kalk bevat, en kalk lost op in zuur. Als de oceaan zuurder wordt, zal het dus steeds moeilijker zijn voor de eenoogkreeftjes om hun beschermende skelet te behouden. Daarbij komt dat deze verzuring ook de hoeveelheid algen in het water beïnvloedt, wat de belangrijkste voedselbron is voor eenoogkreeftjes. Dit heeft op zijn beurt ook weer gevolgen hoger in de voedselketen.



Het koudwater eenoogkreeftje *Calanus finmarchicus* is een belangrijke bron van voedsel voor heel wat vissen. Door klimaatverandering is deze soort naar het noorden opgeschoven. Het warmwater eenoogkreeftje *Calanus helgolandicus* is hierdoor talrijker geworden in onze regio's, maar deze soort is minder voedselrijk voor vissen. ©Flicker, Michael Bok

Let wel, er zijn ook studies die deze effecten niet hard kunnen maken. Het stukje hierboven omschrijft de algemene trend zoals die nu zichtbaar is. Maar niet alle soorten eenoogkreeftjes reageren op dezelfde manier, en zoals eerder gezegd zijn er enorm veel soorten eenoogkreeftjes.

EENOGKREEFTJES KWEKEN ALS VISVOER, ALSNOG EEN UITDAGING

Om te voldoen aan de hoge vraag naar voedsel richten we ons steeds vaker op de zee als oplossing. Binnen de aquacultuursector spelen eenoogkreeftjes een belangrijke rol. Dankzij de unieke samenstelling van hun vetten zijn ze, net als in hun natuurlijke omgeving, een uitstekende voedselbron voor kweekvis. Vooral vislarven profiteren enorm van de voedingsstoffen die eenoogkreeftjes bieden.

Het grootste probleem is echter dat deze kleine kreeftachtigen niet altijd gemakkelijk op grote schaal te kweken zijn. Om een rendabele viskwekerij te onderhouden, heb je een stabiele en betrouwbare toevoer van hoogwaardig voedsel nodig. Momenteel is het nog een uitdaging om eenoogkreeftjes op industriële schaal te kweken vanwege hun specifieke voedings- en omgevingsbehoeften. Hierdoor draaien veel viskwekerijen nog steeds op vismeel en visolie, gemaakt van in het wild gevangen vis. Dit is op termijn niet duurzaam, omdat het blijft bijdragen aan de druk op wilde visbestanden.

Een bijkomend probleem is dat de voedingswaarde van gekweekte eenoogkreeftjes kan variëren. De voedingswaarde is afhankelijk van het dieet (voornamelijk algen) en van omgevingsfactoren zoals temperatuur en waterkwaliteit. De samenstelling van vetzuren en andere voedingsstoffen in de kreeftjes kan variëren, wat het lastig maakt om eenoogkreeftjes als een stabiele voedselbron voor de aquacultuur te gebruiken. Gelukkig is er veel onderzoek naar het optimaliseren van de kweek, en brengt de vooruitgang in de wetenschap ons steeds dichterbij een doorbraak. Als het lukt om eenoogkreeftjes succesvol en stabiel te kweken, zou dat niet alleen duurzamer zijn voor de planeet, maar ook potentieel kostenefficiënt. Met slechts een kleine startcultuur van algen, het voornaamste voedsel voor deze kreeftjes, kun je ze onder ideale omstandigheden blijven kweken. De voedzame eenoogkreeftjes zouden vervolgens een stabiele bron van levend voedsel kunnen vormen voor viskwekerijen, en dus de wildvangst van proovis doen verminderen.

MODELORGANISME VOOR WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

Eenoogkreeftjes spelen ook een belangrijke rol bij wetenschappelijk onderzoek, vooral in de milieuwetenschappen en de ecologie. Wetenschappers gebruiken deze kleine diertjes om te begrijpen hoe ecosystemen reageren op veranderingen in de omgeving. Dit kan gaan over veranderingen in temperatuur, vervuiling, of andere invloeden van buitenaf. Zulke invloeden noemen we ook wel "stressoren", factoren die druk uitoefenen op een organisme of ecosysteem, waardoor het moeilijker wordt om te overleven. Door eenoogkreeftjes aan verschillende stressoren bloot te stellen, kunnen onderzoekers vaststellen welke omstandigheden schadelijk zijn voor het onderwaterleven en hoe organismen zich aanpassen aan deze omstandigheden.

Een groot voordeel van het werken met eenoogkreeftjes is dat ze in enorme aantallen wereldwijd voorkomen. Het gebruik van een klein aantal voor onderzoek zal de populatie dan ook niet merkbaar schaden. Wetenschappers kunnen hun studies uitvoeren zonder grote ecologische schade aan te richten. Dit is een belangrijke overweging, omdat veel soorten ingezet bij onderzoek kwetsbaar kunnen zijn.

Daarnaast maken hun korte levenscyclus en transparante lichaam het onderzoekers eenvoudiger om hun ontwikkeling te volgen en sneller resultaten te verkrijgen.

Wetenschappers hoeven geen jaren te wachten om te zien welke effecten bepaalde omgevingsfactoren hebben. Terwijl bij langlevende soorten een onderzoeksproject zo lang kan duren dat het doorgegeven moet worden aan de volgende generatie onderzoekers, kunnen experimenten met eenoogkreeftjes snel worden afgerond. Door hun reacties op veranderingen in de omgeving te bestuderen, kunnen we voorspellingen doen over hoe andere organismen en ecosystemen als geheel zullen reageren. Dit maakt hen tot een onmisbaar hulpmiddel in het begrijpen en beschermen van de oceaan.

OM AF TE SLUITEN

Het moge duidelijk zijn. Hoewel ze klein en onopvallend zijn, spelen eenoogkreeftjes een sleutelrol in de onderwaterwereld. Ze dragen bij aan het ondersteunen van de vispopulaties die we eten, het reguleren van de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer, het in balans houden van algengroei en nog zo veel meer. Hopelijk heb je genoten van onze duik in hun wereld en heb je een (beter) idee van hoe belangrijk ze zijn. De volgende keer dat je aan de zee bent denk je misschien wel aan die eenoogkreeftjes die overal in het water rondzweven en belangrijke taken vervullen zonder dat ze opgemerkt worden. Veel plezier met je volgende duik!

EXTRA EENOGKREEFTJES-WEETJES

1. Het eerste eenoogkreeftje!
In 1840, beschreef de Franse wetenschapper Henri Edward-Milne voor het eerst de klasse van de eenoogkreeftjes. Maar de eenoogkreeftjes bestaan natuurlijk al veel langer! In 2010 beschreven wetenschappers fossielen van eenoogkreeftjes die ongeveer 303 miljoen jaar oud zijn, en er zijn aanwijzingen dat ze daarvoor ook al op aarde voorkwamen.
2. Omdat ze zo klein en onzichtbaar zijn, zijn er over eenoogkreeftjes geen honderden verhalen, mythen en sprookjes geschreven zoals over haaien of wolven. Desondanks worden ze niet helemaal over het hoofd gezien. Denk maar aan de populaire tekenfilm *SpongeBob*, waarin een van de hoofdrollen, genaamd Plankton, een eenoogkreeftje voorstelt.
3. De wetenschappelijke naam voor eenoogkreeftje is 'copepode', alweer gebaseerd op het Grieks. 'Kope' betekent roeispaan, en 'podos' voet. Letterlijk roeipoot, vandaar ook de benaming roeipootkreeftje.

*Eenoogkreeftjes vormden de inspiratie voor het personage 'Plankton' in de populaire animatieserie *SpongeBob SquarePants*.*



DAAR KOMEN DE KRABBEN! EN ZE ZIJN MET VEEL.



De Grote spinkrab heeft zijn leefgebied de afgelopen jaren steeds verder naar het noorden uitgebreid.

©Alejandro Lafuente Lopez – Shutterstock

Grote spinkrabben duiken de laatste jaren op aan onze kust. Dat kan natuurlijk niet onopgemerkt blijven. Verbaasde duikers vertelden me over honderden exemplaren die ze rond wrakken voor de kust zagen samentroepen. De afgelopen jaren zag ik ze ook steeds vaker te koop aan de Vistrap in Oostende. En vorige zomer spoelden er aan op onze stranden. Tijdens een video-opname van de zeebodem in de zomer van 2023 zag ik tientallen exemplaren kruipen over de zeebodem. Het was een indrukwekkend gezicht. En nieuw voor mij.

Francis Kerckhof

De krab, bekend als de Grote spinkrab, is een imposante verschijning. Met zijn lange, dunne, behaarde poten en relatief kleine, ronde lichaam, alles met stekels bezet, ziet hij er best vervaarlijk uit, als een buitenaards wezen. Of een grote spin. Daarnaast hebben ze twee schaarpoten die bij de mannetjes sterker ontwikkeld zijn en aanmerkelijk langer kunnen worden dan de looppoten. Grote spinkrabben zijn ook echt groot; bij mannetjes kan het rugschild 22 cm lang worden, terwijl de vrouwtjes iets kleiner blijven.

MEESTERS IN VERVELLEN EN CAMOUFLAGE

De Grote spinkrab kan 5 tot 8 jaar oud worden. Zijn leven bestaat ruwweg uit twee fasen: een groeifase en een voortplantingsfase gevolgd door een laatste, terminale vervelling. Om te groeien werpt hij, net als andere krabben, regelmatig zijn pantser af. Na de vervelling zijn ze tijdelijk zacht en kwetsbaar tot hun nieuwe schaal is uitgehard. Veel van de aangespoelde krabben op het strand zijn trouwens vervellingen, geen dode dieren, zoals vaak wordt gedacht!

Direct na hun terminale vervelling zijn volwassen Grote spinkrabben feloranje of rood. Een kleur die naarmate ze ouder worden geleidelijk vervaagt tot dof roodbruin. Spinkrabben zijn meesters in

camouflage. Ze gebruiken daarbij alles binnen hun bereik om zo goed mogelijk op te gaan in de omgeving. Het is geen ongewoon zicht, zo'n spinkrab bedekt met zeewier, sponzen en andere organismen. Na een vervelling moeten ze zich opnieuw camoufleren. De jonge dieren doen dat actief. Op volwassen dieren vestigen zich vanzelf allerlei organismen, zoals zeepokken.

DE GROTE TREK

Een opvallend kenmerk van de Grote spinkrab is zijn seizoensgebonden migratie. Jonge krabben verblijven in ondiepe kustwateren tot ze volwassen zijn. In de herfst en winter trekken ze naar dieper water (tot 50 m) om te overwinteren en te ontsnappen aan de koudste temperaturen. Om zich voort te planten keren de volwassen dieren in de lente terug naar ondiepe kustwateren. Bij dit soort migraties verzamelen Grote spinkrabben zich in enorme groepen, van wel duizenden exemplaren: volwassen mannetjes en net geslachtsrijpe, pas vervelde vrouwtjes. De krabbenlegers die over de zeebodem kruipen vormen een indrukwekkend en enigszins griezelig schouwspel. En, het moet haast een effect hebben op al het andere leven. Grote spinkrabben eten dan ook alles op hun weg, van algen tot kleine ongewervelden of dode vissen. In een evenwichtig ecosysteem spelen ze zo een belangrijke rol bij het schoonmaken van de oceaانبodem.

De Grote spinkrab heeft zijn leefgebied de afgelopen jaren steeds verder naar het noorden uitgebreid. Tot ongeveer 2019 was deze soort erg zeldzaam aan onze kust, al was ze toen al geen zeldzaamheid in Noord-Franse wateren (bv. Wissant) op slechts 70 km van de Belgisch-Franse grens. Daar was de Grote spinkrab al een belangrijk onderdeel van de vangst van kleine vissersboten.

LEKKER OP HET BORD

Zo'n leger Grote spinkrabben mag dan wel onze wateren leeg eten, zelf zijn ze ook niet te versmaden. Wereldwijd worden veel soorten spinkrabben commercieel bevestigd en als delicatessen beschouwd. De Fransen kennen de Grote spinkrab als *Araignée de mer*, een vast onderdeel van hun *fruits de mer*. Er bestaat een uitgebreide visserij op met speciale krabbenfuiken. De grootste krab ter wereld is de verwante Japanse reuzenkrab, met een spanwijdte van wel 4 meter. Deze krab is net als de Grote spinkrab zeer gewild.

Hoeft het nog gezegd? Grote spinkrabben zijn fascinerende wezens met unieke aanpassingen aan het zeemilieu. Ze zijn een aanwinst voor onze mariene fauna, en niet alleen op culinair gebied. Wat hun finale effect zal zijn op hun omgeving en het andere zeeleven, is nog een open vraag.

WAAROM ERNSTIG BEDREIGDE PALING BLIJVEN ETEN?

Nancy Fockedeey



Glasaaltjes op een rivierbedding. © Shutterstock

Europese paling *Anguilla anguilla* is een ernstig bedreigde diersoort. Al meer dan tien jaar proberen beleidmakers en wetenschappers het tij te keren voor deze trekvis. Ze doen dat door obstakels op waterwegen weg te werken, de palingvisserij te verminderen of te stoppen, en door in het wild gevangen glasaaltjes (jonge paling) op geschikte plaatsen uit te zetten. Helaas is er nog steeds geen verbetering te zien. Het aantal glasaal dat na een lange tocht over de Atlantische Oceaan in de lente onze kust bereikt, blijft laag: minder dan 5% van het aantal in de jaren 1970-80. Weinig consumenten beseffen hoe ernstig de situatie is en blijven paling eten. Denkt men verkeerdelijk dat paling gekweekt kan worden? Niets is minder waar, paling wordt vooralsnog niet gekweekt! Het blijft bij vetmesten van in het wild gevangen glasaal. Elke paling die je eet is er dus één minder in het wild. Conclusie: schrappen van het menu, graag!

PALING IN ONS CULINAIR ERFGOED, EN IN DE NIEUWE GASTRONOMIE

Paling zit verweven in ons culinair erfgoed. Nabij waterrijke krekengebieden (Schelde, IJzer en West-Vlaamse polders) blijft paling prominent op de menukaart staan. Hoogtepunt zijn de palingfestivals en -festijnen in de Scheldestreek waar honderden mensen smullen van paling in het groen. Ook in gastronomische restaurants is gerookte paling een topper. En met de Japanse sushi-trend komt de soort ook weer in het vizier van jonge foodies.

ZOWAT DE MEEST VERVUILDE VIS VAN BIJ ONS...

In België zijn het enkel nog recreatieve vissers die paling vangen. Palingfuiken en kruisnetten zijn ondertussen verboden, maar peuren met een bol aaneengenaaide pieren mag wel in beperkte mate (max. 3 exemplaren, min. 30 cm groot). Deze palingen gaan niet naar de restaurants. Gelukkig maar. Want de Vlaamse overheid ontraadt de consumptie van wilde paling. De historische vervuiling van onze waterlopen zorgt voor zorgwekkend veel vervuilende stoffen in het vette visvlees van de langlevende paling (gebromeerde vlamvertragers, dioxines, PCB's, zware metalen, pesticiden

en kleurstoffen). Niet aan te raden om wilde paling te eten!

WAAR KOMT DE PALING DIE JE EET VANDAAN?

In België zijn geen beroepsmatige palingvissers meer actief. Onze paling komt dus uit het buitenland, vooral uit Nederland (wildvangst en aquacultuur). We importeren jaarlijks 105 ton levende Europese paling (*Anguilla anguilla*) en 85 ton levende Amerikaanse paling (*Anguilla rostrata* uit USA en Canada), naast 83 ton geslachte paling (vers en diepvries, waaronder Europese paling maar ook Aziatische soorten uit Vietnam, India en Nieuw-Zeeland). Verder importeren we nog 152 ton verwerkte paling, als conserven of gerookt. De meeste paling die restaurants opdienen komt uit de aquacultuur. Niet vervuild zoals de in het wild gevangen paling. Maar nog altijd een slechte zaak voor het herstel van de wilde palingbestanden.

GEEN KWEK DUS, MAAR VETMESTERIJ

Paling plant zich maar één keer in zijn leven voort, in de Sargassozee, en sterft daarna. In gevangenschap lukt kweken nog steeds niet. De soort kent dan ook een heel ingewikkelde levenscyclus en plant zich voort

onder omstandigheden die de wetenschap nog niet helemaal begrijpt. Hoewel men er recent – in een experimentele opzet – in is geslaagd om vrouwelijke palingen te laten rijpen en ovuleren, dan nog staan we ver van een commercieel succesvolle overleving en opkweek van de larven.

Aquacultuurbedrijven vertrekken zodoende nog steeds van in het wild weggevangen glasaaltjes, die ze 1,5-2 jaar vetmesten tot marktklare grootte. Elke weggevangen en opgegeten paling is er dus één minder in de wilde populatie. Wetenschappers en milieubewegingen pleiten voor een volledig vangstverbod, omdat de soort op het punt van uitsterven staat. Zij konden al verschillende chef-koks overtuigen om paling helemaal te weren van hun menu's. Tot er hopelijk ooit betere tijden komen voor deze bijzondere vis.

MEER LEZEN

- EthicOcean - Anguille non merci!: www.ethic-ocean.org/anguille-non-merci/
- Ravon - Toekomst voor de paling: www.ravon.nl/Doe-mee/Toekomst-voor-de-paling
- Schiphouwer et al. (2023). Glasaal langs de lat: Bundeling van Nederlandse en Belgische glasaalseries leidt tot robuust inzicht. *Visionair*, 17(70), 28-31. <https://edepot.wur.nl/645619>
- Vis- en zeevruchtengids – Europese paling: www.zeevruchtengids.org/fr/node/34
- Werking palingvetmesterij (RTV-Noord): www.rtvnoord.nl/nieuws/897086/tolberter-kwekerij-levert-anderhalf-miljoen-palingen-per-jaar

AMBERGRIJS, DRIJVEND GOUD UIT EEN POTVIS

Pierre Bonnet¹



Ecomare-medewerker Pierre Bonnet met de ambergrijs uit de op 15 december 2012 aangespoelde potvis ©Ecomare

Op 15 december 2012 spoelde, op zandplaat de 'Razende Bol' bij het Waddeneiland Texel, een dode potvis aan. De walvis bleek een schat in zich te verbergen. Er zat 83 kilo grijze amber in zijn darmen, een kruiwagen vol. Ecomare, het natuurmuseum annex zeehondenopvang op Texel, heeft de potvis geborgen. De grijze amber is voor heel veel geld verkocht aan de parfumindustrie. Grijze amber heeft namelijk de eigenschap om geur vast te houden, waardoor parfum met grijze amber langer geurt. Met de opbrengst heeft Ecomare een fantastische tentoonstelling kunnen bouwen: de Walviszaal. Deze is uitgegroeid tot een van de hoofdattracties van het eiland. Ecomare stond hierna bekend als ambergrijs-expert en heeft in de loop der jaren honderden vermeende stukken ambergrijs moeten beoordelen. Hoe weet je nu eigenlijk of je met échte 'ambergris' te doen hebt?

ONTSTAAN VAN GRIJZE AMBER

Potvissen eten voornamelijk pijlintkvis, die ze in de diepzee vangen. Pijlintkvis hebben scherpe kaken die niet te verteren zijn. Gezonde potvissen braken de inktvis-kaakjes elke 8 tot 10 dagen uit. Potvissen hebben vier magen en de kaakjes komen normaal gesproken niet verder dan de eerste twee magen. Echter, één op de ongeveer honderd potvissen heeft een lek in het maagdarmsysteem. Bij die dieren komen de inktviskaakjes wel in hun derde en vierde maag en darmen terecht. Hier veroorzaken ze bloedingen in de wand. Om de darmwand te beschermen, maakt zo'n potvis grijze amber. Grijze amber is een vetachtig product, dat om de scherpe, puntige inktviskaakjes wordt afgezet. Zo worden de kaakjes ingebed en kunnen ze, zonder al te veel schade te veroorzaken, via het poepgat naar buiten worden gewerkt. De inktviskaakjes zijn overigens in het grijze amber terug te vinden, vaak ook in de buitenste schil.

HOE HERKEN JE GRIJZE AMBER NU ECHT?

Het is heel moeilijk om aan de hand van foto's te bepalen of een opgeviste of van het strand gehaalde klomp, grijze amber is. Het kan er ook steeds anders uitzien. Het uiterlijk is onder andere afhankelijk van hoe lang het in het water heeft gedreven en of het afkomstig is uit een mannelijke of vrouwelijke potvis. Om erachter te komen of het echt ambergrijs uit een potvis is, kunnen wat eenvoudige proefjes en onderzoek uitkomst bieden.

Tref je inktviskaakjes aan op de buitenkant, of in de klomp, dan is de kans groot dat je een brok grijze amber hebt. Ambergrijs is een vetproduct en dus lichter dan zeewater: het drijft. Hierdoor wordt het gemakkelijk door zeewater vervoerd en komt het vroeg of laat op het strand terecht. Grijze amber heeft een gelaagde structuur en kan door lang in zeewater te drijven vrijwel wit kleuren. Vers is het donkerbruin tot zwart. De ingesloten inktviskaakjes blijven echter altijd bruinzwart van kleur. Ambergrijs geurt nogal opmerkelijk naar een mengsel van zee- en stallucht.

Naast een drijfproef is een simpel smeltproefje veelzeggend. Doe een mespuntje van het materiaal op een theelepel en verwarm dit boven een warmtebron zoals een sigarettenaansteker of gasbrander. Gesmolten ambergrijs kleurt dan zwart, zelfs als de vaste klont bijna wit van kleur is. Veel andere vetten en paraffine kleuren geel of bruin na smelting. Als je met een luciferstokje in het gesmolten materiaal prikt en je kan er draden uit trekken, is het vrijwel zeker grijze amber. Zie voor een smeltproef van grijze amber het volgende filmpje: www.insideoutanimals.com/pers-video/video-potvis-ambergris-tv-gelderland

Voor mensen die nog nooit grijze amber hebben geroken of gevoeld en nooit inktviskaakjes hebben gezien, blijft het misschien moeilijk om met honderd procent zekerheid te zeggen dat iets grijze amber is. Bij twijfel wordt er dan vaak een heel klein stukje in een envelop naar Ecomare gestuurd.

1 Ecomare

Duurzaamheidsdoelstellingen onze kust

SDG15: LEVEN OP HET LAND

Maxime Depoorter



De Verenigde Naties stelden in 2015 een nieuwe, mondiale duurzame ontwikkelingsagenda op voor 2030, met daaraan duurzame ontwikkelingsdoelstellingen gekoppeld. Die zeventien Sustainable Development Goals (SDG's) schetsen ambitieuze doelen.

Bescherm, herstel en bevorder het duurzaam gebruik van ecosystemen op het vasteland, beheer bossen duurzaam, bestrijd woestijnvorming, stop landdegradatie en draai het terug en roep het verlies aan biodiversiteit een halt toe

Duurzaam ontwikkelingsdoel 15 (SDG 15) richt zich op het beschermen van ecosystemen, het bevorderen van biodiversiteit en het waarborgen van duurzaam landgebruik. Dit doel vraagt om inspanningen die niet alleen de negatieve impact op natuurgebieden beperken, maar ook bijdragen aan het herstel en de verbetering ervan.

WAT IS DE SITUATIE VANDAAG AAN ONZE KUST?

Onze kuststreek vormt een uniek biotoop. Naast een rijk marien ecosysteem vind je er ook waardevolle duinen, slikken, schorren en polders. Ondanks dit unieke karakter staan deze gebieden steeds meer onder druk, niet in het minst door een toenemende verharding. De gevolgen voor de biodiversiteit en de natuurlijke functies van de bodem zijn groot.

Met een verhardingsgraad van 15,2% – vooral in de vorm van gebouwen, wegen en parkeerterreinen – behoort Vlaanderen tot de meest verharde regio's van Europa (Provincie in Cijfers 2021).

Aan de kust is deze druk nog sterker voelbaar door de vele infrastructuur, woningen en toeristische voorzieningen. De verhardingsgraad (gemiddeld 19,6% voor kustgemeenten van De Panne tot Knokke-Heist) is een stuk hoger dan het Vlaams en West-Vlaams (14,7%) gemiddelde. Ook het aandeel bebouwde oppervlakte ligt hier veel hoger (40%) dan in Vlaanderen (29%). Dit zie je vooral in de toeristische zones waar het stedelijk gebied sterk uitgebreid is. Spijts inspanningen om verdere verharding tegen te gaan en de unieke ecosystemen te beschermen, blijft het een uitdaging. De grote economische en toeristische belangen langs de kust zijn hier niet vreemd aan.

De gevolgen zijn nefast. Naast het verlies aan biodiversiteit, is er de ruimtelijke impact. De bestaande kustnatuur geraakt versnipperd. Erosie die kan leiden tot een verminderde kustbescherming neemt toe.

Een hogere graad van verharding betekent ook een versnelde afvoer van regenwater met weinig tot geen kansen tot infiltratie. Gezien de neerslaghoeveelheden in de kuststreek over het algemeen beperkter zijn dan in het binnenland, vormt ook dit een belangrijk element bij het goedkeuren van projecten die leiden tot bijkomende verharding.

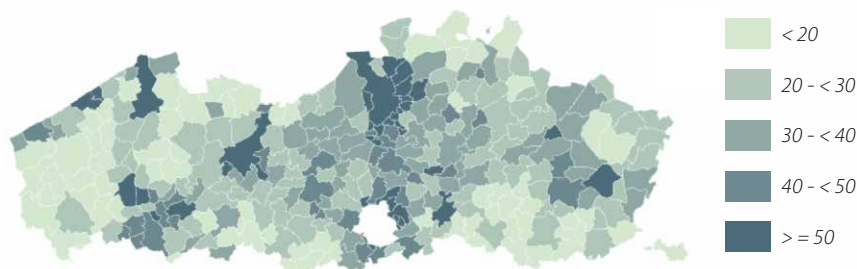
Gelukkig is er aan de kust nog natuur te vinden. Hier doen lokale en regionale overheden hun best om verdere verharding tegen te gaan en in te zetten op ontharding en ontsnippering. Deze gebieden spelen een cruciale rol in het verlenen van verschillende ecosystemendiensten. Zo fungeren de resterende duingebieden als natuurlijke klimaatbuffers die bijdragen aan waterbeheer en biodiversiteit. Dit alles benadrukt de noodzaak van een zorgvuldig ruimtelijk beleid dat streeft naar een evenwicht tussen economische ontwikkeling, toerisme, en natuurbescherming.

De afgelopen jaren zijn er enkele concrete maatregelen genomen om verdere verharding te beperken en natuurherstel te bevorderen. Zo krijgen onthardingsprojecten een vergunningsvrijstelling. De invoer van een Vlaamse planologische compensatieplicht leidt dan weer tot de vrijwaring van de open ruimte. Verder is er de "Blue Deal" gelanceerd vanuit de Vlaamse overheid om droogte en waterschaarste structureel aan te pakken.

Een voorbeeld hiervan is het project in de Warandeduinen in Middelkerke, waar natte natuur is gecreëerd om het waterbeheer en de biodiversiteit te versterken. Daarnaast zijn er op gemeentelijk vlak tal van initiatieven waarbij waterafvoer en infiltratie centraal staan: van hemelwater- en droogteplannen tot sensibiliserings- en educatietrajecten. SDG 15 daagt ons uit om niet alleen de negatieve impact van verharding te beperken, maar ook actief te werken aan herstel en verbetering. De toekomst van onze kust hangt af van een weloverwogen aanpak waarin bescherming van ecosystemen en duurzame ontwikkeling hand in hand gaan.

BRONNEN

- <https://provincies.incijfers.be/databank>; thema: ruimtegebruik
- <https://indicatoren.omgeving.vlaanderen.be/indicatoren/verharding>
- <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/ruimtegebruik/bebouwde-oppervlakte>
- <https://provincies.incijfers.be/databank>
- <https://kustportaal.be/nl/klimaat>
- <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/vrijstelling-vergunningsplicht-inzake-afbraak-en-ontharding>
- <https://bluedeal.integraalwaterbeleid.be/projecten/hefboomprojecten-natte-natuur/natte-natuur-in-warandeduinen-middelkerke>
- <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/decreten-en-uitvoeringsbesluiten/wetwijzer/planologische-compensatie-vcro-artikel-2261#:~:text=De%20planologische%20compensatieplicht%20houdt%20in,overbodig%20juridisch%20aanbod%20moeten%20neutraliseren.>



De bebouwingsgraad (het % van de totale oppervlakte dat bebouwd is) in de gemeenten van het Vlaamse Gewest in 2022. In de kustgemeenten (40%) ligt de gemiddelde bebouwingsgraad een pak hoger dan in de rest van Vlaanderen (29%). Bron: Statbel, bewerking Statistiek Vlaanderen

De O.205 Montréal en enkele bemanningsleden op het strand in Patagonië. (Collectie NAVIGO Visserijmuseum)



VLAAMSE VISSERS GESTRAND IN PATAGONIË

Joran Vandevelde

OP ZOEK NAAR EEN BETER LEVEN

Kort na de Tweede Wereldoorlog verkeerde de Belgische visserijsector in crisis. Vele schepen waren aangeslagen door de Duitse bezetter of verwoest, en de Noordzee lag vol met zeemijnen. Op zoek naar een betere toekomst besloten enkele tientallen Vlaamse vissersfamilies hun geluk te beproeven in de visrijke wateren van Argentinië. Zo ook Firmin Vandenberghe, vrouw Rachel en hun 5 kinderen.

Na de oorlog had pater familias Firmin z'n vissersbestaan aanvankelijk ingeruild voor een job achter de toeg van café Opex in de Oostendse Vuurtorenwijk. Die carrièrewissel duurde niet lang, want onder invloed van zijn schoonbroer en -vader keerde hij al snel de blik richting Argentinië. Verhalen over de overvloedige vangsten onder de Zuid-Amerikaanse zon bereikten hen via eerder uitgeweken Vlamingen. Samen kochten ze het vissersvaartuig O.205 Montréal, dat op 1 december 1949 vertrekkensklaar lag in de haven van Oostende. De twaalfkoppige bemanning, hun families en enkele passagiers maakten zich op voor een woelige reis langs de Golf van Biskaje naar Dakar, en vervolgens de Atlantische oceaan over. Op 13 januari 1950 liepen ze

uiteindelijk Buenos Aires binnen, om later door te varen naar Mar del Plata.

GEEN ROZENGEUR EN MANESCHIJN

In Mar del Plata ontstond al snel een hechte Vlaamse vissersgemeenschap. De Argentijnse visgronden waren rijk. De visruimen van de voormalige Vlaamse vissersschepen waren vaak al na enkele slepen van het net volledig gevuld. De toekomst leek rooskleurig, maar al snel stapelden de donderwolven zich op. De verkoop viel tegen – de Argentijnen bleken echte vleeseters te zijn – en ook de samenwerking met de lokale rederijen liep moeilijk. En toen moest het echte onheil voor de Montréal nog komen.

Op vraag van de reder trok schipper Firmin Vandenberghe in oktober 1952 zuidwaarts, voorbij de verste havenstad Bahia Blanca, op zoek naar nieuwe visgebieden. Nog zuidelijker varen, deed je op eigen risico: correcte zeekaarten van die regio waren er immers niet. Tijdens een pikdonkere nacht liep het mis voor de Montréal: een stevige wind en een sterke stroming dreven het schip naar het strand. De Montréal liep vast, ergens in de onbewoonde Patagonische wildernis.

DE REDDING ÉN DE ONDERGANG

De eerste dagen was de bemanning moederziel alleen. Noch aan land, noch op zee viel iemand te bespeuren. Via de radio kon men uiteindelijk de thuishaven Mar del Plata contacteren. Vissersschepen én de zeemacht snelden te hulp. Maar al gauw werd duidelijk dat de strijd tegen het zand en de stroming niet simpel zou zijn. De bemanning maakte er een erezaak van hun schip niet alleen te laten en installeerde hun kamp op het strand.

De bevrijding van de Montréal zou lang op zich laten wachten. In tussentijd zakte het gezin Vandenberghe zelfs eens af naar Patagonië, op bezoek bij Firmin en zoon François. Pas na zeven lange weken trekken en sleuren kon het schip weer naar open zee gebracht worden. De redding bleek finaal ook de ondergang: het schip raakte zwaar beschadigd en de dure herstelling betekende het bankroet. Na vier jaar Argentinië keerde de familie Vandenberghe terug naar Oostende. Het stuurwiel wisselde Firmin ditmaal definitief in voor een leven als cafébaas.

Met dank aan Simone Allary en René Vandenberghe, voor hun getuigenissen over hun Argentijnse kinderjaren.

NAVIGEREN DOOR EDUCATIEF MATERIAAL

Mariene kaarten als kompas

Binke D'Haese

De oceaan bedekt 70% van onze planeet en grijpt in op verschillende aspecten van het leven op aarde. Complexe oceaanthema's toegankelijk maken voor leerlingen is niet eenvoudig. Uit de vele tools lichten we er graag twee uit: de *European Atlas of the Seas* en *Marine Regions*. Deze interactieve platforms maken het mogelijk om de oceaan 'live' naar het klaslokaal te brengen. Ze bieden leerkrachten de kans om leerlingen niet alleen te informeren, maar ook te enthousiasmeren en te laten deelnemen aan wetenschappelijke ontdekkingen. Boeiende en interactieve lessen gegarandeerd!

EUROPEAN ATLAS OF THE SEAS: DE OCEAAN ALS LEERMIDDEL

De *European Atlas of the Seas* is een initiatief van het Europese Directoraat-Generaal Maritieme Zaken en Visserij (DG MARE). EMODnet (European Marine Observation and Data Network) beheert deze tool. Doel van de atlas is om burgers, onderzoekers, beleidsmakers en educatoren toegankelijk en up-to-date informatie aan te bieden.

De online kaart biedt meer dan 275 interactieve lagen over de Europese zeeën. Van biodiversiteit en mariene beschermde gebieden, over afval en energie tot klimaatverandering en zeebodemonkenmerken. Met visualisaties van onder andere zeewater temperatuur, kusterosie en beschermde mariene gebieden kunnen leerlingen *real-time* data onderzoeken. Het leert hen begrijpen hoe deze factoren samenhangen met menselijke activiteiten en klimaatverandering. Daarnaast kan je in de kaarten afstanden meten, de omvang van gebieden berekenen en gegevens exporteren om verder te analyseren.

Over de verschillende wetenschapsvakken heen, biedt de atlas relevant materiaal. Leerlingen kunnen de impact van klimaatverandering op kustgebieden visualiseren door data over zeespiegelstijging en temperatuurverandering te combineren. Of ze krijgen door het bestuderen van de visserij- en scheepvaartsector een beter zicht op de maritieme economie. De voordelen voor de leerlingen? Data op een kaart verhelderen abstracte concepten als oceaancirculatie of CO₂-opname. Tezelfdertijd spijkeren ze door interpretatie en analyse van gegevens aan hun data-geletterdheid. Er zijn 24 voorgeprogrammeerde kaarten, met elk een aantal lagen. De kaart

biodiversiteit combineert drie lagen: mariene beschermde gebieden per land, mariene Natura 2000 gebieden en koraalachtige habitats. De kaart *toerisme*, schetst dan weer het aantal maritieme musea en publieke aquaria, maar ook UNESCO-erfgoed, horeca, de staat van de zwemwateren en het aantal overnachtingen per land.

Je kan zelf kaarten en opdrachten samenstellen. Of op de leerkrachtenpagina per leeftijdscategorie reeds uitgewerkte voorbeelden consulteren. Of wat dacht je van *schattenjagen* of *virtuele boottraces* die leerlingen letterlijk door de kaarten doen navigeren?

MARINE REGIONS: MARITIEME GRENZEN IN KAART

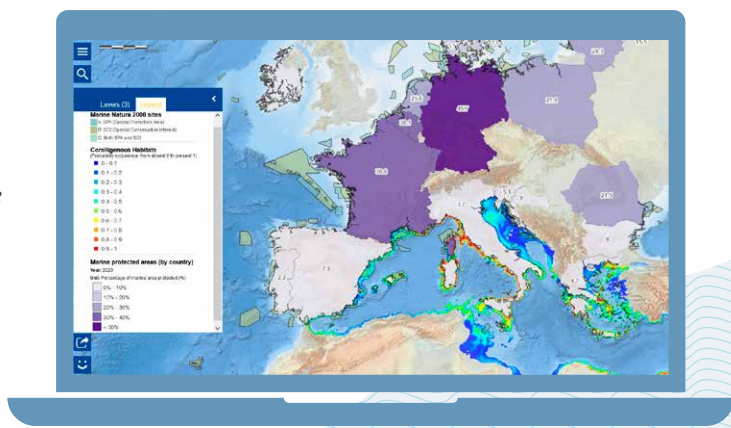
Marine Regions, beheerd door het VLIZ, biedt een uitgebreide online databank met geografische informatie en vormt zo de ruimtelijke ruggengraat van het biodiversiteitsproject LifeWatch. De databank betreft maritieme regio's zoals de afbakening van exclusieve economische zones (EEZ's) en beschermde gebieden op zee. De tool is zeer geschikt om leerlingen onder te dompelen in

mariene geografie en internationale samenwerking. Hoe kunnen betwiste gebieden leiden tot internationale conflicten? Wie is verantwoordelijk voor welke delen van de oceaan? Wie moet welke (kwetsbare) habitat beschermen? Deze en andere vragen kun je verkennen met *Marine Regions*. Zo krijgen leerlingen inzicht in hoe ecologie, economie en politiek verweven zijn.

DE OCEAAN BINNEN HANDBEREIK

Met de *European Atlas of the Seas* en *Marine Regions* haal je de oceaan letterlijk naar het klaslokaal. Waar Atlas of the Sea eerder handig is voor aardrijkskunde, biologie en economie, is *Marine Regions* meer gericht op aardrijkskunde, politieke wetenschappen en milieukunde. Beide tools bieden de mogelijkheid om gegevens te exporteren en te analyseren. Door leerlingen te laten werken met *real-time* data over mariene ecosystemen en economische activiteiten, geef je ze niet alleen kennis over de complexe dynamiek van mariene omgevingen. Je leert hen ook vaardigheden om kritisch na te denken over de toekomst van onze planeet.

De voorgeprogrammeerde kaart 'biodiversiteit' met de datalagen 'mariene beschermde gebieden (per land)', 'mariene Natura 2000 gebieden' en 'koraalachtige habitats' uit de *European Atlas of the Seas*.



DE ZEE ALS GOED DOEL KENT GEEN GRENZEN

Karen Rappé

De Zee als Goed Doel. De naam alleen al zegt het. Laat ons met de zee omgaan als een goed doel, een zaak waarvoor je je mateloos en met passie inzet. Tot eer en meerdere glorie van een gezonde oceaan en zeeën. Want een gezonde zee, betekent een goede planeet om op te leven!



Drie ambitieuze studenten afkomstig uit Brazilië en Zuid-Afrika zakten in juni af naar Oostende om zich te verdiepen in het modelleerprogramma Ecopath.

En met jullie hulp kunnen wij daarvoor zorgen. VLIZ wil immers niets meer of minder dan wereldzeeën waarvoor zorg wordt gedragen. Zeeën die ook voor de volgende generaties alle voordelen en vruchten bieden die we vandaag genieten. Met een beladen woord 'duurzaamheid' genoemd. Hoe?

Wij geloven alvast in:

- de opleiding van nieuwe generaties zeeonderzoekers, oceanwetenschappers, oceanleiders
- het begrijpen en helpen oplossen van de klimaatverandering
- kennis, exploratie, nieuwe technologieën om oceanleven te beschermen
- een oplossing voor de oceanvervuiling
- een beter begrip van hoe de gezondheid van de zee verbonden is met de onze...

En jullie hulp? Elke donatie, ledenbijdrage, sponsoring en aankoop via shop.vliz.be maakt een wezenlijk verschil in het nastreven van onze gedeelde idealen. Dit jaar ondersteunden jullie maar liefst 52 wetenschappers in hun zeeonderzoek! Wetenschappers uit 13 landen, van Chili tot Noorwegen, van Australië tot Kenia.

STEUN OP HET OUDE CONTINENT

In België werken zes beloftevolle jonge zeewetenschappers een 'briljant onderzoeksidee' uit. Die ideeën zijn heel divers: het meten van de hartslag als stressindicator bij haaien, het belang van mosseluitwerpselen voor het ganse ecosysteem, de ontwikkeling van een hoogtechnologische

turbulentiesensor, de analyse van de darmflora van orka's als maatstaf voor vervuiling, het belang van kleine gravende dieren in het groter geheel van klimaatverandering.

Daarnaast werkten 25 Vlaamse experts onder de paraplu van De Zee als Goed Doel aan een publicatie rond het belang van de oceaan voor onze gezondheid. Kennis die doorstroomt naar relevante beleidspersonen tijdens een exclusieve studievoormiddag.

Europese experts uit Nederland, Noorwegen, Duitsland en België kwamen dan weer – binnen de structuur van een Ostend Working Group – samen om het onderzoek en de kennis over de gevolgen van klimaatverandering voor de Noordzeekusten te stroomlijnen.

NOORD, OOST, ZUID, WEST

Maar er is meer. Buiten en binnen Europa bieden we wetenschappers die de Wereldlijst voor Mariene Soorten de nodige updates geven, jaarlijks de kans om aanspraak te maken op een geldbedrag ter ondersteuning van hun taak. Zo werkten taxonomen uit Argentinië, Australië, het Verenigd Koninkrijk en Duitsland in 2024 aan het bijwerken van soortlijsten van fossiele schelpen en slakken, vlokreeften, kiezelwieren en armpotigen. En in de fjorden van zuidelijk Chili schaffen collega-wetenschappers, dankzij jullie

donaties, extra apparatuur aan om de lokale biodiversiteit in kaart te brengen, in het belang van het streven naar meer marien beschermde gebieden in de regio.

Willen we een toekomst voor de oceaan dan dienen de oceanleiders van morgen alle kansen tot ontwikkeling te krijgen. Daarom stimuleerden we beloftevolle wetenschappers uit het globale zuiden om deel te nemen aan relevante opleidingen en conferenties. Zo nam een wetenschapper uit Madagascar deel aan de UN Decade for Ocean Sciences Conferentie in Barcelona, reisden drie ambitieuze studenten afkomstig uit Brazilië en Zuid-Afrika af naar Oostende om hun kennis over het modelleerprogramma Ecopath te verdiepen. En boden we twee Afrikaanse studenten een deelname aan, aan de door de VUB georganiseerde Monsoon school in Kenia.

Zo lees je, de oceaan kent geen grenzen. Evenmin als de goede doelenwerking van het VLIZ. Wens je bovenstaande trajecten te steunen? Dat kan! Via shop.vliz.be kan je kiezen voor een donatie, een VLIZ-lidmaatschap of een leuk hebbeding, alles ten voordele van meer zeeonderzoek. Rechtstreeks doneren kan via **BE70 0017 1687 3425**. Wens je een fiscaal attest te ontvangen, vermeld dan in de referentie je naam, adres en rijksregisternummer.

ZEEWOORDEN

Magda Devos, Roland Desnerck, Nancy Fockedeij,
Johan Termote, Dries Tys, Carlos Van Cauwenberghe,
Fons Verheyde, Jan Seys

Wij zochten de betekenis van enkele intrigerende
zeewoorden voor je op.

CADZAND

Vandaag telt dit meest westelijk gelegen en zonnigste kustdorp van Nederland nauwelijks 700 inwoners, en is het onderdeel van de Zeeuwse gemeente Sluis. Het toeristische Cadzand-Bad staat in schril contrast met de oude dorpskern, een tweetal kilometer verderop. Wie het dorpje bezoekt, kan zich nauwelijks voorstellen wat het de voorbije eeuwen allemaal heeft moeten verduren.

CADZAND VANDAAG EN VROEGER

Het voormalige eiland Cadzand is al in de 11^{de} eeuw bewoond door schaapherders en landarbeiders uit het graafschap Vlaanderen. De naam duikt voor het eerst op in een oorkonde uit 1111-1115. Het dorp zelf, op het hoogste punt van het gelijknamige eiland, krijgt pas echt vorm begin 13^{de} eeuw met de bouw van de stenen vroeg-gotische Mariakerk. Vandaag is Cadzand een oase van rust, op een boogscheut van het toeristische en drukbezochte Cadzand-Bad. Hotels, restaurants en winkeltjes bepalen daar de sfeer, evenzeer als de jachthaven aan het uiteinde van het Uitwateringskanaal. Op een boogscheut vind je het Zwin natuurgebied, dat je vanaf de dijk al wandelend of fietsend kunt verkennen.

De rust op heden contrasteert met het bewogen verleden van het eiland en zijn dorp. Het eiland Cadzand lag dan ook erg strategisch, gemakkelijk vanuit zee te bereiken en vormde een uitstekende uitvalsbasis om het achterland (met bloeiende handelssteden als Sluis, Brugge, Aardenburg en Gent) te belagen. Van in de middeleeuwen tot recent ondergaat de streek met de regelmaat van de klok dan ook de uitwassen (aanvallen, plundertochten, onderwaterzettingen) van diverse conflicten. Tijdens de Honderdjarige Oorlog viel zowel de Franse als Engelse vloot regelmatig binnen. Berucht is de Slag bij Cadzand van

1337, waarbij een plaatselijk garnizoen tevergeefs poogde wraak te nemen op Engelse soldaten die er geland waren en de bevolking teisterden met dagenlange plunderingen, verkrachtingen en vernielingen.

Daarnaast is het landschap er getekend door een eeuwenlange strijd met de zee: dijkdoorbraken en stormvloed die de inwoners danig op de proef stelden. In de Romeinse tijd bevond de kustlijn zich verder zeewaarts dan vandaag en bestond uit een duinengordel doorsneden met getijdengeulen. Geleidelijk aan drongen deze getijdengeulen het kustlandschap verder binnen. Dat leidde in het vroegmiddeleeuwse kustlandschap onder meer tot het ontstaan van de eilanden Cadzand, Wulpen, Zuidzande en Koezand. Ten westen van het eiland Cadzand ontstond de zeearm die de latere Zwinmondung zou vormen, in het oosten vormde het Zwarte Gat de begrenzing van het eiland. Later werd de kustvlakte steeds beter toegankelijk en bewoonbaar, wat de aanleiding was voor bedijkningen. Nog voor 1350 versmolten de eilanden Cadzand en Zuidzande. En door een verdere aangroei in oostelijke richting, slibde de getijdengeul van het Zwarte Gat geleidelijk aan dicht. Door de vorming van de Westerschelde uit de Honte, kregen alle eilanden in het mondingsgebied het in de volle middeleeuwen zwaar te verduren. Wulpen verdween. Maar ook het zuidelijker en meer beschutte Cadzand ondervond een aanzienlijke kustafslag. De meest noordelijke polders

gingen verloren, de westelijke gebieden werden bedreigd door het opschuiven van de Zwingel. Tegen het eind van de middeleeuwen bleef er van de grote (vroeg) middeleeuwse zeegaten en getijdengeulen van Sincfala en Zwin niet zoveel meer over, en was het gebied grotendeels ingepolderd.

Vandaag zijn de grenzen van het voormalige eiland Cadzand nog goed te onderscheiden in het landschap, met westelijk en oostelijk respectievelijk de inhammen het Zwin en het Zwarte Gat, en landwaarts een ringvormig inpolderingspatroon.

ETYMOLOGIE: DE BEDIJKTE ZANDBANK

Cadzand is in Nederland de officiële spelling van het Zeeuws-Vlaamse kustdorp, in België schrijft men gewoonlijk Kadzand. De naam verschijnt voor het eerst in een document uit 1111-15 in het goederenregister van de Gentse Sint-Baafsabdij en luidt daar *Cadesand* (Gysseling 1960 i.v. Kadzand). Uit die oudst gevonden vorm blijkt al duidelijk dat het toponiem een samenstelling is van *kade* en *zand*. Het eerste deel, *kade*, draagt de betekenis 'kleine dijk', het grondwoord *zand* moet begrepen worden als synoniem van *zandplaat* en *zandbank*. Andere Zeeuws-Vlaamse toponiemen met *zand* in die betekenis zijn *Koezand* voor een verdronken eilandje in de Honte tussen Wulpen en Walcheren, en *Zuidzande*, een



Een aalscholver (*Phalacrocorax carbo*) in zijn kenmerkende houding met de vleugels wijd open gespreid om ze te drogen. ©Shutterstock

AALSCHOLVER

Aalscholwers. Iedereen kent ze, al is het misschien niet bij naam. Bij de waarneming van een grote zwarte vogel met lange, gebogen nek, zittend op een lantaarnpaal of een houten staketsel met opengevouwen vleugels, is de kans immers groot dat je niet met een kraai maar met een aalscholver te maken hebt. Watervrees hebben de vogels niet, in tegenstelling tot hun krassende verwanten. En vis vangen doen ze als de beste, tot spijt van wie het benijdt!

OPVALLENDE VERSCHIJNING, TERUG VAN WEGGEWEEST

De kans is groot dat je de aalscholver te zien krijgt in zijn kenmerkende "komt allen tot mij" houding, met de vleugels wijd open gespreid. Die houding deelt hij met slangenhalsvogels, pelikanen en een aantal reigers, ooievaars en gieren. Maar terwijl die exotische verwanten in deze pose vooral afkoeling of opwarming zoeken, doen aalscholwers het om te drogen. Echt nodig na het duiken is dit drogen nochtans niet. Want als het moet, kiezen ze wel het luchtruim mét het 1-3% extra gewicht aan water in de oppervlakkige laag van hun verenkleed. Een droog verenkleed voelt alleen lekkerder.

Onze aalscholver is gezegend met de wetenschappelijke naam *Phalacrocorax carbo*, wat zoveel betekent als houtskoolkleurige kaalkopraaf. Kaal is hij niet, maar vermoedelijk bracht de in broedkleed wit uitkleurende kopbevedering van de continentale Europese aalscholver de naamgever op deze gedachte. Nauwelijks enkele tientallen jaren geleden, ging het de aalscholver niet voor de wind. Vervolging, slechte waterkwaliteit en vervuulende stoffen die de voortplanting in het gedrang brachten, maakten het de soort toen knap lastig. Maar intussen is het tij gekeerd en is de soort weer alomtegenwoordig. Terwijl Vlaanderen sinds 1965 lange tijd geen natuurlijke broedkolonies meer kende, is het broedbestand er

sinds 2006 weer aangegroeid tot meer dan duizend paartjes.

OPPORTUNISTISCHE SCHROKOP

Aalscholwers zijn opportunistische viseters. Ze eten wat de pot schaft, zo'n 250-600 gram vis per dag. Van de meer dan 115 verschillende prooisoorten die in Europa zijn vastgesteld, dienen slechts enkele als stapelvoedsel. In onze zeegebieden zijn dit platvissen (schol, bot, tong, schar) en grondels. In zoetwatergebieden vooral voorn, pos, baars, snoekbaars, spiering, brasem en karperachtigen. Ook aal of paling, wat dacht

je, zal een aalscholver niet versmaden. Vooral jonge vis staat op het menu, eerder zelden vangt een aalscholver platvisjes van meer dan 15 cm lang. Uitzonderlijk zijn ook wel platvissen van ca. 30 cm of palingen van 50 cm in magen van aalscholvers gevonden.

Dankzij de gezaagde snavelrand en een gevaarlijk gekromde snavelpunt is de aalscholver in staat grotere, aalgladde prooien te grijpen. Toch moet een aalscholver het bij de jacht niet in de eerste plaats van zijn snelheid of vergezicht hebben. Met ogen die er onder water vooral op gericht zijn bewegende prooien op korte afstand te ontdekken, gedraagt hij zich veeleer als een 'onderwaterreiger'. Met een relatief trage en korte achtervolging en een snelle nekstrekking grijpt hij zijn prooi. Beroemd zijn de aalscholvers die in Japan al heel lang worden ingezet om voor de mens vis te vangen. Hun 'meester' drijft ze 's nachts het water in, voorzien van een metalen ring rond de nek die is vastgemaakt aan een touw. Telkens de aalscholver een grotere vis buitmaakt, trekt zijn baasje aan de lijn en ontleent hem zijn prooi.

ETYMOLOGIE

Aalscholver is samengesteld uit *aal* en *scholver*. Het voorbepalende woord *aal* duidt erop dat deze duikende watervogel zich voedt met vis, waaronder aal of paling. Het is een recente toevoeging aan het grondwoord, pas voor het eerst in geschrifte aangetroffen in een lijst van vogelnamen, een werk van Jan Aarnout Bennet en Gerrit van Olivier uit 1822 (Etymologiebank i.v. Aalscholver).

EEN GERMAANSE WERKWOORDSTAM

Het grondwoord *scholver* in de samengestelde vogelnaam heeft een veel langere geschiedenis in onze taal. Het wordt onder verschillende gedaanten teruggevonden in Middelnederlandse bronnen, met als oudste *scholfaren* in een tussen 1301 en 1315 vervaardigde Limburgse kopie van Maerlants natuurencylopedie *Der naturen bloeme* uit 1282 (MNW i.v. Scholfaren).

Scholfaren en de ook in het MNW vermelde verkorte en gereduceerde vorm *scholfarn*, hebben burgerrecht verworven in de

Nederlandse standaardtaal als resp. *schollelebaar* en *scholver*. Nog bestaande zuster vormen in andere Germaanse talen zijn Duits *Scharbe*, Fries *skolfer*, Deens, Noors en Zweeds *skarv*, IJslands *skarfur*. De Oudengelse vorm *scealfor* heeft geen nazaten in het huidige Engels, althans niet in de standaardtaal. Daar heet de vogel nu *cormorant*, hetzelfde woord als Duits *Kormoran*, een synoniem van *Scharbe*.

Middelnederlands *scholfaren*, de vroegst geattesteerde voorzaat van *scholver*, is zelf ook een samenstelling van *scholf* en *aren*. Het eerste deel daarin wordt teruggevoerd op de stam van een Germaans werkwoord **skarba(n)* 'een schrapend geluid maken', wellicht verwant met *schrabben*, *schrapen* en *schrappen*. Die laatste werkwoorden kunnen behalve op een schraperige klank ook op een krabbende beweging slaan, maar in het geval van de vogels zal het een verwijzing zijn naar het schorre, raspende geluid dat zij in hun broedkoloniën laten horen, naar alle waarschijnlijkheid een klanknabootsing dus. Dat de -r van de oorspronkelijke Germaanse vorm **skarb* tot -l is geworden in combinaties met *-aar*, *aren* en *-er* is te verklaren door dissimilatie of ongelijkmaking van twee identieke medeklinkers binnen hetzelfde woord, een mechanisme dat bv. ook leidde tot Nederlands *mortel* uit Latijn *mortarium*.

WAT GAAT SCHUIL ACHTER -AAR?

Het tweede deel *-aar* wordt algemeen gezien als de Oud en Middelnederlandse benaming voor de arend, geattesteerd als *arn*, *aren*, *aer* (ONW i.v. Aro, Aran en MNW i.v. Aerne); in het Vroegnieuwlands van de 17^e eeuw verschijnt de vorm zonder eind-d nog een zeldzame keer als *aerne* (WNT i.v. Arend). De bovenvermelde Maerlant-kopie uit de vroege 14^e eeuw vermeldt expliciet dat de *scolfarn* een "bastaert aar" is (MNW i.v. Scholfaren).

Dat de naam van de koning der vogels al onderdeel was van de Germaanse basisvorm van *schollelebaar*, achten de meeste etymologen onwaarschijnlijk, omdat onder de

overgeleverde vormen in de Germaanse talen alleen het Middelnederlandse en het Middelnederduitse woord *scalvaron* uitgaan op een bestanddeel dat zich laat herkennen als 'arend'-benaming. Geloofwaardiger is, zo wordt gedacht, dat het bestanddeel berust op een volksetymologische herinterpretatie, doordat men de aalscholver zag als een soort van arend.

Welk onderliggend woord of woorddeel liet zich dan opvatten als naam voor de arend? Zoals Debrabandere (2005 i.v. Schollelebaar) suggereert, kan dat moeilijk iets anders zijn geweest dan het oude, tot op vandaag in het Nederlands nog productieve agentiefsuffix *-aar*, zoals in *tekenaar* en *twijfelbaar*. Een achtervoegsel dus waarmee uit werkwoordstammen substantieven worden afgeleid voor de uitvoerder van de handeling die in het grondwoord wordt genoemd. Uit dat *-aar*, al vroeg door het Germaans ontleend aan Latijn *-arius*, ontstond in het Middelnederlands een verdopte en hoogfrequent geworden variant *-er*, zoals *loper* en *visser*. Door de vormgelijkheid van het achtervoegsel met Middelnederlands *aar* 'arend' ging men in het tweede deel van *schollelebaar* de vogelnaam herkennen, waardoor vervolgens ook een variant als het oude *scolfaren* kon ontstaan, met de wisselvorm *-aren* van de vogelnaam *arend*.

BRONNEN

- Debrabandere F. (2005). Oost-Vlaams en Zeeuws-Vlaams etymologisch woordenboek. Amsterdam, Veen.
- De Flou K. (1914-1938). Woordenboek der toponymie van Westelijk Vlaanderen, Vlaamsch Artesië, het Land van den Hoek, de graafschappen Guines en Boulogne, en een gedeelte van het graafschap Ponthieu. Gent, Brugge, 18 delen. Indices door F. Rommel, Steenbrugge 1953.
- Etymologiebank <https://etymologiebank.nl/>
- Gysseling M. (1960). Toponymisch woordenboek van België, Nederland, Luxemburg, Noord-Frankrijk en West-Duitsland (voor 1226). Bouwstoffen en studieën voor de geschiedenis en de lexicografie van het Nederlands VI, 1. Brussel / Tongeren, Belgisch Universitair Centrum voor Neerlandistiek. www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=gysseling+toponymisch+woordenboek
- MNW = E. Verwijs & J. Verdam (1885-1929). Middelnederlandsch Woordenboek. 's Gravenhage. <https://gtb.ivdnt.org/>
- ONW = Oudnederlands woordenboek. Leiden: Instituut voor Nederlandse Lexicologie, 2009. <http://gtb.inl.nl/?owner=ONW>
- WNT = Woordenboek der Nederlandsche Taal. 's Gravenhage/Leiden, 1864-1998. <https://gtb.ivdnt.org/>



© VLIZ

DAG VAN DE WETENSCHAP AAN ZEE

De technologie om ons heen staat niet stil. Denk maar aan artificiële intelligentie, robots of virtual reality. De hoogtechnologische vooruitgang stelt ook zeewetenschappers in staat tot dingen waarvan ze enkele decennia geleden alleen maar konden dromen. Wist je dat onderzoekers klimaatverandering bestuderen met onbemande robots? Of dat Europa werkt aan een digitale tweeling van de oceaan om deze beter te kunnen beschermen? Zak op zondag 24 november 2024 – Dag van de Wetenschap – af naar het Marien Station Oostende voor het wetenschapsfestival 'High-T at Sea' en maak kennis met de meest recente technologie. Dompel je onder in het zeebelevingslab, bouw je eigen periscoop, woon een lezing bij of ga aan boord van het onderzoeksschip Simon Stevin.

Ook in het Provinciaal Bezoekerscentrum Duinpanne kan je allerlei zaken beleven op de Dag van de Wetenschap. Op 'Zeetropolis' kan je ontdekken, ervaren en onderzoeken op maat van jong én oud. In het NAVIGO Visserijmuseum kan je dan weer in het verhaal van potvis Valentijn duiken. Kortom, voor ieder wat wils!

Bart De Smet



HERSTEL VAN WILDE OESTERRIFFEN VAN START GEGAAN

In opdracht van de dienst Marien Milieu (FOD Volksgezondheid) is het consortium BELREEFS het eerste pilootproject gestart voor het herstel van wilde platte oesterriffen in het Belgisch deel van de Noordzee. Het project wil een belangrijke bijdrage leveren aan het versterken van de mariene biodiversiteit. Onder druk van overbevising en andere bodemberoerende activiteiten zijn platte oesterriffen al een tijdje verdwenen bij ons, maar historisch gezien waren ze een zeer belangrijke habitat.



Dit pilootproject vindt plaats ter hoogte van de grindbedden tussen de Hinderbanken, een plek waar ooit oesterriffen gevestigd waren. Het is de eerste keer dat een project zich op deze schaal in het Belgische deel van de Noordzee ontplooit. De creatie van een oesterrif dat zichzelf in stand houdt is een complexe uitdaging. Om dit te realiseren slaan overheid, industrie en wetenschap de handen in elkaar. De ingewikkelde logistiek en de gevoeligheid van de oesters aan verstoring (tijdens inzaaien, transport en installatie op zee), vragen een diepgaande kennis van verschillende vakgebieden.

Maud Oeyen

De platte oester *Ostrea edulis* © Saxifraga - Eric Gibcus





© Jeff Kerby

HOE KLIMAATVERANDERING DE AARDBOL NEGEN DAGEN LANG KAN DOEN 'ZOEMEN'!

September 2023. Belgische wetenschappers ontdekken een zeldzaam natuurverschijnsel in Groenland. Een aardverschuiving van 25 miljoen m³ rots en ijs veroorzaakt een tsunami in de Dickson Fjord. Deze mega-tsunami bereikt een hoogte van meer dan 100 meter en veroorzaakt seismische trillingen die de aarde negen dagen lang doen trillen. Het signaal wordt wereldwijd opgemerkt en geanalyseerd door een internationaal team van 68 onderzoekers uit 40 instellingen, waaronder de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB) en het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ). De aardverschuiving bleek het gevolg van de klimaatverandering en het smelten van steeds meer ijs. Het onderzoek, gepubliceerd in het tijdschrift Science, benadrukt het belang van monitoring en waarschuwingssystemen in het licht van versnelde klimaatveranderingen. Als rechtstreeks gevolg zal het VLIZ, i.s.m. de Koninklijke Sterrenwacht van België, zijn meetstation op Groenland verder uitbreiden om het fenomeen beter te begrijpen en toekomstige risico's zoveel mogelijk te beperken.

Jan Seys



IN DE BRANDING



©Ann-Sophie Deldycke, Beaufort24

KUSTKIEKJES

(Grote Rede 59)

Misschien niet helemaal onverwacht toonden we in het laatste Kustkiekje een kunstwerk van Beaufort 2024, het driejaarlijkse kunstfestival aan zee. Het werk betreft 'All the words in the World' van de Argentijn Jorge Machhi. Deze installatie van 8 bij 4 meter suggereert een rechtopstaand toetsenbord zonder toetsen, en is uitgevoerd in beton. Het steeds wisselende lichtspel op deze luchtige structuur stemt tot nadenken. Kun je een beeld wel met woorden vatten? Op de vraag waar dit kunstwerk zich bevindt, is het juiste antwoord: de zeedijk van Koksijde.



© Shutterstock.com

Colofon

'De Grote Rede' is een gratis informatieblad uitgegeven door het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ; www.vliz.be). Dit boeiende tijdschrift wordt samengesteld met de hulp van een zelf schrijvende redactie van maritieme professionals die zetelen ten persoonlijke titel. Noch de redactie, noch het VLIZ zijn verantwoordelijk voor standpunten vertolkt door derden. Overname van artikelen is toegelaten mits bronvermelding.

Interesse?

Gratis abonneren kan via www.vliz.be/groterede/inschrijven of telefonisch.

Verantwoordelijke uitgever

Jan Mees (VLIZ), Jacobsenstraat 1, B-8400 Oostende, België

Coördinatie en eindredactie

Jan Seys, Nancy Fockedeey, Bart De Smet (VLIZ), 059/33.60.00, jan.seys@vliz.be

Redactieleden

Gert Coone, Binke D'Haese, Maxime Depoorter, Bart De Smet, Ine Demerre, Nancy Fockedeey, Lotte Janssens, Dominique Jauquet, Francis Kerckhof, Thomas Lanssens, Tine Missiaen, Hans Pirlet, Ruth Pirlet, Sam Provoost, Karen Rappé, Frederik Rogiers, Marc Ryckaert, Jan Seys

Zeewoordenteam

Roland Desnerck, Magda Devos, Nancy Fockedeey, Jan Seys, Johan Termote, Dries Tys, Carlos Van Cauwenberghe, Fons Verheyde

Met medewerking van

Bart Roest, Glenn Strypsteen, Joran Vandeveldde, Lotte Janssens, Maud Oeyen, Pierre Bonnet

Vormgeving

Bredero Graphics, Melle

Foto's en grafieken

Beaufort24 (Ann-Sophie Deldycke), Databank Ondergrond Vlaanderen, Ecomare, ESRI, European Atlas of the Seas, Flicker (Michael Bok), FOD Volksgezondheid - Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Glenn Strypsteen, Jeff Kerby, KBR, Lotte Janssens, NAVIGO Visserijmuseum, NGI, Roest et al. (2019), Saxifraga (Eric Gibcus), Shutterstock, Statbel - bewerking Statistiek Vlaanderen, Vlaamse Hydrografie, Westtoer (Pieter Clicteur), Wikimedia Commons (Andrei Savitsky) ZEROPOL2030

Drukkerij

Lowyck drukkerij
Gedrukt op maco halfmat 115 g (FSC Mix credit)
in een oplage van 9.500 ex

Algemene informatie

VLIZ vzw
Jacobsenstraat 1, B-8400 Oostende
Tel.: 059 33 60 00
e-mail: info@vliz.be
www.vliz.be
ISSN 1376-926X
CC-BY-xxxx

www.vliz.be

