

Water- werelden

ALEXANDER KAUFMAN

MARIANA RODRIGUES



LEMNISCAAT  ROTTERDAM

VOORWOORD

Zolang ik me kan herinneren, ben ik gefascineerd door wilde wateren en de waanzinnige wezens die erin, erop en eromheen leven. Toen ik vier jaar was, ving ik mijn eerste vis. Op mijn zesde had ik een eigen kikkervijver en ik ontmoette mijn eerste zeehond voor ik kon fietsen. Ik kan me niet voorstellen hoe mijn leven eruit had gezien zonder alle tijd die ik aan een oever heb doorgebracht - over het water uitkijkend terwijl ik nadacht over de antwoorden op de belangrijkste vraag:

Wie leven daar?

Ik heb het ongelooflijke geluk dat ik al mijn hele leven in de buurt van water woon, in een tijd waarin de wonderen van dat magische watergordijn voor velen buiten bereik blijven. Waterwerelden geven hun geheimen namelijk niet zo snel prijs. Het kost tijd, moeite en vaak een gezonde dosis verbeelding voordat die schijnbare leegte zijn schitterende waarheden begint te onthullen. Gelukkig biedt dit boek iedere lezer de kans om onze waterwerelden te leren kennen, in een tijd waarin het uiterst belangrijk is dat we onze wateromgeving beschermen.

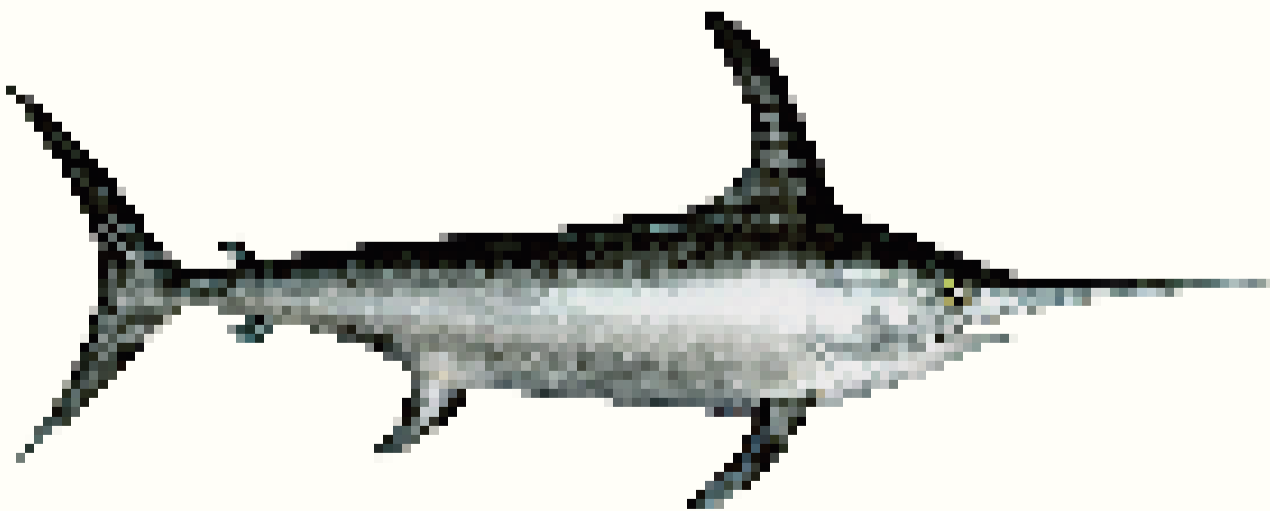
Helaas wordt het bestaan van onze waterwerelden tegenwoordig sterker bedreigd dan ooit. Klimaatverandering, vervuiling, door de mens opgeworpen obstakels, overmatige wateronttrekking en ernstige uitputting van de natuurlijke bronnen hebben ervoor gezorgd dat veel van onze waterwegen en hun bewoners bijna zijn uitgestorven. Maar hoe kun je ervoor zorgen dat mensen zich gaan bekommeren om iets wat ze zelden zien?

Waterleven helpt de kloof in onze kennis te dichten en wakkert de passie voor water in al zijn vormen aan. Dit prachtig geïllustreerde boek laat ons kennismaken met verbijsterend mooie koraalriffen, rivierlandschappen van de Amazone, kelpwouden en een veelvoud aan onverwachte omgevingen zoals wadden, riviermondingen, drasgebieden en de mangroven - de kweekvijvers voor ecosystemen die normaal gesproken bruisen van het leven.

Duik met dit boek onder water, ontdek de magie - en help vervolgens mee om ons gedrag te veranderen voor het te laat is.

- Will Millard

Visser, ontdekkingsreiziger en televisiepresentator



INHOUD



2

WATERBEGRIPPEN

8

WADDEN

Waddenzee, Noord-Europa

12

MANGROVEBOS

Phang Nga, Thailand

16

RIVIERMONDING

Saint Lawrencebaai, Canada

20

KELPWOUD

Channel Islands National Park, VS

24

ZEEGRASWEIIDE

Wadi El-Gemal, Egypte

28

KORAAIRIF

Groot Barrièrerif, Australië

32

OESTERRIF

Chesapeake Bay, VS

36

OPEN WATER

Noordelijke Stille Oceaan

40

ZEE-IJS

Zuidelijke Oceaan

44

KWEIDER

Het Verdrongen Land van Saeftinghe, Nederland

48

TRAAGSTROMEND ZOETWATER

Baikalmeer, Rusland

52

SNELSTROMEND ZOETWATER

Amazone, Zuid-Amerika

56

WATERRIJK GEBIED

The Broads, VK

60

BRONNEN EN KLOVEN

Galapagos hotspot, Ecuador

64

DIEP WATER

Tyrrense Zee, Italië

68

REGISTER

70

BRONVERMELDING

WATER IS LEVEN

Water is leven. Dat werd de afgelopen jaren de slagzin van activisten die stredden tegen de vervuiling van drinkwaterbronnen. Onze steden en dorpen bevinden zich vaak in de buurt van water, dat we gebruiken om mensen en goederen over te vervoeren, onze huizen en fabrieken van stroom te voorzien, onze oogsten mee te bewateren en onze dorst te lessen. Water is het onderwerp van liedjes, gedichten en schilderijen. Ons lichaam bestaat voor het grootste deel uit water.

Water bevat ook leven. Veel leven. Wetenschappers hebben al meer dan 235.725 verschillende soorten zeedieren ontdekt, en er zijn er waarschijnlijk nog miljoenen meer. Het grootste deel van onze planeet is bedekt met oceanen. Rivieren en beken meanderen door onze werelddelen. Oude meren en vijvers liggen overal verspreid en verbergen grote schatten uit het verleden. In al dit water leven wezens, zo verschillend en fantastisch dat ze met geen pen zijn te beschrijven. Enorme walvissen. Minuscule bacteriën. Groene grassen. Sidderalen...

Het verbijsterende verschil tussen deze organismen laat zien hoe divers de samenstelling is van ecosystemen die zo groot zijn als een oceaan of zo klein als een poeltje. De combinatie van bijtend zout, gigantische druk en een mengsel van prehistorische wateren maakt zo'n scala aan levensvormen mogelijk dat je er stil van zou worden. Je hoeft niet naar de ruimte te kijken om je te verwonderen en je klein te voelen – verdiep je in een moeras, een meer of een zee en je voelt jezelf verdwijnen.

En toch hebben we een grotere invloed op deze ecosystemen dan we ons kunnen voorstellen. Meer dan een eeuw aan vervuiling heeft deze systemen dramatisch aangetast: miljoenen jaren evolutie dreigen teniet te worden gedaan. Om de boel te redden, zullen we ons gedrag moeten aanpassen. Maar voor we dat kunnen doen, moeten we dat begrijpen wat zich zo dicht bij ons bevindt, en toch zo vreemd voor ons is. En we moeten ervan gaan houden. Laten we daarmee beginnen met dit boek.



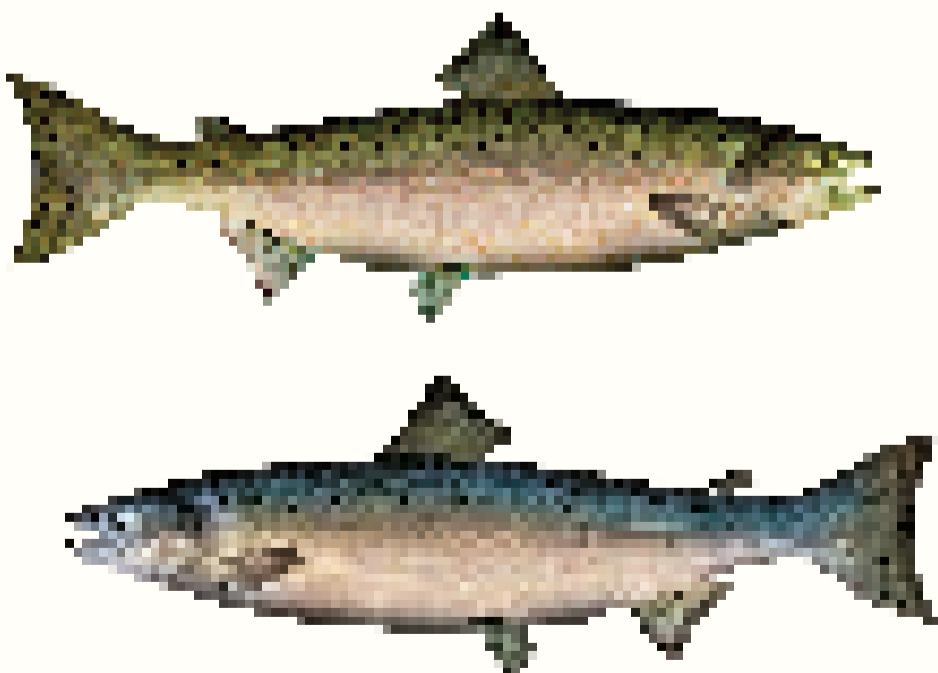
Zoutgehalte

Zout ontstaat als een mineraal in gesteente. Maar het zit vrijwel overal in, van de wateren op aarde tot het bloed in ons lichaam. De drie belangrijkste watersoorten kun je onderscheiden aan de hoeveelheid zout die erin zit, het 'zoutgehalte'. Stel je water voor als een menigte mensen waarin alle zoutdeeltjes een blauw T-shirt dragen. Dan hebben bij zout water 35 van de duizend mensen een blauw shirt aan: het zoutgehalte is 35 op 1.000. Zoetwater daarentegen - ons drinkwater bijvoorbeeld - heeft een zoutgehalte van maar 0,5 op 1.000, dus maar een half blauw shirt. Brak water zit daartussenin, met tussen de 0,5 en 30 deeltjes op de 1.000.

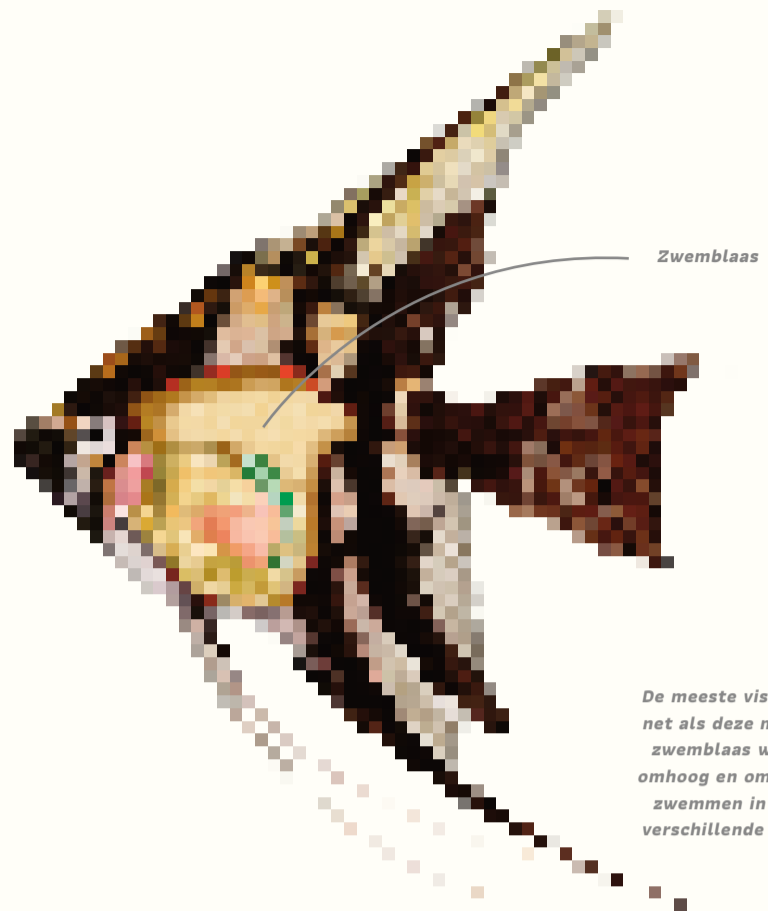
Zout water komt verreweg het meeste voor op onze planeet. De oceanen beslaan 70 procent van het aardoppervlak. Daardoor is 97 procent van al het water zout. Slechts 2,5 procent van al het water is zoet - daarvan is maar liefst 69 procent bevroren als gletsjers en ijskappen, bevindt zich 30 procent onder de grond en is maar 1 procent bereikbaar aan de oppervlakte in de vorm van meren, vijvers en rivieren. Brak water, dat zich meestal vormt op plekken waar zoet en zout water samenkomen, zoals in riviermondingen en drasgebieden, maakt minder dan 1 procent uit van al het water op onze planeet.

Al het leven op onze planeet begon in de oceanen. Zout is dus van levensbelang voor alle levende wezens. Maar het leven veranderde toen er steeds meer vissen, planten en reptielen in zoetwatergebieden gingen leven. Terwijl ze zich aan hun nieuwe omgeving aanpasten, veranderde ook hun tolerantie voor zout: hun lichaam kreeg de mogelijkheid om zout uit het water vast te houden of juist uit te scheiden. De nieren van zoetwatervissen duwen vaak het overtollige water naar buiten terwijl ze het zout vasthouden, terwijl zeevissen juist speciale enzymen in hun kieuwen hebben om zout te verwijderen als het zoutgehalte te hoog wordt.

Te veel zout kan dodelijk zijn. Er is een enorm meer dat grenst aan Israël, Jordanië en de Westelijke Jordaanoever, waar het zoutgehalte maar liefst 280 op 1.000 is. Weet je hoe dat heet? De Dode Zee.



Zalmen brengen de eerste vijf maanden van hun leven door in zoetwater en zwemmen dan met de stroom mee naar het zoute water van de zee - om weer tegen de stroom in op te zwemmen naar het zoete water als het tijd is om kuit te schieten.



De meeste vissen hebben, net als deze maanvis, een zwemblaas waardoor ze omhoog en omlaag kunnen zwemmen in water met verschillende dichtheden.

Dichtheid



De waterdichtheid beschrijft hoe dicht de mensen in de menigte tegen elkaar aan staan. Het zoutgehalte en de temperatuur hebben invloed op de dichtheid. Hoe warmer en minder zout het water is, hoe lager de dichtheid. Hoe kouder en zouter het water is, hoe hoger de dichtheid. Tropisch zoetwater heeft dus de laagste dichtheid. Koud zoutwater, zoals het water van de Zuidelijke Oceaan, heeft de hoogste dichtheid.

De temperatuur heeft alleen invloed op de dichtheid als het water vloeibaar is. Heb je wel eens gemerkt dat ijsblokjes blijven drijven? Dat komt doordat water uitzet als het bevriest. Water heeft dus een hogere dichtheid bij 4 °C dan bij 0 °C. Dit verschijnsel is van levensbelang voor het leven in meren en vijvers: in de winter bevriest alleen de bovenkant, waardoor er een beschermende laag wordt gevormd die het warmere water eronder isoleert, zodat vissen, schildpadden, planten en ander waterleven kunnen wachten tot de kou verdwijnt en het lente wordt.

De waterdichtheid verandert voortdurend, maar de opwarming van de aarde heeft er een enorme invloed op. Het ijs in het Noordpoolgebied smelt extreem snel, waardoor er meer zoetwater in de oceaan terecht komt. Door dat zoetwater vermindert de dichtheid van het zoute water, waardoor de zeespiegel stijgt. Het verandert ook de zeestromingen, waardoor het evenwicht tussen koud- en warmwaterstromen wordt verstoord en bepaalde wateren snel opwarmen.

Deze veranderingen eisen hun tol van het zeeleven. Zo hebben de meeste vissen een zwemblaas, waarmee ze hun drijfvermogen in verschillende waterdichtheden kunnen aanpassen. Maar als het zoutgehalte van water verandert, en daarmee de dichtheid, kan dat het drijfvermogen van visseneitjes en larven aantasten, waardoor het voor hen moeilijker wordt om te overleven.



Lichtinval

Mensen en zonlicht hebben een overeenkomst: ze kunnen niet diep in het water doordringen.

De bovenlaag van de oceaan – vanaf het oppervlak tot 200 meter daaronder – wordt de 'fotische zone' genoemd. 'Fotisch' komt van het woord 'foton': lichtdeeltje. In deze zonverlichte zone is de zon zo helder en overvloedig aanwezig dat er fotosynthese kan plaatsvinden. Hier leven de meeste oceanvissen, evenals koralen, zeeschildpadden en zoöplankton.

Op een diepte van 200 meter tot 1.000 meter begint het donker en duister te worden. Dit is de 'mesopelagische zone'. In deze schemerzone is nog wat licht, maar niet genoeg voor planten om hun voeding uit te halen. De vissen, zeesterren en zee-egels die hier leven, eten stukjes algen en plantenresten die uit de bovenste zone naar beneden dwarrelen. Walvissen eten deze dieren weer op. Veel dieren die hier leven hebben zich aan hun omgeving aangepast: ze hebben grote ogen om de kleine beetjes licht op te vangen en grote tanden om prooien mee te grijpen.

Onder de 1.000 meter begint de 'bathypelagische zone'. Deze middernachtszone is in inktzwarte duisternis gehuld. Hier dringt geen licht meer door.

Maar 'zonder licht' betekent niet 'zonder leven'. Diep in de duisternis hebben sommige zeedieren bioluminescentie ontwikkeld: hun lichaam bevat een stofje, luciferine, dat licht geeft als het met zuurstof in aanraking komt. Bioluminescente kwallen, algen en vissen beginnen altijd licht te geven als het tijd is om te paren of te eten. Omdat in het donker geen planten kunnen groeien, zijn de meeste dieren in de bathypelagische zone vleeseters. Maar dat is niet hun enige voedselbron. Hydrothermale bronnen in de zeebodem spugen chemicaliën en mineralen omhoog, waar bacteriën en wormen van eten. Andere dieren zijn aaseters: zij verzamelen de resten van wat er uit de bovenste zeelagen is neergedaald of filteren voedingsstoffen uit het water.

De dolfin van Cuvier kan wel 3.000 meter diep duiken, waar de druk bijna honderd keer groter is dan aan het zeeoppervlak. Hij heeft aangepaste ribben die in kunnen klappen waardoor de lucht in zijn longen niet volledig wordt samengeperst.



Stromingen

Kwallen drijven mee met de zeestromingen en gebruiken een vorm van straalaandrijving als ze tegen de stroom in moeten zwemmen.

Golven zijn niet de enige beweging in het water. Stromingen vormen een soort snelwegen waarlangs water, dieren en voedingsstoffen duizenden kilometers door rivieren en oceanen afleggen.

In rivieren stroomt water vanuit een startpunt – meestal een ondergrondse bron of een bevroren gletsjer – aangedreven door de zwaartekracht naar zee. Oceaanstromingen zijn nog ingewikkelder. Door verschillen in dichtheid, zoutgehalte en temperatuur vormen zich snel bewegende waterkanalen. Deze stromingen zijn de aderen van de oceaan en pompen water door het hele systeem.

Kijk bijvoorbeeld naar de Labradorstroom. Deze stroom wordt gevormd door koud water dat van Groenland smelt. Door de temperatuur wordt het water naar beneden geduwd, zuidwaarts in de richting van de oostkust van Noord-Amerika. Tegelijkertijd duwt de Golf van Mexico warm water naar het noorden, via de machtige Golfstroom. De wisselwerking tussen die twee stromingen wordt ook wel 'de hartslag van de Atlantische Oceaan' genoemd.

Maar de klimaatverandering veroorzaakt hartruis. Doordat de ijskap van Groenland sneller smelt, groeit de toename van koud water, waardoor de dichtheid en het zoutgehalte van het water veranderen en de Labradorstroom aan kracht verliest. De toenemende warmte van de Golfstroom verlaagt de waterdichtheid, waardoor ook die stroom verzwakt. Daardoor vertraagt de circulatie van de oceaan, stijgt de zeespiegel en worden ecosystemen bedreigd die zich in miljoenen jaren hebben ontwikkeld. Onder andere walvissen, haaien en zeeschildpadden zijn afhankelijk van de oceaanstromingen om jaarlijks hun broedplekken en voedselgebieden terug te vinden.



Druk

We staan altijd onder druk. Als we ons op zeeniveau bevinden, drukt de lucht op ons met een kracht van één atmosfeer. De vloeistoffen in ons lichaam duwen terug met ongeveer dezelfde kracht, waardoor er een evenwicht ontstaat.

Als we de zee in duiken, verandert dat. Vloeistoffen oefenen een 'hydrostatische druk' uit op voorwerpen. Hoe dieper we gaan, hoe hoger die druk wordt. Daarom voelen we onze trommelvliezen als we dieper duiken. Dat is de druk.

Ongeveer iedere 10 meter die we dieper duiken, stijgt de druk met één atmosfeer. Mensen zijn niet gebouwd op snelle veranderingen in druk. Als duikers diep gaan en daarna te snel omhoogkomen, kunnen ze last krijgen van decompressieziekte: door de drukverandering vormt de stikstof in hun lichaam bellen, die verschrikkelijke pijn in de gewrichten en botten veroorzaken. Iedere duik die dieper gaat dan 200 meter wordt 'ultra-diep' genoemd. Het wereldrecord staat op iets meer dan 332 meter. Maar er zijn dieren die met gemak door verschillende drukkiveaus heen zwemmen omdat ze zich hebben aangepast.

Walvissen kunnen bijvoorbeeld hun longen inklappen als ze diep duiken. Vissen die zich zo diep onder water bevinden dat de druk een menselijk lichaam zou verpletteren, hebben speciale kleine moleculen – piezolyten – die voorkomen dat de druk de membranen, eiwitten en andere delen van de vis platdrukt. Deze piezolyten geven zeedieren ook hun 'vissige' geur.





Golven

Vijvers kunnen kalm zijn, maar oceanen, zeeën en grote meren zijn nooit rustig. Er zijn altijd golven. In extreme omstandigheden, zoals een aardbeving of een uitbarsting van een onderwatervulkaan, verplaatsen de schokgolven en de druk een gigantische hoeveelheid water en kan er een tsunami ontstaan. Maar de meeste golven worden opgezweept door de wind - door de wrijving tussen het wateroppervlak en de windstoten. Andere golven worden veroorzaakt door de zwaartekracht van de zon en de maan, waardoor eb en vloed ontstaan.

De ecosystemen aan de kust worden door golven gevormd. Dieren die in getijdenmeertjes leven, kunnen de kracht van voortdurend slaande golven weerstaan. Puntkorkkels hebben sterke poten waarmee ze zich aan hun ondergrond kunnen vastgrijpen. Mosselen en zeepokken scheiden een

kleefstof uit, waarmee ze zichzelf aan de rotsen vasthechten, zelfs als er ruwe golven tegen ze aan beuken.

Maar in de komende jaren zullen zelfs de sterkste kustecosystemen op de proef worden gesteld. Onderzoek wijst uit dat door de klimaat[verandering] golven groter en sterker worden. Als er niets verandert zullen de golven in de helft van alle kustgebieden sterk veranderen door de opwarming van de aarde, die door menselijke vervuiling wordt veroorzaakt.

Golven kunnen ook helpen om klimaatverandering tegen te gaan. Een van de belangrijkste oorzaken van de klimaatverandering is de verbranding van kolen, olie en gas om energie op te wekken. Terwijl veel landen en bedrijven zonnepanelen en windmolens bouwen, experimenteren andere met het opwekken van energie uit golven. In Europa bestaan er al eeuwenlang watermolens, maar inmiddels zijn er in China, Frankrijk, Rusland en Zuid-Korea ook krachtcentrales die de energie van golven omzetten in elektriciteit.





In de 18^{de} eeuw begonnen mensen in Europa en Noord-Amerika enorme hoeveelheden kolen te verbranden om energie op te wekken voor hun fabrieken. Tegen de 20^{ste} eeuw werden daar olie en gas aan toegevoegd. Deze fossiele brandstoffen maakten allerlei ontwikkelingen mogelijk, maar ze vulden ook de atmosfeer met koolstofdioxide. Deze vervuiling zorgt voor een deken om de aarde die voorkomt dat de zonnewarmte op kan stijgen, waardoor de temperatuur van de planeet stijgt. Sinds het begin van het industriële tijdperk is de concentratie koolstofdioxide in de atmosfeer gestegen van 280 naar 400 deeltjes op de miljoen. Mensen hebben nog nooit in de geschiedenis op een planeet geleefd met zoveel koolstofdioxide in de lucht.

Het probleem bevindt zich niet alleen boven ons. De oceanen nemen ongeveer een derde van het uitgestoten koolstofdioxide op. En hoe meer koolstofdioxide wordt opgenomen, hoe zuurder de oceaan wordt. De oceanen zijn op dit moment zeker 25 procent zuurder dan voor het industriële tijdperk.

In het begin maakten wetenschappers zich er niet zo druk om. Ze dachten dat de chemicaliën en mineralen die door rivieren de oceanen in werden gespoeld er wel voor zouden zorgen dat alles in evenwicht bleef. Maar de enorme hoeveelheid koolstofdioxide die de mens uitstootte, verstoortte het natuurlijke evenwicht – en dat wordt ieder jaar meer.

Dit is een van de grootste rampen die het leven in de oceanen ooit heeft bedreigd. Door de hogere zuurgraad sterven plankton, schelpdieren en koralen, waarvan de riffen afsterven en verbleken. Walvissen en vissen lijden omdat de voedselketen wordt verstoord. Wetenschappers die oude gesteenten bestudeerden, zijn erachter gekomen dat er meer dan 250 miljoen jaar geleden een even hoge zuurgraad bestond... die leidde tot de Perm-Trias-massa-extinctie, waarbij 90 procent van alle zeediersoorten uitstierf.



De zwaartekracht van de maan zorgt er voortdurend voor dat het water op aarde aan de kant die naar de maan toe is gedraaid én aan de zijde ertegenover uitzet. Op die plaatsen is het dan vloed. De voortdurende getijdenwisseling veroorzaakt grote en belangrijke veranderingen in relatief kleine ecosystemen.

Stel je eens een kwelder voor aan de kust waar de zee poeltjes achterlaat als het getij zich terugtrekt. De helft van de dag broeien deze ondiepe vijvertjes in de zon. De slakken, garnalen en kleine visjes die erin zijn achtergebleven moeten roofdieren ontduiken en overleven in het opwarmende water. Ze moeten ook een teruglopend zuurstofgehalte doorstaan: de levende wezens in deze poeltjes verbruiken het grootste deel van de achtergebleven zuurstof.

Maar alles verandert als het getij terugkeert. Er stroomt vers zeewater in de vijvertjes: zuurstofrijk water.

In kalmer water, zoals moerassen en vijvers, wordt de zuurstof op een andere wijze aangevoerd. Daar groeien planten en algen die wortel kunnen schieten zonder dat golven de jonge plantjes losrukken en wegspoelen. Die planten produceren zuurstof die het water verrijkt voor wezens met kieuwen, zoals vissen.

Maar beide zuurstofprocessen worden wereldwijd bedreigd door de opwarming van de aarde. In zoetwaterlagunes en vijvers put de verhoogde temperatuur de aanwezige zuurstof uit, evenals de algen, die niet voldoende zonlicht krijgen. In de oceanen zorgen de verzwakte stromingen ervoor dat de watercirculatie afneemt en er steeds minder zuurstof ontstaat. In de afgelopen 50 jaar is het zuurstofniveau van de oceanen met gemiddeld 2 procent gedaald.



Puntkokkels hebben een schaal die uit meerdere lagen bestaat om de impact van de golven te weerstaan.



WADDEN- ZEE

Op een koele, frisse ochtend stap je van het zanderige strand in de zachte, bruine modder. Het is eb en een modderig landschap van drooggevalen zeebodem strekt zich uit voor zover je oog reikt.

Dit is de Waddenzee, het grootste aaneengesloten intergetijdengebied van zand, slik en wad ter wereld. De Wadden strekken zich uit over bijna 15.000 km², van de noordkusten van Nederland en Duitsland tot de

zuidwestkust van Denemarken. Het gebied ontstond meer dan 8.000 jaar geleden toen het smelten van de gletsjers, die ooit een groot deel van de aarde bedekten, begon af te nemen. De verandering van de aarde remde af, zodat de Waddenzee zich kon vormen. Maar het Waddengebied wordt nog steeds bepaald door



voortdurende verandering, waardoor het een thuis biedt aan een van de rijkste biodiversiteiten van dit werelddeel.

Terwijl de buitenste delen van de zee zich permanent onder water bevinden, valt het midden – ongeveer 40 procent van het gebied – elke 12 uur droog als het tij zich terugtrekt. Wat overblijft is een banket van wormen en schelpdieren voor de vogels die de Wadden hun thuis noemen.

Kijk omhoog en je ziet allerlei soorten vogels vliegen. Op de grond staat een meeuw te dansen in de modder. Het is geen echter dans: hij kneedt de modder om die te verzachten en kleine kokkels naar de oppervlakte te duwen. De vroege vogel smult van de tweekleppige weekdieren.

Het probleem is dat de aarde opnieuw begint te veranderen, deze keer door menselijk toedoen. De broeikasgassen die vrijkomen bij olie- en gasverbranding verwarmen de planeet, waardoor de poolgletsjers smelten en

de zeespiegel stijgt. In de volgende eeuw zal het deel van het wad dat droogvalt steeds kleiner worden tot er nauwelijks iets overblijft.

Niet alleen de stijgende zeeën veroorzaken problemen. Bedrijven boren in het Waddengebied naar gas. Waar het gas is weggezogen, daalt de zeebodem. Wetenschappers maken zich inmiddels ernstig zorgen over de dieren die hier leven.