

De oceaan in een veranderend klimaat: sputterende motor of blijvende bondgenoot?

28/10/2021



De eerste Earthrise foto van astronaut William A. Anders van Apollo 8 maakte heel wat los in 1968. Nooit eerder was de essentie van onze planeet aarde zo overtuigend te zien: een blauwe knikker, voor 70% bedekt met water. Vandaag onderkennen we het enorme belang van de wereldzeeën, onder meer als motor voor het klimaat. Ze neemt 20-30% van alle door de mens uitgestoten koolzuurgas op en in de bovenste meter zeewater zit meer warmte-energie verval dan in de ganse atmosfeer. Een airco voor onze planeet, die we maar beter te vriend houden. Aan de vooravond van de COP26 klimaatconferentie in Glasgow (1-12 november 2021) vatten we – met de best beschikbare gegevens – samen hoe het met de oceaan gesteld is, en wat dit concreet voor onze contreien betekent. Zeg maar, op doktersvisite onder het motto "een gezonde zee als bondgenoot".

– JAN SEYS

De oceaan, onze grootste koolstofput

Koolstof is het basiselement van alle leven. Wanneer dieren en planten sterven, vindt een deel van de koolstof dat al deze organismen bevatten in een heel traag proces zijn weg naar diepere reservoirs aan land en in zee. Daar liggen ze voor miljoenen jaren begraven (sinks). Wanneer de mens vervolgens deze fossiele koolstofbronnen (steenkol, aardolie, aardgas) aanboort en versneld verbrandt, veroorzaakt het extra vrijgekomen koolzuurgas (CO₂) in de atmosfeer een versterkt broeikas effect. Het van nature aanwezige koolzuurgas houdt de warmte binnen, en het extra CO₂ versterkt dit effect.

Alles samen stootte de mens tussen 1850 en 2019 zo'n 2390 Gt (miljoen ton) aan CO₂ uit. En jaarlijks komt daar nog eens 40 Gt bij. Een onevenwicht, dat ervoor zorgt dat de door de aarde teruggekaatste zonnearmte te goed wordt tegengehouden en onze planeet geleidelijk opwarmt. Daar waar de voorbije vijfhonderdduizend jaar de CO₂-gehalten van de atmosfeer steevast tussen 180 en 280 ppm (deeltjes per miljoen) schommelden, pieken die intussen boven 410 ppm. Deze waarden zijn hoger dan ooit tijdens de voorbije 2 miljoen jaar en stijgen nog steeds aan circa 3 ppm per jaar. Ons gedrag is bepalend voor wat de toekomst te bieden heeft. In een ideaal scenario rulen we de fossiele brandstoffen snel in voor duurzame energiebronnen én richten we de natuurlijke ecosystemen zo in dat ze maximaal hun rol als koolstofputten kunnen (blijven) vervullen.

Cruciaal in dit verhaal is de zeebodem, en bij uitbreiding de ganse oceaan. Het is de grootste pool aan organisch koolstof op aarde. In welke mate de oceaan de opwarming vandaag en in de toekomst goed verteert, komt hieronder aan bod. We baseerden ons hiervoor op de nieuwste rapporten van het IPCC VN Klimaatpanel, en maakten gebruik van de verschillende mogelijke scenario's of 'Representatieve Concentratiepaden' (RCP's) zoals door IPCC naar voor geschoven met als tijdschijf 2100. Momenteel stevenen we af op scenario RCP8.5... Elke tiende graad die we kunnen vermijden, maakt echt een wereld van verschil.

Gemiddelde temperatuurstijging tegen 2100

De vijf verschillende scenario's of 'Representatieve Concentratiepaden' (RCP's) zoals door IPCC naar voor geschoven met als tijdschijf 2100. In afnemende volgorde van smeltverval:

RCP1.9: houdt de opwarming beneden +1,5°C t.o.v. het pre-industrieel tijdperk (i.e. conform het Parijsakkoord);

RCP2.6: beperkt de opwarming tot +2°C (i.e. maximaal 450 ppm CO₂ in de atmosfeer);

RCP4.5: beperkt de opwarming tot +2,5°C (max. 650 ppm CO₂);

RCP6.5: de opwarming loopt op tot +3,9°C (max. 870 ppm CO₂);

RCP8.5: business as usual, opwarming loopt op tot gemiddeld +4,3°C (1400 ppm CO₂).

De zee heeft koorts

Laat ons er het verslag van de oceaan dokter even bijnemen. Vergelijken we 1850-1900 met 2010-2019, dan is onze aarde reeds met 1,07°C opgewarmd. De temperatuur van de oceaan, die meer dan 90% van die extra warmte absorbeert, is in diezelfde plek gemiddeld met 0,7°C gestegen. Ook de diepteze ontsnapt niet aan de opwarming. Voor 2100 is de verwachting dat de temperatuur van de atmosfeer verder zal toenemen met 1,5-4,3°C t.o.v. 1850-1900, afhankelijk van welk scenario we volgen. De oceaan volgt dit patroon, evenals de Noordzee. Specifiek voor onze contreien is een verdere stijging van de zeewater temperatuur van 0,05°C per jaar aan de orde.

Let wel, dit zijn gemiddeldes die de aandacht voor extremen niet mogen doen vervagen. Dergelijke extremen of 'mariene hittegolven' omschrijft men als een gebeurtenis waarbij de temperatuur van het oceaanoppervlak hoger ligt dan 99% van de op diezelfde plek gemeten waarden in de voorbije decennia. Het voorkomen van deze mariene hittegolven is grondreels toe te schrijven aan de voorbije jaren. De tien meest extreme mariene hittegolven traden op na het jaar 2010. En in Europa's zeeën zie je ze sinds 1982 dubbel zo vaak. Ze blijken ook intenser en langduriger, en onderzoekers verwachten dat ze tegen 2100 wereldwijd wel 20-50 maal vaker zullen voorkomen dan in 1850-1900.

Het is vooral in de tropen en het Arctische gebied dat een verdere toename aan mariene hittegolven te verwachten is. Geen goed nieuws want in combinatie met oceanverzuring zijn ze nefast, vooral voor vastzittende zeeorganismen met name warmwaterkoralen, kalkvormende bewoners van rotskusten (zeepokken, mosselen, etc.) en zeegrasvelden.

Een zwellende oceaan... een blijver

En dan is er nog de zeespiegel. Deze is de voorbije eeuw wereldwijd 20 cm gestegen. Plus, de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt is intussen twee en een half keer hoger: van 1,3 (1901-1971) tot 3,7 mm/jaar (2006-2018). Een stijging die nu rapper gaat dan ooit gezien in de voorbije drieduizend jaar.

Tot dusver is vooral het uitzetten van het zeewater bij een hogere temperatuur ('thermale expansie') voor de helft bepalend geweest, meer dan krimpende gletsjers (22%), smeltende ijskappen op Groenland en de Zuidpool (20%) en grondwaterwinning (8%). Maar deze verhoudingen zijn volop aan het wijzigen. Het aandeel van ijskapverlies is nu de bepalende factor geworden, met 1,8 mm/jaar versus 1,4 mm/jaar voor thermale expansie. In het resterende ijs zit er alles samen nog voor 70 (l) meter aan potentiële zeespiegelstijging verrat, met name op de Zuidpool (58 m) en in Groenland (8 m).

De verwachtingen voor 2100 zijn een verdere stijging van de zeespiegel, van 43 cm (RCP 2,6) tot 84 cm (RCP 8,5). Het afsmelten van de Groenlandse ijskap neemt hierbij het voortouw, op de voet gevolgd door de Zuidpool. Maar ook gletsjers in bergmassieven overall ter wereld zullen tegen het eind van de eeuw 18-36% aan massa verliezen.



Welke gebieden lopen risico op overstromingen bij een stijging van de waterstand van 1,0 meter boven de vloedlijn? Ga nu af van de dag met de wereldwijde zee-ijz in het hoge Noorden bevond zich in september op het laagste niveau van de voorbije duizend jaar. Bij eender welk scenario lijkt een ijsvrije Noordpool op het eind van de zomer tegen 2050 minstens eenmaal voor te zullen komen.

Na-ijlen onvermijdbaar

En nog is het niet gedaan. Want als er één zaak is die het klimaatprobleem ernstiger maakt dan andere uitdagingen waar onze aarde voor staat, dan is het wel het 'na-ijleffect'. Wat we vandaag uitzetten, veroorzaakt ook honderden tot duizenden jaren later nog kwalijke gevolgen. Zo berekenen de klimaatmodellen dat de zeespiegel nog eeuwen tot millennia verder zal stijgen, door de verdere opname van warmte door de diepzee en door het aanhoudende massaverlies van de ijskappen. In 2300 bedragen die voorspellingen respectievelijk +1 extra meter (RCP2.6) tot +2,3-5,4 meter (RCP8.5). En de berekeningen op nog langere termijn – zeg maar de volgende tweeduizend jaar – tonen stijgingen van +2 tot +22 m, naargelang de opwarming onder de +1,5 tot +5°C blijft.

Dit zou ons toch moeten overtuigen het zover niet te laten komen en nu echt wel in te grijpen. Vooral de 10% van de zeebodem die tegen 1680 meter diepte ligt, is van belang voor de mens. Het is de zeebodem die de meeste bewoners van kleine, laaggelegen eilanden, zullen ons hiervoor dankbaar zijn. Op korte termijn sluit het IPCC een onomkeerbare en vernedende ijskapinstabiliteit op de Zuidpool overigens niet uit. Het fenomeen, vastgesteld in de baai van de Amundsenzee (West-Antarctica) en op Wilkes Land (Oost-Antarctica), zou de zeespiegelstijging verder kunnen doen ontploeren (+2m 2100, +5m 2150).

Tweeduizend jaar smelt de Noordpool, zij het dat het afsmelten van op en in zee drijvend ijs geen effect heeft op de zeespiegel. De hoeveelheid zee-ijz in het hoge Noorden bevond zich in september op het laagste niveau van de voorbije duizend jaar. Bij eender welk scenario lijkt een ijsvrije Noordpool op het eind van de zomer tegen 2050 minstens eenmaal voor te zullen komen.

Minder productief

Plankton is belangrijk voor de zee, en bij uitbreiding voor gans onze planeet. Het vormt de basis van het oceanische voedselweb. Als 'primaire producent' produceert het de helft van de zuurstof op aarde en speelt een hoofdrol in het vastzetten van CO₂ uit de bovenste lagen van de oceaan. Het plantaardig plankton kan immers aan fotosynthese doen, net als de groene planten aan land, en met de hulp van zonlicht voedingsstoffen en CO₂ opnemen en als suikers in het 'lichaam' inbouwen.

Wanneer plankton sterft (of het hogere leven dat afhankelijk is van dit plankton doodgaat) zinkt een deel van die koolstof naar de zeebodem. Deze zogenaamde 'biologische pomp' wordt dus koolstof af naar 'sinks' waar het voor langere tijd niet bijdraagt aan de opwarming. Plankton vormt zo een belangrijk onderdeel van de airco-functie die de oceaan vervult.

Toch lijkt het dat we op termijn steeds minder hulp van dit plankton mogen verwachten... Netto is er nu al sprake van een lichte daling in productie, een combinatie van een stijgende productie in de ijsvrij wordende poolgebieden en een daling in de (sub)tropen en in bepaalde gematigde zeegebieden. Een daling die onder RCP8.5 tegen 2100 kan oplopen tot 7 à 16%.

Hoofdoorzaak is de toenemende gelaagdheid of stratificatie van de oceaan bij de opwarming van het klimaat. Het zit zo. Plantaardig plankton leeft in de door de zon beschenen toplaag, maar heeft voedingsstoffen nodig die deels van grotere diepte dienen te komen. Dat vereist voldoende menging van het water, iets wat bij verdere opwarming steeds moeilijker verloopt. Warmer en zoeter water is immers lichter dan koud of zout water. Zo ontstaan oceanische lagen met een verschillende dichtheid die bovenop elkaar komen te liggen en de menging bemoeilijken.

Omdat vooral de oppervlakkige waterlaag opwarmt, en zoet water instroomt door het smelten van ijs, neemt de gelaagdheid toe en krijgt plankton het moeilijker om aan de broodnodige voedingsstoffen te geraken. Deze stratificatie is sinds 1970 met 2,3% toegenomen. Tegen 2100 kan die verder oplopen met resp. 1-9% (RCP2.6) tot 12-30% (RCP8.5).

Tevens leidt de toegenomen gelaagdheid bij het business-as-usual-scenario (RCP8.5) in 2100 tot een daling in zuurstofgehalte (3-4%), in de hoeveelheid voedingsstoffen/nitraten aan het oppervlak (9-14%), in netto primaire productie (4-11%) en in koolstofafvoer (9-16%). Hierdoor zal de wereldwijde biomassa aan zeeleven tegen het einde van deze eeuw gemiddeld met 15% afnemen t.o.v. de periode 1986-2005. Dat geeft een afname van de maximale mogelijke visvangst met 20-25% als gevolg, een beweging die reeds is ingezet en momenteel al 4% bedraagt (1930-2010). Op nog langere termijn, 2300, kan die afname in visvangst in Noord-Atlantische wateren zelf oplopen tot -60%.



Snakkend naar adem, trek naar de polen

Een ander gevolg van stratificatie, opwarming en minder plankton is dat de oceaan zuurstof verliest. Tussen 1970 en 2010 bedroef de wereldwijde afname van zuurstof in de bovenste duizend meter van de oceaan enkele procenten (0,5-3,3%). Ook het volume aan zogenaamde 'zuurstofarme oceaan gebieden' is met 3-8% toegenomen, deels door het opwarmende klimaat. En net als bij de zeespiegelstijging het geval is, kan het lager zuurstofgehalte van de oceaan duizenden jaren aanhouden, zelfs bij gewijzigd beleid.

Daarnaast veroorzaakt de klimaatverandering wereldwijd belangrijke verschuivingen van allerlei zeedieren en -planten. Die verplaatsingen naar koeler water in de richting van de polen voltrekken zich sinds de vijftiger jaren van de voorbije eeuw gemiddeld aan 20 kilometer per decennium voor organismen levend in de bovenste tweehonderd meter van de waterkolom en aan 52 km per 10 jaar voor het bodemleven. Onnodig te zeggen dat dit leidt tot grootschalige veranderingen van het mariene ecosysteem. Daar hoort ook schadelijke algenbloei ('HABs' of harmful algal blooms) bij, een fenomeen dat sinds de 1980's frequenter en in een groter gebied optreedt, mee veroorzaakt door niet-klimaat gebonden vervuiling. Nefast voor de voedselzekerheid, het toerisme en de menselijke gezondheid.

Droger, natter, zouter

Intussen hoeft het niet meer gezegd. De watercyclus gaat wild te keer, in vele richtingen. Op wereldschaal nemen extreme neerslag en overstromingen in alle haalbare scenario's toe, à +7% voor elke graad opwarming. Een warmere atmosfeer kan immers meer water bevatten en resulteert in een grotere en snellere verdamping. Tevens neemt ook de kans op extreme droogte en hittegolven toe, met alle gevolgen van dien. Fenomenen die, na de voorbije zomers ook in ons landje niet ongemerkt bleven.

Tegelijk verhoogt de kans op verzilting van het achterland, bijvoorbeeld in onze kustpolders. Bij grote droogte en weinig of geen rivierwaterafvoer, kan het zeewater de rivieren verder binnendringen. En bij hogere zeespiegelniveaus neemt de druk van de zoutwaterlens op de grondwatervoorraad van de polders toe. Hoe we hiermee om dienen te gaan, is een niet onbelangrijke vraag.

Oceanverzuring als nobele onbekende

En dan is er nog de 'oceanverzuring'. Nauwelijks gekend bij het brede publiek, maar een zorgenkind voor klimaat- en oceanwetenschappers. Het stijgende CO₂-gehalte in de atmosfeer leidt immers tot meer opname van dat koolzuurgas in de oceaan, wat ervoor zorgt dat daar een zuur gevormd wordt dat H⁺ afstaat. De metingen tonen aan dat de zuurtegraad wereldwijd al vier decennia aan het stijgen is. Die 30% hogere zuurtegraad stemt overeen met een daling in de pH van 8,25 naar 8,14. Dat lijkt misschien weinig, maar wijst dat een daling van de pH met één eenheid neerkomt op 10 keer meer H⁺ in de oceaan (cf. logaritmische schaal). Verwacht wordt dat tegen 2100 onder het business as usual-scenario de pH verder kan dalen tot 7,8. Ogenschijnlijk misschien kleine verschillen, maar die waarden zijn zelden gezien de voorbije twee miljoen jaar.

geschat wordt dat ongeveer de helft van alle levingsvormen in zee, met name organismen die kalk inbouwen in hun skelet (schelpdieren, koralen, inktvissen, plankton ...), hiervan de invloed zullen ondervinden. Een zuurder ocean stelt moeilijker kalk ter beschikking van deze dieren en planten. Kalk die ze nodig hebben voor hun groei en functies.

Vanaf 2019 zal de wereldwijde afname van zuurstof in de bovenste duizend meter van de oceaan enkele procenten (0,5-3,3%). Ook het volume aan zogenaamde 'zuurstofarme oceaan gebieden' is met 3-8% toegenomen, deels door het opwarmende klimaat. En net als bij de zeespiegelstijging het geval is, kan het lager zuurstofgehalte van de oceaan duizenden jaren aanhouden, zelfs bij gewijzigd beleid.

Daarnaast veroorzaakt de klimaatverandering wereldwijd belangrijke verschuivingen van allerlei zeedieren en -planten. Die verplaatsingen naar koeler water in de richting van de polen voltrekken zich sinds de vijftiger jaren van de voorbije eeuw gemiddeld aan 20 kilometer per decennium voor organismen levend in de bovenste tweehonderd meter van de waterkolom en aan 52 km per 10 jaar voor het bodemleven. Onnodig te zeggen dat dit leidt tot grootschalige veranderingen van het mariene ecosysteem. Daar hoort ook schadelijke algenbloei ('HABs' of harmful algal blooms) bij, een fenomeen dat sinds de 1980's frequenter en in een groter gebied optreedt, mee veroorzaakt door niet-klimaat gebonden vervuiling. Nefast voor de voedselzekerheid, het toerisme en de menselijke gezondheid.

Droger, natter, zouter

Intussen hoeft het niet meer gezegd. De watercyclus gaat wild te keer, in vele richtingen. Op wereldschaal nemen extreme neerslag en overstromingen in alle haalbare scenario's toe, à +7% voor elke graad opwarming. Een warmere atmosfeer kan immers meer water bevatten en resulteert in een grotere en snellere verdamping. Tevens neemt ook de kans op extreme droogte en hittegolven toe, met alle gevolgen van dien. Fenomenen die, na de voorbije zomers ook in ons landje niet ongemerkt bleven.

Tegelijk verhoogt de kans op verzilting van het achterland, bijvoorbeeld in onze kustpolders. Bij grote droogte en weinig of geen rivierwaterafvoer, kan het zeewater de rivieren verder binnendringen. En bij hogere zeespiegelniveaus neemt de druk van de zoutwaterlens op de grondwatervoorraad van de polders toe. Hoe we hiermee om dienen te gaan, is een niet onbelangrijke vraag.

Oceanverzuring als nobele onbekende

En dan is er nog de 'oceanverzuring'. Nauwelijks gekend bij het brede publiek, maar een zorgenkind voor klimaat- en oceanwetenschappers. Het stijgende CO₂-gehalte in de atmosfeer leidt immers tot meer opname van dat koolzuurgas in de oceaan, wat ervoor zorgt dat daar een zuur gevormd wordt dat H⁺ afstaat. De metingen tonen aan dat de zuurtegraad wereldwijd al vier decennia aan het stijgen is. Die 30% hogere zuurtegraad stemt overeen met een daling in de pH van 8,25 naar 8,14. Dat lijkt misschien weinig, maar wijst dat een daling van de pH met één eenheid neerkomt op 10 keer meer H⁺ in de oceaan (cf. logaritmische schaal). Verwacht wordt dat tegen 2100 onder het business as usual-scenario de pH verder kan dalen tot 7,8. Ogenschijnlijk misschien kleine verschillen, maar die waarden zijn zelden gezien de voorbije twee miljoen jaar.

geschat wordt dat ongeveer de helft van alle levingsvormen in zee, met name organismen die kalk inbouwen in hun skelet (schelpdieren, koralen, inktvissen, plankton ...), hiervan de invloed zullen ondervinden. Een zuurder ocean stelt moeilijker kalk ter beschikking van deze dieren en planten. Kalk die ze nodig hebben voor hun groei en functies.

Vanaf 2019 zal de wereldwijde afname van zuurstof in de bovenste duizend meter van de oceaan enkele procenten (0,5-3,3%). Ook het volume aan zogenaamde 'zuurstofarme oceaan gebieden' is met 3-8% toegenomen, deels door het opwarmende klimaat. En net als bij de zeespiegelstijging het geval is, kan het lager zuurstofgehalte van de oceaan duizenden jaren aanhouden, zelfs bij gewijzigd beleid.

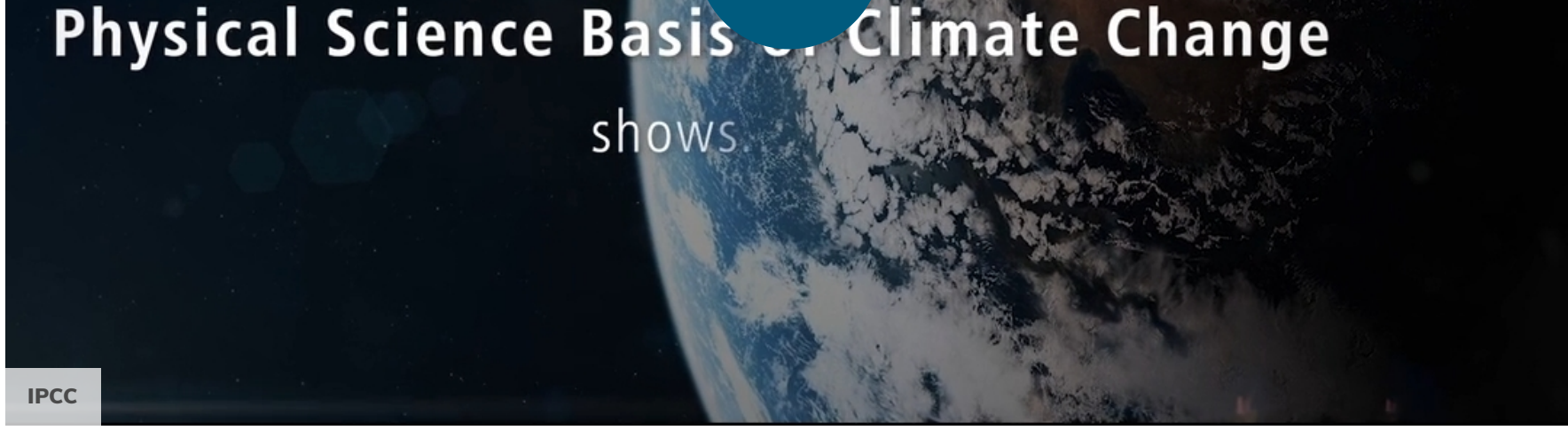
Daarnaast veroorzaakt de klimaatverandering wereldwijd belangrijke verschuivingen van allerlei zeedieren en -planten. Die verplaatsingen naar koeler water in de richting van de polen voltrekken zich sinds de vijftiger jaren van de voorbije eeuw gemiddeld aan 20 kilometer per decennium voor organismen levend in de bovenste tweehonderd meter van de waterkolom en aan 52 km per 10 jaar voor het bodemleven. Onnodig te zeggen dat dit leidt tot grootschalige veranderingen van het mariene ecosysteem. Daar hoort ook schadelijke algenbloei ('HABs' of harmful algal blooms) bij, een fenomeen dat sinds de 1980's frequenter en in een groter gebied optreedt, mee veroorzaakt door niet-klimaat gebonden vervuiling. Nefast voor de voedselzekerheid, het toerisme en de menselijke gezondheid.

Een harde diagnose door de 'doctors van de planeet', de klimaatwetenschappers. "Hoe tijd dus om ons van onze koolstofverslaving te bevrijden", liet professor Jean-Pascal van Ypersele, hoofd van de Belgische delegatie en voormalig vice-voorzitter van het IPCC.



Opze netto CO₂-uitstoot moet naar nul, naast een sterke reductie van andere broeikasgassen zoals methaan. Tevens dienen netwerken van marien beschermde gebieden – vandaag is slechts 2,7% van de wereldzeeën echt beschermd (7% op papier) – te worden versterkt en hersteld, zodat die meer koolstof kunnen captureren en vasthouden. Hetzelfde geldt voor kustvegetaties zoals mangroves, kelpbossen, schorren en zeegrasvelden. Deze zogenaamde 'Blue Carbon ecosystemen' verloren in de voorbije eeuw de helft van hun areaal door menselijke druk, zeespiegelstijging, opwarming en extreme klimaatgebeurtenissen. Een verlies dat heeft geleid tot 0,04-1,4 GtC/jaar extra koolstof in de atmosfeer. Deze evolutie omkeren is niet alleen goed voor het klimaat, maar ook voor kustbescherming, de biodiversiteit en de visserij.

Enkel door een bundeling van krachten, een krachtig beleid en een 'sense of urgency' kan de oceaan onze trouwe bondgenoot blijven.



Lezing op Dag van de Wetenschap

Jan Seys, de auteur van dit artikel, zal op zondag 28 november op de Dag van de Wetenschap 2021. Oostende een lezing geven over de oceaan en het klimaat. Ontdek wat er nog allemaal te beleven valt die dag op de [website van het VLIZ](#).

Lees meer

- [www.klimaat.be](#) - De Belgische federale site voor betrouwbare informatie over klimaatverandering
- [Broeikasgassen, onze zee, moeten is weten](#), Testerep magazine - januari 2021
- [Climate Change 2021: the Physical Science Basis - Summary for Policymakers](#), IPCC (2021)
- [Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate - Summary for Policymakers](#), IPCC (2019)
- [Mariene klimaatmitigatie: wetenschappelijke synthese van de meest pertinente wetenschappelijke inzichten](#), Wetenschappelijke Adviesraad, 2021
- [Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate](#), Sula et al (2021) | VLIZ, Vlaamse
- [Kust en klimaat. Gids voor een gebiedsgerichte aanpak](#), Departement Omgeving, Vlaamse Bouwmeester (2020)
- [Ocean warming has caused 'sustainable' fish stocks to drop by 4% since 1930](#), Dunne (2019) | CarbonBrief

Meer lezen over :

GEZONDHEID & WELZIJN	KUSTVERDIEPING	PLANKTON	KLIMAAT	BIODIVERSITEIT	OCEANENGELTERHEID
SDG 13 - KLIMAATACHT					

Suggesties

Heb je zelf ideeën, interessante weetjes ...

Stuur ons je suggestie

Artikel delen

Lijkt dit artikel iets voor uw vrienden of collega's? Deel het met hen!

in f t ★ ✉