

Klimaat en de oceaan: Verschuiving van mariene soorten

Gebruiksinfo voor de leerkracht

Dit document omvat een lespakket rond het thema ‘Verschuiving van mariene soorten’.

- In de sectie ‘**Eindtermen**’ kan je nagaan aan welke eindtermen voldaan worden bij het geven van dit lespakket.
- In de sectie ‘**Achtergrondinformatie**’ kan je je inlezen in het thema. Dit biedt de nodige achtergrond voor de leerkracht om aan de slag te gaan met het thema en kan ook als inleiding dienen voor leerlingen. Onderaan deze sectie vind je ook een aantal betrouwbare en interessante links om verder te lezen, mocht je nog informatie willen.
- De sectie ‘**Leerkrachteditie**’ geeft de volledige ingevulde versie (schuingedrukt) van de sectie ‘**Werkbundel**’ die er voor de leerlingen is. De werkbundel kan je apart downloaden op de website van PlaneetZee.

Klimaat en de oceaan: Verschuiving van mariene soorten

Eindtermen

Nieuwe eindtermen tweede graad doorstroomfinaliteit – Referentienummer: Cur-20210118-11, Verschenen: 18/01/2021

6.46 De leerlingen analyseren materie- en energiestromen in een ecosysteem. Met inbegrip van kennis: - C-cyclus - ecosysteemdiensten - veranderende ecosystemen onder invloed van klimaatsveranderingen.

9.1 De leerlingen situeren personen, plaatsen, patronen en processen op relevante ruimtelijke schaalniveaus. Met inbegrip van kennis

- Fysisch-geografische invalshoek: plaatranden, vulkanen, aardbevingen, Ring of Fire, zeeën, oceanen, continenten, rivieren, meren, gebergten, woestijnen, ijskappen, geologische structuren en lithologische kenmerken, drukgebieden, windsystemen, klimaat- en vegetatiezones, straalstroom, ozonlaag, troposfeer, stratosfeer, mesosfeer

9.4 De leerlingen beschrijven economische processen op verschillende ruimtelijke schaalniveaus. Met inbegrip van kennis: - landbouw, vraag en aanbod – beïnvloedende factoren zoals klimaatverandering

9.5 De leerlingen analyseren ruimtelijke gevolgen van demografische en economische processen op verschillende ruimtelijke schaalniveaus. Met inbegrip van kennis: Milieueffecten.

9.6 De leerlingen lichten oorzaken en gevolgen van het versterkt broeikaseffect toe. Met inbegrip van kennis: - broeikasgas – oorzaken van het versterkt broeikaseffect - gevolgen van het versterkt broeikaseffect: Verschuiven van klimaten en verspreidingsgebieden van planten en dieren.

9.9 De leerlingen analyseren klimaatveranderingen in verschillende geologische periodes. Met inbegrip van kennis: - klimaatveranderingen vanaf het begin van het Paleozoïcum - oorzaken van klimaatverandering - broeikaseffect en versterkt broeikaseffect, gevolgen van klimaatveranderingen - maatregelen in verband met het versterkt broeikaseffect

Klimaat en de oceaan: Verschuiving van mariene soorten

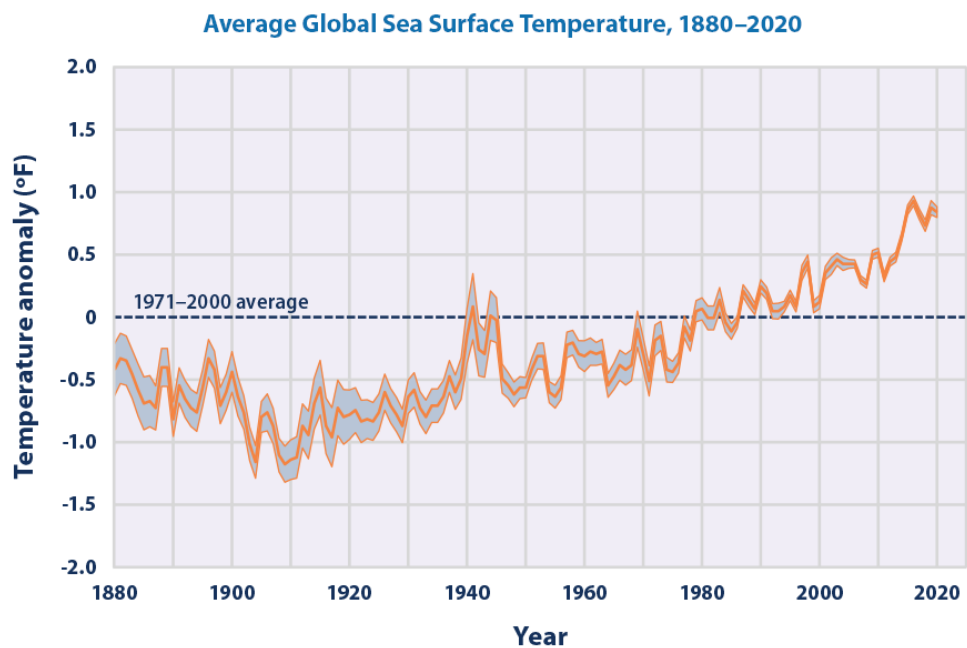
Achtergrondinformatie

Sleutelwoorden: soortenverschuiving - plankton – regime shift - atmosfeer – oceaan – hydrosfeer – biodiversiteit – voedselweb – klimaatverandering – klimaatopwarming – effecten op zeeleven – verspreidingsgebied planten en dieren

Opwarming van het zeewater

Dat de aarde opwarmt is intussen gemeengoed. Dat ook het zeewater opwarmt (Figuur 1), daar staan we minder bij stil. Als we er al een voorbeeld van kennen, is dat letterlijk ver van ons bed: het smelten van het Noordpoolijs, of het afsterven van het Great Barrier Reef door (onder andere) de klimaatwijziging. Een koraalrif bestaat uit ontelbare koraaldiertjes, die nauw samenleven met kleine algen. Die algen zorgen voor de prachtige kleuren van het koraal én voorzien het van zuurstofgas en voedingsstoffen. Net die algen zijn gevoelig voor temperatuurwijzigingen. Bij lange periodes van hogere temperatuur verdwijnen de algen uit het koraal, met verbleking en afsterven tot gevolg (*coral bleaching*).

Vastzittende organismen hebben niet veel keuze bij veranderende omstandigheden. Organismen die zich wel kunnen verplaatsen, nemen meer en meer de (zee)benen naar frissere oorden. Mariene soorten migreren onder invloed van de klimaatverandering gemiddeld viermaal sneller dan soorten op het land. Naar schatting zijn maar liefst 80% van alle mariene soorten in beweging. Zowel warm- als koudwatersoorten verplaatsen zich richting de polen. (Sub)tropische soorten komen steeds vaker voor in Europese wateren en subarctische soorten trekken zich verder noordwaarts terug.



Data source: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2021. Extended reconstructed sea surface temperature (ERSST.v5). Accessed February 2021.
www.ncdc.noaa.gov/data-access/marineocean-data/extended-reconstructed-sea-surface-temperature-ersst.

For more information, visit U.S. EPA's "Climate Change Indicators in the United States" at www.epa.gov/climate-indicators.

Figuur 1. Gemiddelde globale zeewatertemperatuur sinds 1880 t.o.v. het gemiddelde voor de periode 1971-2000. Bron: NOAA.

De eerste signalen uit de Noordzee

De Noordzee is de voorbije 50 jaar met 1,7°C opgewarmd, wat dubbel zo snel is als het gemiddelde op onze planeet. Een van de eerste 'harde' bewijzen voor soortenverschuivingen ten gevolge van de klimaatopwarming in de Noordzee kwam uit het 'Continuous Plankton Recorder' programma. Dat Britse programma bemonstert al sinds de jaren '30 plankton, eerst rond het Verenigd Koninkrijk maar intussen in de volledige oceaan. Vanaf 1987-1988 namen onderzoekers een verschuiving van het Noordzeeplankton waar, in het voordeel van warmwatersoorten. De verhouding tussen het koudwater roeipootkreeftje *Calanus finmarchicus* (Figuur 2) en het warmwater roeipootkreeftje *Calanus helgolandicus* veranderde sterk. Deze laatste komt bij ons nu talrijker voor. De koudwatersoort *Calanus finmarchicus*, een belangrijke voedselbron voor veel jonge vissen, heeft zich meer dan 1.000 km noordwaarts verplaatst. Deze soort bevat minder vetten dan de daar aanwezige polaire roeipootkreeftjes (*Calanus hyperboreus* en *Calanus glacialis*). Voor de hogere trofische niveaus betekent dit minder voedingswaarde.



Figuur 2. *Calanus finmarchicus* (koudwater roeipootkreeftje): een belangrijke bron van voedsel voor heel wat vissen. De warmwatersoort is in onze regio's talrijker geworden, maar deze soort is voor vissen minder voedselrijk. © <https://arthropoda.files.wordpress.com/2010/05/calanus-finmarchicus.jpg>

Algemeen verschoof het zoöplankton (dierlijk plankton) ongeveer 250 km per decennium richting de polen. Omdat deze verschuiving gepaard ging met tal van andere veranderingen én aanhoudt, spreekt men van een 'regime shift', een grote, abrupte verandering in een ecosysteem. Deze verschuiving trad versneld op vanaf het jaar 2000. Het duurde niet lang vooraleer veranderingen in de visfauna volgden. Zuidelijke vissoorten drongen de Noordzee binnen, terwijl een aantal koudwatersoorten het er moeilijk kregen. En als er iets met de vissen gebeurt, blijven ook effecten op zeevogels niet uit. Het broedseizoen 2004 bv. was voor de klifbroeders van heel wat Schotse kolonies het slechtste broedseizoen ooit. Het verband met een sterk verminderd voedselaanbod werd snel gelegd. Plankton vormt mee de basis van het aquatisch voedselweb, en bij wijzigingen hieraan, blijven gevolgen niet uit.

Verschuiven van nieuwe soorten

Warmwatersoorten komen nu vaker voor in onze contreien. Dit kan door op natuurlijke wijze hun leefgebied vanuit de Atlantische oceaan uit te breiden, of – al dan niet opzettelijk – een handje geholpen door menselijke activiteiten. Sommige van die geïntroduceerde soorten zijn gebaat bij hogere temperaturen (bv. Japanse oester).

Van soorten die hun habitat op een natuurlijke wijze noordelijker hebben verlegd, zijn heel wat voorbeelden bekend. Veelal zijn dit soorten waarvan de noordoostelijke grens van hun verspreidingsgebied in het Kanaal of in het daaraan grenzende uiterste zuiden van de Noordzee ligt. Zeedieren zoals de kleine heremietkreeft (*Diogenes pugilator*) en een aantal zwemkrabben (*Liocarcinus sp.*) zijn de laatste decennia systematisch talrijker geworden.

‘Nieuwe’ vissoorten zijn de kleine pieterman (*Echiichthys vipera*, berucht voor zijn pijnlijke gifsteek; nu vijf keer talrijker aan onze kust dan twintig jaar terug) (Figuur 3), de schurftvis of ‘vervloekte tong’ (*Arnoglossus laterna*), het zeepaardje (*Hippocampus hippocampus*) en de steenbolk (*Trisopterus luscus*). De Zwartooglipvis (*Symphodus melops*) (Figuur 4) heeft een noordwaartse verschuiving ondergaan, en is inmiddels talrijker aan het worden in het noordelijk deel van zijn verspreidingsgebied dan in het zuidelijke deel (Marokko en de Azoren).

Hoewel deze verschuivingen ongetwijfeld ook deels het gevolg kunnen zijn van veranderingen in hun biotoop, in de gehanteerde visserij- of onderzoeksmethoden, of gewoon van een groeiende interesse en aanwezigheid van de mens op zee, lijkt de toename toch vooral te wijzen op een temperatureffect. Ook enkele typische zuidelijke vissoorten zoals sardine (*Sardina pilchardus*), ansjovis (*Engraulis encrasicolus*), zeebarbeel (*Mullus surmuletus*) en zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) nemen we vaker waar in de Noordzee dan vroeger. Twee derde van de Noordzeevissen is van gemiddelde breedtegraad of diepte verschoven. Vissen met een noordelijke verspreidingsgrens in de Noordzee zijn verder noordwaarts opgeschoven en zuidelijke grensoorten hebben zich noordwaarts teruggetrokken met een snelheid die tot driemaal hoger ligt dan die van terrestrische soorten.



Figuur 3. De kleine pieterman (*Echiichthys vipera*). © WORMS



Figuur 4. Zwartooglipvis (*Symphodus melops*). © Verspreidingsatlas NDFP

Ook bepaalde zeezoogdieren blijken de laatste jaren talrijker voor te komen in onze Noordzee. Bij een intensieve survey in de Noordzee in 2004 bleek niet minder dan 12% van de 614 waarnemingen van dolfijnen de grijze dolfijn (*Grampus griseus*) te zijn, een warmwatersoort. Ook andere soorten waren opvallend talrijk aanwezig. Bruinvissen (*Phocoena phocoena*) (Figuur 5) behoren opnieuw tot de vaste verschijning. Wetenschappers gaan ervan uit dat deze verschuiving zijn oorsprong vindt bij de bewezen veranderingen in het plankton, en dus in de visbestanden. Het aantal dieren zou met andere woorden niet zijn toegenomen, maar ze trekken weg uit voedselarmere geworden zeegebieden.



Figuur 5. De bruinviss (*Phocoena phocoena*): ook voor de Nederlandse en Belgische kust opnieuw een vaste verschijning. © Ecomare

En wat te denken van de grote spinkrab (*Maja brachydactyla*) (Figuur 6)? Deze tot meer dan twintig centimeter grote alleseter is in België aan een opmars bezig. Het lijkt alsof er recent een uitbreiding naar het noorden heeft plaatsgevonden. Een zachter klimaat speelt daarbij waarschijnlijk een rol, net als de constructie van windparken met steenbestorting rondom de palen. Soorten die houden van harde bodems vinden hierin de ideale leefomgeving. De grote spinkrab is culinair interessant. In Noordwest-Frankrijk worden ieder jaar miljoenen kilo's grote spinkrabben gevangen voor consumptie. Het eten van nieuwe soorten zal wellicht niet te vermijden zijn, gezien de verschuiving van een aantal commercieel interessante soorten. De commerciële waarde van vissen die opschuiven naar het Noorden is echter groter dan diegene die vanuit het Zuiden onze wateren binnen komen.



Figuur 6. Grote spinkrab (*Maja brachydactyla*) © VLIZ | Nancy Fockedeuy

Verdwijnen van typische noordelijke soorten

Zeepokken mogen dan wel onopvallend lijken, het heeft er alle schijn van dat ze een prima graadmeter zijn voor opwarming. Onderzoek wees uit dat in het noordoostelijke Kanaal de verhoudingen tussen koud- en warmwatersoorten veranderde ten voordele van de warmwatersoorten. In 1945 kreeg de Nieuw-Zeelandse zeepok (*Elminius modestus*) voet aan wal in Europa. Van deze soort is bekend dat de overleving van de larven toeneemt met stijgende temperaturen. Recent is het verspreidingsgebied van een paar andere soorten in het Kanaal en de Noordzee substantieel verschoven naar het noordoosten. Het vulkaantje (*Balanus perforatus*) (Figuur 7) is een Europese zeepok uit relatief warm water. Deze soort, komende van de Atlantische kust van Portugal tot Frankrijk en Engeland, heeft gedurende de laatste decennia zijn leefgebied sterk naar het noordoosten uitgebreid. We vinden hem, net als de Afrikaanse zeepok (*Solidobalanus fallax*) vaker en vaker in onze contreien.



Figuur 7. Het vulkaantje (*Balanus perforatus*) wordt alsmear noordoostelijker waargenomen. © WORMS

Wanneer we kruidata van het burgerwetenschapsproject SeaWatch-B (2014-2018) vergelijken met eerder verzamelde data (1996-1997), valt op dat de grijze garnaal (*Crangon crangon*) - een koudwatersoort - vijfmaal minder voorkomt in het ondiepste kustwater. De bestanden verder in zee, noch de visserijdruk op de garnaal zijn intussen gewijzigd, wat de achteruitgang aldus niet kan verklaren. Mogelijk is de daling in het brandingswater een eerste teken dat de zuidelijke grens van het verspreidingsgebied naar het noorden opschuift, al kunnen veranderingen in het habitat niet worden uitgesloten.



Figuur 8. SeaWatch-B is een burgerwetenschapsproject voor de Belgische Noordzee. Seawatchers, een groep burgers opgeleid en voorzien van het nodige materiaal, volgen de toestand van de Noordzee van op het strand. Elk van de twintig SeaWatchers kiest een vast stuk strand, gespreid over de volledige Belgische kustlijn, om dit gebied op een gestandaardiseerde wijze minstens één keer per seizoen te monitoren. © VLIZ

Ook andere commerciële koudwatersoorten tonen een achteruitgang. Kabeljauw (*Gadus morhua*), schelvis (*Melanogrammus aeglefinus*) en heilbot (*Hypoglossus hypoglossus*) verdwijnen meer en meer uit onze wateren. Ook in dit verhaal is het niet steeds duidelijk of het de temperatuur zelf, dan wel de effecten hiervan op het plankton, en dus indirect of direct op het voedsel van de vissen is, die deze evolutie in gang zet.

Zeewier

Vooraf in havens en estuaria komen vreemde warmwaterorganismen voor. Ze zijn veelal meegekomen met ballastwater of als aangroei op schepen. De opmerkelijkste wieren zijn grote soorten zoals het Japans bessenwier (*Sargassum muticum*) (Figuur 9), het Japanse wier wakame (*Undaria pinnatifida*) en het viltwier (*Codium fragile*). Deze drie opvallende soorten koloniseren in snel tempo de Europese kusten. Vaak zijn de succesvolle nieuwelingen soorten die een groot aanpassingsvermogen vertonen, een lang voortplantingsseizoen kennen en op korte tijd voor veel nageslacht kunnen zorgen.



Figuur 9. Japans bessenwier (*Sargassum muticum*) © WORMS

Zeevogels

Zeevogels blijken op verschillende manieren te reageren op klimaatveranderingen en -schommelingen (zie ook hoger). Broedsucces en jaarlijkse overleving geven directe info, maar het ontbreekt aan demografische gegevens op lange termijn. Theoretisch bewijsmateriaal voor veranderingen in de populatiedynamiek van zeevogels suggereert dat veel van deze veranderingen kunnen worden veroorzaakt door klimaatschommelingen, maar verder onderzoek is nodig.

Een aantal studies bestudeerden specifieke vogelsoorten:

- Het broedsucces van drieteenmeeuwen (*Rissa tridactyla*) rond de eilanden ten noorden van Schotland blijkt hoger te zijn bij koudere zeetemperaturen. Warmere temperaturen doen het plankton noordwaarts migreren, met gevolgen voor de soorten hoger in het voedselweb. Zandspiering, een baarsachtig visje, die deel uitmaakt van het voedsel van de drieteenmeeuw is hier een voorbeeld van.
- De afstanden die de Noordse stern (*Sterna paradisaea*) aflegt zijn onderhevig aan de klimatologische omstandigheden. Voor de periode 1930 – 2000 blijkt dat de vogels alsmaar grotere afstanden afleggen na hun geboorte, wat een invloed heeft op de geneflow doorheen populaties.
- De Balearische pijlstormvogel (*Puffinus mauretanicus*) breidt zijn verspreidingsgebied noordwaarts uit, mede door de stijgende temperatuur van het zeeoppervlak.

- Voor de Noordse stormvogel (*Fulmarus glacialis*) lijkt het omgekeerde waar. Warmere omstandigheden resulteren in een toename van de populatie.



Figuur 10. Drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*) © Misjel Decler



Figuur 11. Noordse stern (*Sterna paradisaea*) © Roy Lowry



Figuur 12. Balearische pijlstormvogel (*Puffinus mauretanicus*) © eBirds, Jorge López Álvarez



Figuur 13. Noordse stormvogel (*Fulmarus glacialis*) © Misjel Decler

Deze gegevens tonen aan hoe interacties tussen verschillende klimaatfactoren resulteren in een complexe dynamiek, en dat het vele jaren kan duren voordat de effecten van klimaatverandering duidelijk worden bij langlevende mariene toppredatoren.

En elders?

Niet enkel in de Noordzee zijn de gevolgen merkbaar, ook alle andere zeeën volgen. In de Middellandse Zee kan de vestiging en snelle verspreiding vanuit het Suezkanaal van de uiterst giftige koraalduivel (*Pterois miles*) (Figuur 10) deels gelinkt worden aan de stijgende watertemperatuur. Deze soort heeft weinig natuurlijke vijanden, voedt zich met jonge vis en plant zich razendsnel voort. Uit zijn doortocht in de Atlantische Oceaan leerden we al dat deze veelvraat een verpletterende impact heeft op de biodiversiteit met desastreuze gevolgen voor het ecosysteem en lokale vissers.



Figuur 10. Koraalduivel (*Pterois miles*) © WORMS

Ook in polaire wateren observeren wetenschappers verschuivingen van soorten. De voorbije 20 jaar is de haring (*Clupea harengus*) zo'n 300 km noordwaarts geschoven, op zoek naar water met een temperatuur beneden de 6°C, wat noodzakelijk is voor hun voortplanting.

In de Arctische Oceaan tref je in de netten behalve Arctische kabeljauw (*Boreogadus saida*) ook steeds meer Atlantische kabeljauw (*Gadus morhua*) aan. Deze laatste ging de voorbije jaren sterk achteruit voor onze kusten, deels door overbevissing, deels door dit klimaatverhaal. De Atlantische kabeljauw eet als vislarve zoöplankton, en bij voorkeur het roeipootkreeftje *Calanus finmarchicus*. Hoger werd al vermeld dat deze zich meer dan 1.000 km noordwaarts heeft verplaatst. De jaarlijkse piek in voorkomen van *Calanus* verschoof van de lente naar het einde van de zomer, wanneer de jonge kabeljauw andere voedselsoorten, zoals vislarven verkiest. Dit had een daling van het voortplantingssucces van de kabeljauw tot gevolg en dus een verdere achteruitgang van de soort in onze kustwateren.

Het noordwaarts opschuiven van de Atlantische kabeljauw heeft ook gevolgen voor het Arctische voedselweb. Er treedt competitie op voor voedsel tussen de verschillende kabeljauwsoorten. Bovendien voedt de Atlantische kabeljauw zich met haar Arctische verwant. Bijkomende predatie dus.

Gevolgen

Op het eerste zicht lijkt het alsof warmwatersoorten de koudwatersoorten vervangen, zonder verlies aan biodiversiteit. Zo eenvoudig is het verhaal helaas niet. Elke individuele soort reageert anders op veranderende omgevingsfactoren. Bij een temperatuurstijging van 4°C verwachten wetenschappers in eerste instantie een toenemende biodiversiteit in de Noordzee. Warmere zeeën zijn immers doorgaans soortenrijker. Voorlopig zijn er ook nog geen aanwijzingen dat er echt al soorten verdwenen zijn als gevolg van de opwarming of ten gevolge van het binnendringen van vreemde dieren of planten. Hoogstens zijn de aantallen en het verspreidingsgebied van bepaalde soorten gewijzigd.

Dit wil niet zeggen dat we met een gerust hart mogen toekijken naar deze temperatuurstijging. Commercieel belangrijke soorten zoals de kabeljauw verdwijnen meer en meer uit onze wateren. Daarbij komt dat warmwatersoorten vaak minder gegeerd zijn als consumptievis. Bovendien vergt elke aanpassing aan nieuwe soorten en vangstgebieden tijd en middelen, en kan men – gezien de bestaande visserijrechten – niet zomaar de doelsoort achterna. De verschuiving in visstocks is economisch gezien dus veelal niet interessant. Het is voor opportunistische soorten ook makkelijker om zich te vestigen in een ecosysteem, vaak ten koste van zeldzamere soorten met specifieke ecologische vereisten.

Verder zijn er ook voor wetenschappers nog veel onzekerheden. Wat als diverse soorten zich vroeger op het jaar gaan voortplanten, maar daardoor ongewild de rijk gedekte tafels van de voorjaarsplanktonbloei missen? Hoe zal het ecosysteem als geheel reageren op het opwarmen van het water? Wat is het effect van de verstoring van het voedselweb en de predator-prooi relaties? Om nog maar te zwijgen van het effect van afnemende zuurstofgehalten en toenemende verzuring. En wat met de hypothese dat het aantal infectieziekten bij zeeorganismen, zoals zeezoogdieren en zeevogels zal toenemen bij een verdere stijging van de temperatuur? Slechts enkele vragen die aangeven hoe onzeker de toekomst op dit terrein wel is. Meer kennis over de oceaan, met systematisch verzamelde lange-termijngegevens, is broodnodig.

Verder lezen in het Engels:

- National Geographic. Ocean species are disappearing faster than those on land.
<https://www.nationalgeographic.com/environment/2019/04/ocean-species-disappear-faster-climate-change-impacts-cold-blooded-animals-harder/>
- Blue Ocean Network. The Effects of Global Warming on Marine Migrations.
<https://blueocean.net/the-effects-of-global-warming-on-marine-migrations/>
- European Environment Agency. Distribution shifts of marine species.
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/northward-movement-of-marine-species-2/assessment>
- The effect of climate change on the distribution and abundance of marine species in the OSPAR Maritime Area:
[https://www.researchgate.net/publication/235675220_The_effect_of_climate_change_on_the_distribution_and_abundance_of_marine_species_in_the OSPAR Maritime Area](https://www.researchgate.net/publication/235675220_The_effect_of_climate_change_on_the_distribution_and_abundance_of_marine_species_in_the OSPAR_Maritime_Area)
- Invasie van koraalduivel in de Middellandse zee:
<https://www.theguardian.com/environment/2021/jul/22/lionfish-threatens-ecosystems-in-the-med>