

Klimaat en de oceaan: Effect van oceanverzuring op organismen

Leerkrachtenversie

Sinds de start van de industriële revolutie oefent de mens een sterke invloed uit op het globale klimaat door de verbranding van fossiele brandstoffen. Grote hoeveelheden CO₂, die eerder voor miljoenen jaren zaten weggestopt in de aardkorst, komen zo in een recordtempo in de atmosfeer terecht. Daar zorgt dit broeikasgas voor de ons wel bekende opwarming van het klimaat. De oceaan heeft de voorbije 200 jaar ongeveer de helft van de door de mens uitgestoten CO₂ geabsorbeerd en mildert zo de opwarming van het klimaat. Maar een oceaan die CO₂ opneemt, wordt zuurder. En dit heeft gevolgen voor het zeeleven én voor de mens ...

OPDRACHT 1: Een ei pellen zonder het te breken

Misschien heb je al gehoord van de term ‘windeieren’? Wanneer kippen te weinig calcium binnenkrijgen, leggen ze eieren zonder een kalkschaal. Voor de verkoop zijn deze eieren waardeloos, vandaar dat *windei* ook de betekenis kreeg van iets waardeloos en de uitdrukking ‘*het legt hem geen windeieren*’ net betekent dat iets wél voordelen oplevert. In deze opdracht gaan we eieren ontdoen van hun kalkschaal, zonder ze te breken.

Tijdsduur: 5 minuten op dag één, 5 minuten na enkele dagen

Niveau: eerste of tweede graad middelbaar

Materiaal:

- Een maatbeker
- Azijn*
- Een ongekookt ei
- Een lepel
- pH-meter of een indicator (bv. universeel indicator)

*Azijnzuur (concentratie < 10%) mag je volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruiken. Afvalcode WGK1: verwijderen via de gootsteen.

Procedure:

- Leg het ei in een maatbeker
- Voeg azijn toe tot het ei ondergedompeld is
- Bepaal de pH van azijn met een pH-meter of indicator
- Ga over naar de Reflectie

Reflectie:

- Beschrijf je waarnemingen op dag één.
Er vormen gasbelletjes op het ei.
- Wat is de pH van azijn? Gaat het om een zure, basische of neutrale stof?
De pH van azijn is 2-3,5 (afhankelijk van de concentratie azijnzuur). Het gaat dus om een zure stof.
- Beschrijf je waarnemingen na enkele dagen. Voel ook even aan het ei.
Het ei heeft geen kalkschaal meer (enkel een membraan) en is iets groter geworden. Je kan toelichten dat dit laatste door osmose komt: een proces waarbij water door het membraan van het ei beweegt (een semi-permeabel membraan) van een gebied met een lage concentratie aan opgeloste stoffen naar een gebied met een hogere concentratie aan opgeloste stoffen.
- Denkvragen

Waarom gebruikten we een maatbeker en geen afgesloten bokaal?

We zagen dat er gasbelletjes gevormd werden op het ei. Dat gas moest kunnen ontsnappen.

Onderstaande reactievergelijking kan toelichten dat het gevormde gas CO₂ is.



Wat is dus het effect van een zuur op een kalkschaal?

Zuren lossen kalk op.

Ken je ook levende wezens uit de oceaan die een kalkskelet hebben?

Schelpdieren, koralen, coccolithoforen, inktvissen, vissen (graten), ...

Dit brengt ons naadloos tot de tweede opdracht:

OPDRACHT 2: Effect van verzuring op schelpen

In dit experiment gaan we na wat het effect is van een zuurder wordende oceaan op kalkhoudende organismen, schelpen in dit geval. We stellen het zuurdere oceaanwater voor aan de hand van azijn.

Tijdsduur: 5 minuten op dag één, 5 minuten op dag twee, 10 minuten na een week

Niveau: tweede graad middelbaar

Materiaal:

- Een maatbeker
- Azijn*
- Schelpen

*Azijnzuur (concentratie <10%) mag je volgens de COS-brochure (november 2019) vanaf de eerste graad gebruiken. Afvalcode WGK1: verwijderen via de gootsteen.

Procedure:

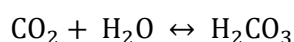
- Leg de schelpen in een maatbeker
- Voeg azijn toe tot de schelpen ondergedompeld zijn
- Ga over naar de Reflectie

Reflectie:

- Beschrijf je waarnemingen op dag één.
Er vormen gasbelletjes op de schelp.
- Beschrijf je waarnemingen op dag twee. Voel ook even aan de schelpen.
Sommige schelpen zijn al deels opgelost. Aan andere schelpen zie je nog maar weinig.
- Beschrijf je waarnemingen na een week. Voel ook even aan de schelpen.
De meeste schelpen zijn grotendeels opgelost na een week.

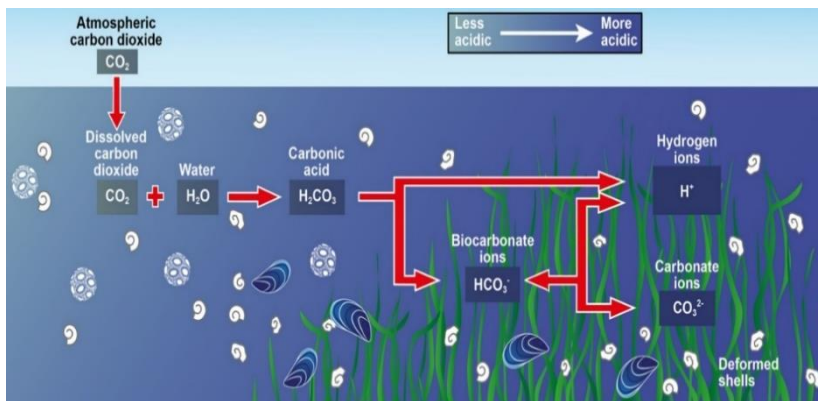
Hier maken we de vergelijking tussen een zuurder wordende oceaan onder invloed van de verhoogde uitstoot aan CO₂, en kalkhoudende organismen.

Wanneer CO₂ uit de atmosfeer oplost in zeewater, reageert het met watermoleculen en vormt zo waterstofcarbonaat (H₂CO₃) (Figuur 1).



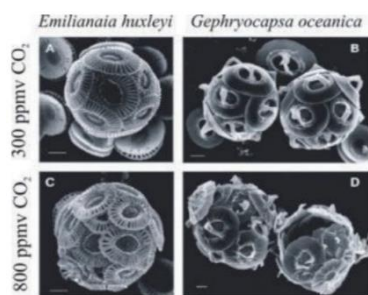
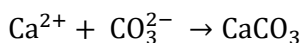
Dit zwakke zuur staat waterstofionen (H⁺) af (dissocieert) en vormt andere types opgelost anorganisch koolstof. Zo vormt er bicarbonaat (HCO₃⁻) en carbonaat (CO₃²⁻).





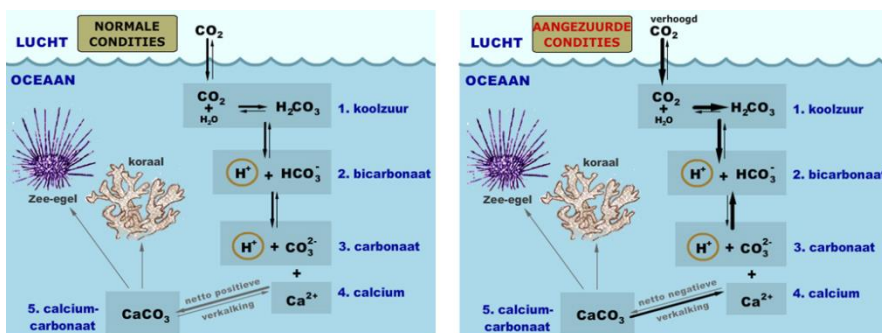
Figuur 1. Oceanverzuring: chemisch uitgelegd. Bron: Plymouth Marine Laboratory.

De chemische samenstelling van de oceaan verandert dus en dit beïnvloedt het calcificatieproces van organismen. Coccolithoforen (Figuur 2), koralen, schelpen zoals oesters enzovoort gebruiken calciumionen en carbonaationen om calciumcarbonaat (CaCO₃) te vormen voor hun skelet.



Figuur 2. Twee soorten coccolithoforen bij twee verschillende CO₂-concentraties. Bij de sterk verhoogde concentratie (800 ppm of parts per million, deeltjes per miljoen) zijn de kalkplaatjes van deze micro-algen aangetast. Bron: TheotherCO2problem.

De extra waterstofionen die zijn vrijgekomen wanneer CO₂ opgenomen werd uit de atmosfeer en reageerde tot koolzuurgas (H₂CO₃), binden met die carbonaationen waardoor er minder carbonaat beschikbaar is voor mariene organismen voor hun skeletopbouw (Figuur 3).



Figuur 3. Onder aangezuurde condities (rechts) reageert er meer carbonaat (CO₃²⁻) tot bicarbonaat (HCO₃⁻) waardoor het minder beschikbaar is om met Ca²⁺ calciumcarbonaat (CaCO₃) te vormen voor kalkskeletten van mariene organismen.

Weerspiegelt dit experiment in klas volledig de conditie van schelpen in de oceaan?

Nee. De pH van azijn (2-3,5) is lager dan de pH van zeewater vandaag de dag (8,1) en ook lager dan de voorspelde pH voor de oceaan tegen 2100 (7,6). De ontkalking van organismen gebeurt in het experiment dus veel sneller dan wat we in de oceaan verwachten.

Je kan leerlingen verder laten nadenken of dit dan problemen oplevert in de oceaan en toelichten dat

oceaanzuring wetenschappers zorgen baart omdat heel wat organismen gevoelig zijn aan kleine schommelingen in pH. Het kost organismen meer energie om hun kalkskelet te vormen in een verzurende oceaan. De huidige snelheid van oceaanzuring is tienmaal sneller dan wat de oceaan kende gedurende de voorbije 55 miljoen jaar. Wanneer de menselijke CO₂-uitstoot de huidige trends blijft volgen, verwachten wetenschappers een pH-daling met 0,5 eenheden tegen 2100 wat overeenkomt met een verdrievoudiging van de waterstofionen in vergelijking met pre-industriële condities. Die pH-daling zou honderdmaal groter zijn dan natuurlijke dalingen en de pH zou lager zijn dan wat de oceaan gekend heeft voor miljoenen jaren. Bijkomend probleem is dat verzuring quasi onomkeerbaar is. Bij een beter beheer zal het nog tienduizenden jaren duren vooraleer de oceaan weer een zuurtegraad heeft bereikt die vergelijkbaar is met pre-industriële condities.